

ISSN: 2594-0937

Debates sobre Innovación

Número 2, 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 2, 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://economiaeinovacionuamx.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: 36.5 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**

Índice

Mesa 08. Estrategias y modelos de Transferencia de Tecnología

Adoção tecnológica por pequenos produtores rurais brasileiros <i>Tereza Cristina Lacerda Gomes, Samuel Façanha Câmara, Michelle do Carmo Sobreira, Felipe Gerhard</i>	1
A Dinâmica de Adoção de Produtos Inovadores e Comportamento do Consumidor em Redes Sociais <i>Thiago Ayres Barreira de Campos Barros, Samuel Façanha Camara, Fabiane de Barros Figueirêdo Cavalcante, Danielle Miranda de Oliveira Arruda Gomes</i>	14
Análisis de las dinámicas de interacción entre agentes en el proceso de transferencia de tecnologías <i>William Alejandro Orjuela Garzón, Santiago Quintero Ramírez</i>	27
Identificación y comparación de factores que inciden en la transferencia de tecnología <i>Neira Yolima Figueroa Galvis, Erika Sofia Olaya Escobar, Hugo Fernando Castro Silva</i>	46
Modelo de Panel Data para el análisis de variables influyentes en las Patentes, para los países de Perú, Chile y Colombia <i>Edith Maritza Vigo Barrientos</i>	61
Proceso de Construcción de Indicadores de Transferencia de Tecnología en México <i>Sara Ortiz y José Luis Solleiro</i>	74
Incubadora Compartilhada: Uma Estratégia Diferenciada de Transferência de Tecnologia <i>Alanna Lima e Silva y Teresa Lenice Nogueira da Gama Mota</i>	89
The Performance of the Technology Transfer's Office of Ceará in Light of the Effectiveness of Its Technology Transfer Processes <i>Roberta Dutra de Andrade, Elda Fontinele Tahim, Emiliano Sousa Pontes, Gisele Aparecida Chaves Antenor y Fabíola Gomes Farias</i>	102
A experiência da Incubadora da Unicamp(Incamp): uma discussão sobre processos e resultados alcançados entre 2005 e 2015 <i>Julia Angeli y Pollyana de Carvalho Varrichio</i>	118
Modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia de tecnología limpia en la industria de la construcción. Un estado del arte. <i>Rolando-Arturo Cubillos-Gonzalez</i>	135
Desafíos institucionales de la generación de empresas spin off universitarias: el caso de México <i>Pilar Pérez, Guadalupe Calderón y Emilio Noriega</i>	151
Transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos. <i>Alana Corsi, Cristiano Couto do Amarante y Cláudia Picinin</i>	163
Transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável: Uma revisão sistemática de literatura <i>Alana Corsi, Regina Negri y Bethânia Ávila Rodrigues</i>	180

O Papel das Redes e da Capacidade de Conversão de Conhecimento no Desenvolvimento de <i>Spin-Offs</i> Acadêmica <i>Brenno Buarque, Naiderson Ferreira de Lucena, Rafaela Cajado Magalhães, Herus Orsano Machado y Ana Cristina Batistados Santo</i>	197
Desarrollo de una variedad de papaya por entidades públicas de investigación e implicaciones para el manejo de la propiedad intelectual . Estudio de Caso sobre Manejo de la Propiedad Intelectual en Investigación Agrícola <i>Silvia Salazar Fallas</i>	210
Análise dos processos de transferência de tecnologia sob a ótica do <i>Master Plan</i> <i>Adriano Mesquita Soares, Silvia Gaia y João Luiz Kovaleski</i>	221
Transferencia Tecnológica en un Centro de Investigación de Universidad Pública: Determinación del Portafolio Tecnológico <i>Isabel Juana Guadalupe Sifuentes y Edith Maritza Vigo Barrientos</i>	239
Vigilancia Tecnológica en un Centro Público de Investigación como impulsor de la Transferencia Tecnológica <i>Miguel Ángel Velázquez Alejos y Claudia Ríos Álvarez</i>	257
Transferência de conhecimento como instrumento de desenvolvimento rural: uma análise desse processo na agricultura familiar <i>Bethânia Avila Rogrigues, João Luiz Kovaleski, Juliana Vitória Messias Bittencourt y Alana Corsi</i>	272
Transferência de Tecnologia no Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar da Universidade Federal do Paraná: um Estudo de Caso <i>Andrea Paula Segatto, Eduardo De-Carli, Ananda Silva Singh, Rodrigo Luiz Morais-da-Silva y Fernanda Salvador Alves</i>	285
Rol de las Oficinas de Transferencia Tecnológica en México y Colombia: Avances y retos <i>Sandra Viviana Gonzalez y Larissa López</i>	297
Conocimiento de la Propiedad Intelectual: El caso del SENA <i>Eliana Estrada Mesa, Diana Gómez Quintero, Adel II González Alcalá y Manuel Steven Guzmán Muñoz</i>	320

Mesa 9. Herramientas para la Gestión de la Tecnología y la Innovación

Propuesta metodológica para la medición del potencial de innovación en las organizaciones ecuatorianas <i>Verónica Morales, Andrés Robalino-López, Carlos Almeida</i>	330
Estrategias de Gestión de la Propiedad Intelectual para Promover la Transferencia de Tecnología entre Universidad-Empresa: el caso de Universidades Públicas Brasileñas <i>Ana Carolina Antunes Vidon, Cássia Viviani Silva Santiago</i>	343
Inovação na Gestão Judiciária: uma Análise das Práticas Contempladas pelo Prêmio Innovare <i>Elda Fontinele Tahim, Benedita Bruna Camelo Brito, Jessie Coutinho de Souza Tavares y Marília Marinho de Andrade Oliveira</i>	357
A capacidade tecnológica da Agroindústria do Arroz: A experiência Brasileira <i>Ana Mônica Fitz de Oliveira, Jorge Tello – Gamarra</i>	370

La gestión de tecnología como marco práctico de referencia para OTT universitarias	
<i>Enrique Alberto Medellín Cabrera</i>	385
Key elements for the future of technology sourcing in the Peruvian industry: a prospective study	
<i>Rony Cabrera, Domingo González, Carlos Hernández, Diego Mendoza</i>	399
Proceso para la gestión del conocimiento en los grupos de investigación de instituciones de educación superior	
<i>Jaime León Tobón Vélez</i>	409
Procesos e instrumentos facilitadores de la gestión del conocimiento en el marco de las alianzas tecnológicas: un enfoque desde las instituciones de educación superior	
<i>Silvia Lizet Quiroz Ramírez, Piedad Arenas Diaz, Luis Eduardo Becerra Ardila</i>	426
Diagnóstico de madurez del proceso de gestión del conocimiento aplicado a una institución de educación superior	
<i>Jair Hernan Ramirez Duque, Jhon F Escobar, Rubén Edgar Corvalán</i>	436
Planeación en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT)	
<i>Eugenio López Ortega, Nadia Castillo Camarena, Miriam Valdés Rodríguez, Roberto Solís González</i>	453
Inovações tecnológicas para torrefação de café: Descobertas por meio de análise patentária	
<i>Claudia Raisa Tavares Romano, Andressa Regina Lopes, Fernanda Salvador Alves, Victor Manoel Pelaez Alvarez, Andrea Torres Barros Batinga de Mendonça, Douglas Alves Santos</i>	466
Diagnóstico para el desarrollo de un Sistema Sociotécnico: Caso de una empresa Corredor de Seguros	
<i>Eloy Barahona Silva, Carlos Hernández Cenzano</i>	479
Vigilancia Tecnológica de Big Data en el Sector de Seguros	
<i>Carlos Hernández Cenzano</i>	488
Análisis de la dinámica organizacional por medio de teoría de redes	
<i>López Caletti María del Pilar Alina, Salcedo Mendoza Lilia Angélica</i>	506

Mesa 10. Metodologías computacionales para la Gestión de la Tecnología y la Innovación

Definición de temas prioritarios de investigación en Energías Renovables a partir de un proceso jerárquico analítico (AHP) y análisis de tendencias tecnológicas	
<i>Alejandro Angarita-Saavedra, César Nieto-Londoño</i>	522
Aplicación de redes de flujo de trabajo para determinar activos tecnológicos estratégicos en pequeñas empresas manufactureras	
<i>Gilberto Dionisio Hernández Pérez, Mario José Mantulak, René Abreu Ledón</i>	535
Factores influyentes en el valor percibido en una organización deportiva sin ánimo de lucro en la ciudad de Medellín mediante el uso de redes neuronales artificiales	
<i>Julián Alberto Uribe Gómez, Jorge Iván Brand Ortiz</i>	546
The Use of Correlation and Cluster Analysis Aiming to Identify Similarities in an Innovation Diagnosis Model	
<i>Luís Filipe Serpe, Itamir Caciatori Junior, Eziel Gualberto de Oliveira</i>	560

Análisis de los patrones de adopción de una tecnología de teletrabajo en una unidad de una IES: Un modelo Basado en Agentes <i>Carlos Andrés Arbeláez Velásquez, Santiago Quintero Ramirez</i>	575
---	------------

Mesa 11. Salud y Gestión de la Tecnología y la Innovación

Factores de Competitividad Sistémica en la Productividad e Innovación Farmacéutica en México <i>Enrique Martínez Moreno, José Carlos Ferreyra López, Jesús Zurita González</i>	588
Inovação e Transferência de Conhecimento em Pequenas Empresas da Saúde no âmbito do Programa Agentes Locais de Inovação (ALI) <i>Hertha Almeida Leithão, Hilka Pelizza Vier Machado, Regiane Macuch</i>	606
Inovação Disruptiva: O Modelo das Clínicas Populares no Estado do Ceará <i>Ezequiel Alves Lobo, José Iran Batista de Melo Filho, Jessie Coutinho de Souza Tavares</i>	618
Impacto da anuência prévia no tempo de concessão de patentes de medicamentos antirretrovirais de alto custo no Brasil <i>Renata Fittipaldi Pessoa, Alexandre Guimarães Vasconcellos</i>	634
La regulación como instrumento de fomento a la innovación para la atención de la diabetes en México <i>Henry Mora Holguín, Gabriela Dutrénit</i>	644
Brechas institucionales en la movilización del conocimiento para la atención de pacientes con “pie diabético” <i>José Luis Sampedro-Hernández, Diana Ortega, Arturo Torres, Javier Jasso</i>	658
Maduración del proceso de innovación, alineado a la cuarta revolución industrial, en una institución de salud pública en Colombia Caso: Hospital General de Medellín <i>Sebastián Torres Montoya, Jhon F Escobar, Katherine Madrid Restrepo, Ana María Vásquez Gallego, María Fernanda Barrientos, Álvaro Quintero Posada</i>	670
Saúde e Inovação: fragilidades tecnológicas do Complexo Econômico-Industrial da Saúde no Brasil <i>Nathália Karolline Horácio da Silva, Maria Cecília Junqueira Lustosa, Rodolfo Batista Pedrosa</i>	686
Medicamentos biossimilares: da regulação à promoção do desenvolvimento tecnológico e inovativo pela anvisa <i>Catia Favale, Anapátricia Moraes Vilha, Katia Nachiluk, Catarina Cano, Carlos Antonio Medeiros Gambôa</i>	700
Transferencia tecnológica de un sistema de monitorización basado en modelos predictivos para el control óptimo de la sedación en pacientes <i>José Fernando Valencia Murillo, Marino Valencia Rodríguez, Santiago Villafruerte Echeverri, Daniel Alejandro Poveda Sendales, Pedro Luis Gambús Cerrillo</i>	714
Farmacia en realidad virtual: Un aporte significativo para el aprendizaje farmacéutico <i>María Teresa Aguirre Fernández, María Fernanda Medina Eusse</i>	725

Mesa 12. Bioeconomía y Gestión de la Tecnología

- Cambio tecnológico aplicado a la seguridad alimentaria para la sostenibilidad de pequeños y medianos productores de Tomillo (*thymus vulgaris*)
Carlos Osvaldo Velásquez Santos, Julián Alberto Uribe Gómez **737**
- Revisión sistemática del estado del arte de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) y Seguridad Alimentaria
Alberto Xavier Oña Serrano, María José Morales Vaca, Lucía Irene Toledo Rivadeneira, Carlos Francisco Terneus Páez **747**
- BNDES e o estímulo à produção de biomedicamentos por grandes farmacêuticas nacionais
Rodolfo Balistero Franco, Pollyana de Carvalho Varrichio **762**
- Tecnologias Agrícolas: a adoção do manejo integrado de pragas na agricultura paulista
Renata Martins Sampaio y Carlos Eduardo Fredo **774**
- As iniciativas brasileiras na trajetória do etanol celulósico
Altair Aparecido de Oliveira Filho, Flávia Luciane Consoni **789**
- Mapeo y caracterización de la biotecnología en Medellín- Antioquia y Bogotá- Cundinamarca
Claudia Marcela Betancur Giraldo, Katia Cecilia Méndez Naranjo, María Cristina Aristizábal Otalvaro, René Yepes Callejas **802**
- Análisis de tendencias de investigación en agricultura y su relación con el desarrollo sostenible
Juan Camilo Navarro-Herrera, Rodrigo Chaves-Ladino, Claudia Nelcy Jiménez-Hernández **821**

Mesa 13. Medición y Evaluación de la interacción Universidad-Entorno

- Vinculación gobierno-academia-sector productivo en Brasil: el caso de la convocatoria pública MCTI/CNPq-ISTPCanada n°19/2012
Silmary J. Gonçalves-Alvim, André Tortato Rauen **843**
- Financiamiento Público para la Universidad. Implicaciones para la Industria 4.0
Humberto Merritt, Janeth Rodríguez Galván **854**
- Results and Impacts Evaluation of the Coffee Social Network
Sérgio Parreiras Pereira, Luiza Maria Capanema, Adriana Bin, Cibele Maria Garcia de Aguiar **863**
- As universidades e o ambiente de acesso ao patrimônio genético no Brasil: análise exploratória dos pedidos de patentes
Kelyane Silva, Alexandre Guimarães Vasconcellos, Josealdo Tonholo **872**
- Conectividad Internacional y Transferencia de Tecnología de las Universidades Españolas
Isabel Álvarez, Raquel Marín, Lisset Medina **886**
- Cocriação de Valor em Educação a Distância no Brasil
Danielle Daffre Carvalho, Maria Aparecida Gouvêa **899**

Avaliação da relação universidade-sociedade: o caso da Unicamp em perspectiva nacional e internacional <i>Ana Maria Nunes Gimenez, Muriel de Oliveira Gavira, Simone Pallone de Figueiredo, Maria Beatriz Machado Bonacelli</i>	913
Perfil do núcleo de inovação tecnológica na gestão da inovação: um estudo na Universidade Federal de Alagoas <i>Maria Cristina Ferreira Silva Pires, Luciana Peixoto Santa Rita, Antônio Carlos Santos Pires</i>	927
A contribuição das universidades locais para as empresas incubadas no parque tecnológico municipal: o caso de Pato BRANCO- PR – BRASIL <i>Augusto Faber Flôres, Marcos Junior Marini</i>	939
Análisis de los factores clave para la cooperación tecnológica en las IES: caso Universidad Industrial de Santander <i>Piedad Arenas Díaz, Cinthya Arias Manjarrez</i>	954
Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO na Geração e Transferência de Tecnologias: uma Análise com base nos Indicadores de Produção de Artigos, Patentes e Spin-Offs <i>Herus Orsano Machado, Rafaela Cajado Magalhães, Elda Fontinele Tahim, Domingos Albano Matos de Menezes, Hermano José Batista de Carvalho, Breno Buarque</i>	968
El profesor investigador y la tercera misión universitaria: actores y determinantes <i>Gloria Naranjo Africano, Jaider Vega Jurado, Liney Manjarrez Henríquez</i>	984
Estilos de liderazgo, comportamiento integracional colaborativo y ambidestreza en grupos de investigación universitarios <i>Robinson Cardona Cano, Esteban López Zapata</i>	998
Panorama de la Ingeniería Biomédica y la Bioingeniería, utilizando la Búsqueda Sistemática de la Bibliografía en las Instituciones de Educación Superior de Colombia.O <i>Diana Milena Jaramillo Quiceno, Nelson. Javier Escobar Mora, Kelly Johanna Salazar Flórez</i>	1011
Adaptation, measurement, and comparison of the innovation quotient in a technological academic environment in Brazil and France. <i>Gilberto Zammar, Regina Negri Pagani, Adriano Mesquita Soares, Andréia Antunes da Luz, João Luiz Kovaleski</i>	1022
Indicadores de desempeño para los Sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación en las Instituciones de Educación Superior en Colombia <i>Angelica Aguirre Bertel, Jhon Victor Vidal Durango, Luty Gomezcaeres Perez, Susana Dominguez Contreras y Moisés Hernández Ruiz</i>	1038
Influência de Fatores Externos na Capacidade Absortiva de Spin-offs Acadêmicas: Um Estudo de Casos Múltiplos <i>Wania Cavalcanti, Thiago Renault, Marcus Vinicius Fonseca, Sérgio Yates, Américo Ramos</i>	1051
Capacidade tecnológica na agricultura: O caso do Brasil <i>Jorge Tello – Gamarra, Ana Mônica Fitz de Oliveira</i>	1064
The Third Mission in Brazilian Federal Universities: An Analysis of their Impact for the Culture and Associated Actions to the Sustainable Development Principles <i>Carlos Antonio Medeiros Gambôa, Anapátricia Morales Vilha, Ramón Garcia Fernandez, Katia Nachiluk, Catarina Cano, Catia Favale</i>	1079

Generación y transferencia de tecnología a través de patentes en las universidades mexicanas

Manuel Soria López, Claudia Díaz Pérez, Manuel García Álvarez **1093**

Mesa 14. Políticas de CTI en la región para alcanzar los ODS

Como os pesquisadores brasileiros percebem a influência do Novo Marco Legal da Ciência Tecnologia e Inovação em suas atividades?

Américo da Costa Ramos Filho, Celso Fraga da Silva, Marcus Vinícius de Araújo Fonseca, Sérgio R. Yates, Thiago Borges Renault **1107**

La contribución del gasto de I+D al crecimiento económico por tipo de economías: un análisis de datos de panel dinámico

Marcos Sánchez Calderón, M^a Covadonga de la Iglesia Villasol **1123**

Integração Regional e Desenvolvimento Tecnológico no MERCOSUL

Beatriz Marcondes de Azevedo, Fred Leite Siqueira Campos, Rafael Torquato Cruz, Rolf Hermann Erdmann **1142**

O desempenho dos anos iniciais de atuação dos primeiros Institutos de Tecnologia e Inovação do SENAI (SC)

Beatriz Marcondes de Azevedo, Fred Leite Siqueira Campos, Flamaryon Porto, Rolf Hermann Erdmann **1154**

Directrices estratégicas para la cadena productiva de piña (Ananas comosus) en Colombia: alineación con la planificación sectorial y regional

Diego Hernando Flórez Martínez, Sandra Paola González Cerón, Diana María Ruiz Ramírez, Claudia Patricia Uribe Galvis **1166**

Política Pública en Ciencia y Tecnología. Una Aproximación a las Capacidades CTI en Colombia

Julio Albeiro Londoño Patiño **1190**

O caso Rostec como instrumento para análise da Política Industrial da Rússia

Beatriz Marcondes de Azevedo, Fred Leite Siqueira Campos, Gustavo Bodaneze, Rolf Hermann Erdmann **1207**

Aportes desde el enfoque analítico: Consumo energético del sector residencial del Ecuador

Gabriela Araujo, Andrés Robalino-López **1219**

Oportunidades e Desafios para o Desenvolvimento de uma Política de Inovação Orientada a Missões com base nos ODS: A experiência da Diretoria de Tecnologia da FAPERJ

Guilherme de Oliveira Santos, Caetano Christophe Rosado Penna, Maurício de Vasconcellos Guedes Pereira **1233**

Financiamento da inovação e mudança tecnológica: os impactos da subvenção econômica na maturidade tecnológica (TRL) de projetos de P, D&I

Márcia Carolina Araújo Rodrigues, Carlos Dias Chaym, Paolo Giuseppe Lima de Araújo **1250**

Aspectos clave de la Participación Electrónica y su evaluación

Raissa Angie Daniela Quintero-Angulo, Jenny Marcela Sánchez-Torres, Diana Marcela Cardona-Román **1265**

Construcción participativa de políticas de CTI transformativas. Caso Medellín, Colombia. <i>Karen Cristina Hormecheas Tapia, María Luisa Villalba Morales, Walter Lugo Ruiz Castañeda, Jorge Robledo Velásquez</i>	1276
Lineamientos de política de innovación transformativa para la investigación universitaria en Antioquia <i>Eliana María Villa Enciso, Jhonjali García Mosquera, Daniel Cardona Valencia, Jorge Robledo Velásquez</i>	1288
Interação entre Empresas e Instituições de Ciência e Tecnologia: O caso de uma Agência de Fomento <i>Daniel Pereira de Almeida, Thiago Borges Renault, Sergio Yates, Guilherme de Oliveira Santos, Marcus Vinícius de Araújo Fonseca</i>	1304
Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil: uma discussão sobre as PDPs da saúde e as encomendas tecnológicas <i>Pollyana de Carvalho Varrichio</i>	1316
Evolución de los Centros de Desarrollo Tecnológico en Colombia y su relacionamiento con los respectivos sectores de la producción <i>Fernando Chaparro</i>	1333

Adoção tecnológica por pequenos produtores rurais brasileiros

Tereza Cristina Lacerda Gomes
Universidade Estadual Vale do Acaraú, CCAB, Brasil

Samuel Façanha Câmara
Universidade Estadual do Ceará, PPGA, Brasil

Michelle do Carmo Sobreira
Universidade Estadual do Ceará, PPGA, Brasil

Felipe Gerhard
Universidade Estadual do Ceará, PPGA, Brasil

Resumo

A literatura em inovação tem negligenciado o papel do fator capacidade absorptiva na transferência de tecnologia de pequenos produtores rurais. Buscando-se atender essa lacuna, este estudo objetiva analisar os antecedentes da adoção de inovações tecnológicas por pequenos produtores de caprinocultura, além da elaboração e validação de uma escala de percepção dos fatores determinantes desta adoção por esses pequenos produtores rurais. Para tal, foi realizada uma pesquisa de natureza tanto qualitativa – pois contou com desenvolvimento de medidas de escala e com a especificação do domínio dos construtos a partir da literatura existente – quanto quantitativa – uma vez que foram coletados dados de campo por meio de um *survey*. Para análise dos dados foram utilizadas as técnicas de Análise Fatorial Exploratória e Regressão Linear Múltipla. Além de contribuir para a validação de uma escala de adoção tecnológica, que permitirá a realização de novos estudos sobre a transferência de tecnologia na agropecuária, os resultados demonstram a relação existente entre a capacidade absorptiva e as variáveis nível de adoção tecnológica e fatores comportamentais; ampliando a compreensão do comportamento dos pequenos produtores rurais no processo de transferência de tecnologias.

Palavras chave: Adoção tecnológica. Pequenos produtores rurais. Desenvolvimento de escala.

1. Introdução

A agropecuária é uma atividade historicamente de grande relevância para o Brasil. Nas últimas quatro décadas, a fronteira agrícola brasileira vem se expandindo, principalmente pelo uso intensivo de conhecimento e tecnologia (Vieira Filho, 2016). Entretanto, o crescimento da agropecuária brasileira foi concentrado em poucas propriedades e muitos pequenos produtores não se engajaram neste processo. Tal “concentração produtiva resultou do papel dominante da tecnologia agropecuária e da sua desigual adoção por diferentes grupos de produtores” (Alves, Santana, & Contini, 2016, p. 83).

Uma maneira de enfrentar e dirimir esta desigualdade é por meio da transferência de tecnologia (TT). Esse conceito é derivado da indústria e diz respeito à passagem de *know-how*, conhecimento técnico ou tecnologia de uma organização para outra (Boozeman, 2000). A literatura sobre TT em países em desenvolvimento, como o Brasil, trata principalmente da

relação entre Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) com empresas do segmento industrial (e.g., Braga, Pio, & Antunes, 2009; Closs & Ferreira, 2012; Cassano, Silva, Souza, Frias, Carneiro, & Freitas, 2013; Dos Santos; Torkomian, 2013). Outra temática abordada nesses trabalhos refere-se especificamente à influência da capacidade absorptiva como propulsora de inovação, apresentada em Cassol Gonçalves, Santos e Ruas (2016) e Cassol, Zapalai e Cintra (2017).

Quando se trata da transferência tecnologia para o setor agropecuário, ressaltam-se os estudos de Dereti (2009), Pentead Filho (2010) e Atrasas, Sacomano e De Lorenzo (2012), os quais abordam a validação, o processo de transferência e adoção de tecnologias geradas pelos institutos públicos agrícolas, com foco na pecuária de corte, leiteira, cafeicultura e setor florestal. Cita-se, ainda, o estudo de Souza Filho, Buainain, Silveira e Vinholis (2011), que trata da revisão de literatura sobre os fatores relacionados às decisões de adoção de inovações.

No que se refere à transferência de tecnologia para pequenos produtores rurais, existe uma lacuna na literatura acadêmica, em particular no que se refere à análise conjunta das suas variáveis determinantes, com destaque para o papel da capacidade absorptiva destes produtores rurais. Faz-se necessário conhecer a intensidade da influência da capacidade absorptiva e de outros fatores sobre o nível de adoção das inovações tecnológicas. Não há, por exemplo, escalas aplicadas sobre TT dos pequenos produtores, destacando o amplo desconhecimento sobre os diferentes fatores que influenciam a adoção de inovações tecnológicas nesse setor. O setor de caprinos e ovinos ocupa uma parcela importante da economia agropecuária brasileira, porém, a maior parte desse montante é realizada por grandes produtores (Teixeira *et al.*, 2013). Os pequenos produtores, conforme apontaram Alves, Santana e Contini (2016), ainda enfrentam dificuldades de crescimento e de renovação tecnológica.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo a análise dos antecedentes da adoção de novas tecnologias em caprinocultura, além da elaboração e validação de uma escala de percepção das capacidades absorptivas e de outros fatores determinantes desta adoção por pequenos produtores rurais. Os resultados podem subsidiar a compreensão do comportamento desses no processo de transferência de tecnologias, de forma a fornecer aos órgãos que atuam nas comunidades rurais embasamento para uma análise da adequação das tecnologias transferidas e dos instrumentos utilizados na TT à realidade dos pequenos produtores rurais. Além disso, metodologicamente, contribui com a construção e validação de uma nova escala, que permitirá a realização de estudos sobre a transferência de tecnologia na agropecuária, atividade relevante para a geração de emprego e renda no Brasil e, em particular para aplicação a pequenos produtores rurais.

2. Difusão e transferência de tecnologia

Rogers, Takegami e Yin (2001 p. 254), em visão linear, definem a transferência de tecnologia como “a movimentação da inovação tecnológica de uma organização de P&D para uma organização receptora”. Por outro lado, Lee, Wang e Lin (2010) tratam a TT como um processo no qual um fornecedor comunica e transmite a tecnologia por meio de múltiplas atividades para o receptor, contribuindo para o aumento de sua capacidade tecnológica. Em ambos os casos, a tecnologia pode estar sob a forma de *know-how*, maquinário ou ferramentas, assistência técnica, processo, sistemas, organização ou produto (Mussi, Scherer, & Stoeckl, 2016). Dependendo do tipo de tecnologia, sua transferência pode ocorrer por meio de: comunicação oral, transferência física de resultados tangíveis de pesquisa ou um programa de licenciamento da propriedade intelectual (Closs & Ferreira, 2012). Nesse contexto, os tópicos

a seguir apresentam alguns dos principais fatores subjacentes à adoção tecnológica de pequenos produtores.

2.1 Capacidade de absorção tecnológica

Capacidade absorptiva está associada a um dos processos fundamentais de aprendizagem e consiste na capacidade de identificar, assimilar e explorar o conhecimento externo, nas habilidades cognitivas que a empresa/indivíduo possui que a/o permitam aperfeiçoar suas capacidades tecnológicas (existentes) ou alcançar novas (Cohen & Levinthal, 1990; Lane, Koka, & Pathak, 2006; Todorova & Durisin, 2007). Segundo Lane, Koka e Pathak (2006), essas dimensões englobam não apenas a capacidade de imitação de produtos e processos, mas também a capacidade de explorar o conhecimento proveniente de desenvolvimento científico ou tecnológico mais recente em um determinado campo.

Atualmente, a capacidade absorptiva é, inclusive, tida como um importante preditor para o desempenho da inovação em firmas, visto que demonstra o quanto as organizações podem absorver informações relevantes provenientes do ambiente externo (Ferreira & Ferreira, 2017). Por outro lado, Zahra e George (2002) afirmam que o compartilhamento de conhecimento interno de forma eficaz e a integração dos agentes são considerados fases críticas da capacidade absorptiva. Compreendendo-a como uma habilidade dinâmica, classificaram-na em dois tipos: potencial e realizada. A capacidade absorptiva potencial compreende as habilidades de aquisição e assimilação de conhecimento, e a capacidade absorptiva realizada centra na transformação do conhecimento e *exploitation*. Os autores observaram, ainda, que a maioria dos estudos empíricos tratam da capacidade realizada de uma empresa.

Do mesmo modo, a capacidade de absorção está associada à capacidade de gestão do conhecimento, que envolve o processo de aquisição de conhecimento externo, a assimilação deste e sua incorporação na base de conhecimento já existente. Sznitowski e Souza (2016) afirmam que para ocorrer inovação é necessário que haja difusão, apropriação de conhecimento que se dá por meio da interação entre fontes externas e internas, sendo o aprendizado o fator-chave nesse processo.

Para orientação deste estudo, adotou-se o conceito de Cohen e Levinthal (1990) que destacam como aspectos cognitivos determinantes da capacidade de absorção tecnológica: conhecimento prévio relacionado; capacidade de assimilar o conhecimento existente; aplicação do conhecimento e diversidade de informação. Em função da dificuldade de mensurar a capacidade de assimilar o conhecimento existente e a aplicação do conhecimento, considerou-se para este estudo apenas os aspectos cognitivos: conhecimento prévio relacionado e diversidade de informação. Além destes, a capacidade absorptiva foi analisada a partir do nível de escolaridade, as fontes de acesso à informação e a experiência anterior na atividade (expressa pela exploração da caprinocultura pelos pais).

A partir do exposto, foram elaboradas as seguintes hipóteses:

H_{1a}: A capacidade absorptiva influencia o nível de adoção tecnológica.

H_{1b}: A capacidade absorptiva influencia os fatores comportamentais.

2.2 Fatores determinantes da adoção

2.2.1 Fatores extrínsecos

De acordo com a Innovation Diffusion Theory (IDT), a adoção de inovações depende mais dos atributos percebidos da inovação do que propriamente dos seus atributos técnicos.

Esses atributos, denominados de fatores extrínsecos, são: vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, testabilidade, observabilidade. Devido ao grau de operacionalidade das variáveis, apenas os três primeiros fatores serão analisados nesta pesquisa.

Dentre os cinco fatores, Rogers (2003) aponta que apenas a complexidade pode exercer influência negativa na taxa da adoção tecnológica. Aos cinco atributos, o autor acrescenta quatro fatores organizacionais: tipo de decisão, natureza dos canais de comunicação, sistema social e esforço do promotor da mudança. Moore e Benbasat (1991) apresentam três atributos adicionais aos já identificados por Rogers (2003): imagem, voluntariedade e demonstração de resultado. Contudo, os atributos citados pelo autor são considerados universais e foram validados por diversos autores baseados em estudos teórico/empíricos (e.g., Chakravarty & Dubinsky, 2005; Perez & Zwicker, 2010; Kapoor, Dwivedi, & Williams, 2014).

Para Rogers (2003), a vantagem relativa consiste na percepção de que a inovação é melhor que a tecnologia a que se propõe substituir. Essa vantagem pode se tratar de aspectos econômicos, sociais, conveniência e satisfação. Grol, Bosch, Hulscher, Eccles e Wensing (2007) colocam que características específicas da inovação podem influenciar a adoção de forma efetiva e, para eles, a vantagem relativa está associada ao fato de que tais características sejam percebidas como melhores do que os métodos de trabalho existentes e/ou alternativos. Em muitos casos, a percepção de vantagem relativa pode ser fortemente influenciada pelos hábitos do usuário, considerados como fator determinante na geração de resistência à adoção de inovação. A resistência do usuário pode ocorrer de diversas formas via ações coletivas e/ou individuais como: boicote, propaganda negativa ou mudança de comportamento (Gourville, 2005).

Quanto à compatibilidade, Rogers (2003) afirma que se refere à percepção sobre a consistência de uma inovação às condições existentes e necessidades dos seus potenciais adotantes, ressaltando que uma inovação incompatível com a estrutura ambiental, econômica e social dos usuários encontrará resistência na adoção. A inovação é melhor aceita quando contribui para a satisfação das necessidades dos indivíduos (Chakravarty & Dubinsky, 2005).

A complexidade refere-se à percepção sobre a facilidade ou dificuldade de usar uma inovação. Inovações mais simples de utilizar são mais adotadas do que aquelas que requerem mais habilidades e conhecimentos (Rogers, 2003). Para Greenhalgh, Robert, Macfarlane, Bate e Kyriakidou (2004), as inovações menos complexas são mais facilmente adotadas e quanto menor for a barreira de resposta à inovação no ambiente organizacional, mais fácil será sua assimilação. Mesmo que uma inovação tenha um grande potencial de sucesso de gerar benefícios, esta poderá ser rejeitada pela novidade, complexidade e desconhecimento para o usuário (Alexander, Lynch, & Wang, 2008).

Considerando-se que os fatores extrínsecos (Vantagem Relativa; Complexidade e Compatibilidade) influenciam a adoção de tecnologias pelos produtores rurais, formulou-se as seguintes hipóteses:

H₂: Os fatores extrínsecos influenciam a adoção de novas tecnologias.

H_{2a}: A Complexidade influencia negativamente a adoção de novas tecnologias.

H_{2b}: A Vantagem Relativa influencia positivamente a adoção de novas tecnologias.

H_{2c}: A Compatibilidade Tecnológica apresenta influência no nível de adoção tecnológica.

2.2.2 Fatores comportamentais

Fatores extrínsecos e intrínsecos são importantes preditores do comportamento. No

contexto específico do pequeno produtor rural, a complexidade se destaca como uma das variáveis mais importantes, isso porque pode estar associada a fatores como custo de mudança e risco. A complexidade é crucial na tomada de decisão sobre a adoção de uma tecnologia, mesmo já se conhecendo seus resultados potenciais. Os pequenos agricultores têm alta aversão ao risco, principalmente aqueles que dependem dos resultados da produção para a sua sobrevivência (Souza Filho *et al.*, 2011).

No caso dos fatores intrínsecos, os benefícios percebidos, isto é, vantagens diretas e indiretas resultantes do comportamento do indivíduo (Lee, 2009), podem impactar o comportamento do pequeno produtor. No caso estudado, referem-se às vantagens relativas esperadas da adoção da tecnologia. A ausência de vantagens relativas pode desmotivar o produtor e diminuir o seu nível de adoção tecnológica (Lee, Cheung, & Chen, 2005). A falta de motivação pode resultar de comportamentos como: passividade, aceitação fingida, sabotagem oculta ou rejeição na implementação e uso de novos conhecimentos. Ainda, pode decorrer de desinteresse pela melhoria ou expansão da própria atividade por não enxergar perspectivas de valorização dos produtos oriundos da mesma no mercado (Lee, Cheung, & Chen, 2005). Assim, formularam-se as seguintes hipóteses:

H₃: Os fatores extrínsecos influenciam os fatores comportamentais.

H_{3a}: A Complexidade influencia negativamente os fatores comportamentais.

H_{3b}: A Vantagem Relativa influencia positivamente os fatores comportamentais.

H₄: Os fatores comportamentais apresentam influência no nível de adoção tecnológica.

2.2.3 Fatores culturais

Existem estudos que buscam entender como fatores culturais influenciam algumas atitudes das pessoas, inclusive na predisposição à adoção de novas tecnologias. Por exemplo, Al-Gahtani, Hubona e Wang (2007) elaboraram um modelo que testa as diferentes predisposições à aceitação de uso de tecnologia em diferentes países, possuindo resultado significativamente diferente neles. Desta forma, chegou-se às seguintes hipóteses:

H_{5a}: Os fatores culturais influenciam os fatores comportamentais.

H_{5b}: Os fatores culturais apresentam influência no nível de adoção tecnológica.

3. Metodologia

Esta pesquisa foi dividida em dois estudos diferentes, sendo o primeiro qualitativo e o segundo quantitativo. O estudo qualitativo teve como objetivo o desenvolvimento das medidas de escala, com a especificação do domínio dos construtos, geração de itens, validação de conteúdo e construção do instrumento de pesquisa (Churchill, 1979; Netmeyer, Bearden, & Sharma, 2003; Hinkin, 2005; Costa, 2011). Churchill (1979) menciona que a construção de uma escala não deve ser necessariamente enrijecida, podendo ser adaptada de acordo com as dificuldades do campo, prezando sempre pela qualidade dos dados.

Já o estudo quantitativo tratou, em um primeiro momento, da coleta de dados e purificação da escala, dos testes de confiabilidade e validação da escala. Ato contínuo, análises dos antecedentes da adoção de novas tecnologias em caprinocultura foram realizadas (Vivek, Beatty, Dalela, & Morgan, 2014). Para tal, foi realizado um estudo de corte transversal único, por meio da aplicação de um *survey* (Churchill, 1995; Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 2009), com a escala criada no processo qualitativo do trabalho. Todo o processo será detalhado a seguir.

3.1 Estudo Qualitativo

Para a construção de uma escala de pesquisa, este estudo baseou-se inicialmente em seis construtos teóricos que formam a escala de capacidade de adoção de novas tecnologias: grau de adoção das tecnologias; instrumentos de difusão e transferência de tecnologias; capacidade de absorção tecnológica; fatores influenciadores extrínsecos; fatores influenciadores comportamentais; e fatores influenciadores culturais. Esses construtos foram levantados a partir do trabalho de Rogers (2003).

Além do levantamento dos principais conceitos relacionados à capacidade absorptiva na literatura, realizou-se um grupo focal moderado por um dos autores deste artigo. Utilizou-se os construtos e itens de escala gerados na revisão bibliográfica como roteiro a ser discutido conjuntamente por sete pesquisadores e técnicos da EMBRAPA Caprinos e Ovinos e da Secretaria de Agricultura de Sobral-CE.

Para gerar os itens de escala e confirmar os construtos, foram realizadas análises de conteúdo do relatório do grupo focal (que contribuiu mais para a definição das tecnologias) e da literatura encontrada sobre capacidade de absorção de novas tecnologias. Com base na análise de conteúdo, mais dois construtos foram adicionados, totalizando oito, nos quais estão inseridos um total de 34 itens de escala. A partir dos itens de escala gerados, foi elaborada uma primeira versão do instrumento de pesquisa, que foi submetida à validade de conteúdo e de face (Costa, 2011).

3.2 Estudo Quantitativo

O processo de validação da escala ocorreu por meio de testes de natureza quantitativa, demonstrando-se a realização da coleta de dados, a purificação da escala e análise das validades convergente, discriminante e confiabilidade. A versão final do questionário foi aplicada a 62 caprinocultores do estado do Ceará, dentre os meses de novembro e dezembro de 2017.

Com os dados, utilizaram-se as técnicas Análise Fatorial Exploratória (AFE) e Regressão Linear Múltipla para teste das hipóteses de pesquisa levantadas da literatura. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 24.0. Cumpre ressaltar que a AFE serviu para aferir os fatores não observáveis da escala, bem como realizar a sua validade convergente.

As regressões foram estimadas considerando-se as hipóteses emersas da literatura, apresentadas no referencial teórico, com o seguinte modelo linear (Eq. 1):

$$AT = \alpha + \beta IA + \beta CP + \beta VT + \beta C + \beta COMP + \beta VALOR + \beta CULT + \epsilon \quad (1)$$

Onde:

AT = Adoção da tecnologia
IA = Intenção de adotar
CP = Conhecimento prévio
VT = Vantagem da tecnologia
C = Complexidade
COMP = Compatibilidade
VALOR = Valor
CULT = Cultura

4. Análise dos resultados

Para análise do perfil da amostra, foram consideradas tanto variáveis sociodemográficas dos respondentes, como sexo, idade e renda, quanto variáveis relacionadas ao porte dos seus negócios. Com efeito, dos 62 respondentes, 34 são do sexo feminino, representando 54,8% da amostra. A média de idade é de aproximadamente 46 anos, tendo o quartil inferior idade até 34 anos e quartil superior acima dos 64 anos. Quanto à escolaridade, cerca de 30% da amostra, totalizando 20 respondentes, não possuem instrução formal, enquanto outros 45,1% possuem ou o ensino fundamental completo (14,5%) ou incompleto (30,6%). Em conjunto, essas três categorias representam cerca 80% da amostra (48 respondentes). No que concerne ao porte financeiro dos seus negócios, 93,5% revelaram ganhar uma renda mensal agropecuária de até R\$ 820,00: 72,6% indicaram possuir uma renda de até R\$ 410,00 por mês, ao passo que outros 19,4% ganham entre R\$ 410,01 e R\$ 820,00. Por outro lado, ao se analisar a renda pecuária, 93,5% da amostra, totalizando 57 respondentes, ganha até R\$ 640,00. Com relação aos efetivos caprino, ovino e bovino de seus negócios, o ovino foi o que possuiu a maior quantidade criada pela amostra, com cerca de 380 animais e média de 21 cabeças por criador.

A pesquisa qualitativa apontou para a divisão da variável de adoção tecnológica em duas variáveis representando processos e abordagens diferentes, identificados nas entrevistas. Assim, optou-se pela análise da adoção de tecnologias alimentares separadamente da adoção de tecnologias sanitárias. Em seguida, com a análise do perfil da amostra, buscou-se verificar a validade dos construtos, que, neste estudo, foi avaliada por meio da análise das validades convergente e discriminante. A Tabela 1 mostra detalhadamente como ficaram as dimensões da escala, bem como os índices AVE (*Average Variance Extrated*), CR (*Composite Reliability*) e Alpha de Cronbach. Ao se analisar as cargas fatoriais obtidas por meio da AFE, verificou-se a necessidade de separação dos itens relacionados aos manejos alimentar e sanitário, o que gerou a divisão dos construtos Adoção das Tecnologias, Conhecimento Prévio de Tecnologias, Complexidade Percebida e Percepção de Benefício em dois.

Tabela 1 - Validade e Confiabilidade

Construto	Variáveis	Cargas Fatoriais	AVE	CR	Alpha
AS - Adoção Sanitária	AS1	0,731	56,04%	0,793	0,626
	AS2	0,778			
	AS3	0,736			
AA - Adoção Alimentar	AA1	0,775	61,32%	0,76	0,454
	AA2	0,791			
IAA - Intenção de Adotar Sanitário	IAS1	0,897	81,18%	0,896	0,789
	IAS2	0,905			
IAS - Intenção de Adotar Alimentar	IAA1	0,899	78,69%	0,881	0,751
	IAA2	0,875			
CPS - Conhec. Prévio Tecnologia e Benefícios Sanitários	CPS1	0,921	86,22%	0,926	0,957
	CPS2	0,936			
	CPS3	0,921			
	CPS4	0,936			
CPA - Conhec. Prévio Tecnologia e Benefícios Alimentares	CPA1	0,883	77,35%	0,872	0,910
	CPA2	0,876			
	CPA3	0,883			
	CPA4	0,876			

VT - Vantagem das Tecnologias	VT1	0,862	73,56%	0,933	0,895
	VT2	0,843			
	VT3	0,853			
	VT4	0,853			
	VT5	0,877			
CS - Complexidade Sanitária	CS1	0,955	90,54%	0,95	0,938
	CS2	0,948			
CA - Complexidade Alimentar	CA1	0,888	82,12%	0,902	0,824
	CA2	0,924			
COMP - Compatibilidade	COMP1	0,771	60,22%	0,858	0,778
	COMP2	0,811			
	COMP3	0,721			
	COMP4	0,798			
VALOR - Valorização	VALOR1	0,926	87,24%	0,932	0,848
	VALOR2	0,942			
CULT - Cultura	CULT1	0,917	82,63%	0,905	0,757
	CULT2	0,901			

Fonte: Elaboração própria.

Para a análise discriminante, foi utilizado o critério de Fornell-Larcker, que compara a raiz quadrada da variância média extraída (AVE) com a correlação dos construtos. Os resultados do teste indicam que todos os construtos da escala obedecem ao critério adequadamente.

Atestada a validade da escala desenvolvida para o estudo, foram iniciados os testes das hipóteses de pesquisa. Para tal, foram realizadas quatro regressões lineares utilizando-se como variáveis dependentes as dimensões Sanitária e Alimentar dos construtos Adoção Tecnológica e Intenção de Adotar Novas Tecnologias.

A primeira regressão estimada teve como intuito aferir a influência das variáveis independentes, elencadas nas hipóteses de pesquisa H1a, H2(a, b, c), H4 e H5a, especificamente sobre a Adoção de Novas Tecnologias de Manejo (dimensão sanitária) pelos criadores. Dentre as variáveis independentes testadas apenas três apresentaram relação significativa com a variável Adoção Tecnológica, quais sejam: Intenção de Adotar ($\beta_S = 0,377$; $p < 0,01$), Complexidade ($\beta_S = 0,316$; $p < 0,01$) e Compatibilidade Tecnológica ($\beta_S = 0,266$; $p < 0,01$). O efeito das variáveis foi confirmado pelos bons índices apresentados pelo modelo de regressão. O modelo apresentou significância ($p < 0,01$) e um alto poder explicativo ($R^2 = 0,606$), superando os 60% de explicação da variável dependente pelas variáveis independentes presentes na análise.

Por conseguinte, um segundo modelo de regressão foi construído com o intuito de se examinar a influência das variáveis independentes sobre a dimensão alimentar da Adoção de Novas Tecnologias. Com base na análise do modelo, observou-se que os construtos Capacidade Absortiva ($\beta_A = 0,381$; $p < 0,01$), Intenção de Adotar Novas Tecnologias ($\beta_A = 0,341$; $p < 0,01$) e Complexidade ($\beta_A = 0,305$; $p < 0,01$) impactam na dimensão alimentar da Adoção de Novas Tecnologias. Tais resultados são suportados por bons coeficientes de ajuste do modelo. Com uma significância geral abaixo de 1%, o coeficiente de determinação do modelo (R^2) alcançou 0,634.

Os resultados encontrados no primeiro e no segundo modelo de regressão revelaram que

as Hipóteses H2c, H4 e H1a foram confirmadas. Entretanto, apenas a variável independente Intenção de Adotar Novas Tecnologias apresentou efeito significativo em ambas as dimensões sanitária e alimentar. Diferente das demais, a variável Capacidade Absortiva apresentou efeito significativo apenas na dimensão alimentar, enquanto a variável Compatibilidade Tecnológica apenas na dimensão sanitária. Por outro lado, as Hipóteses H2a, H2b e H5a foram refutadas. Tais resultados indicam que, embora a variável Complexidade tenha impacto significativo sobre a Adoção Tecnológica sanitária e alimentar, as relações apresentaram coeficientes positivos ($\beta_S = 0,316$; $\beta_A = 0,305$); refutando a hipótese H3a. Os resultados também indicam não haver influências das variáveis Vantagem Relativa e Fatores Culturais sobre a Adoção de Novas Tecnologias.

Por conseguinte, foram realizados os procedimentos necessários ao teste das Hipóteses H1b, H3(a, b) e H5b. Para tal, novos modelos de regressão foram construídos. Inicialmente, foram examinadas a influência das variáveis independentes sobre a dimensão sanitária da Intenção de Adotar Novas Tecnologias.

Com um indicador de ajuste geral do modelo significativo ($p < 0,01$) e um coeficiente de determinação de 0,276, apenas a variável Complexidade apresentou um impacto significativo ($p < 0,01$) sobre a Intenção de Adotar Novas Tecnologias – sanitária. Apesar de se caracterizar como a única variável do modelo, a Complexidade apresentou um forte efeito positivo sobre a variável dependente ($\beta_S = 0,526$); o que explica o alto poder de explicação do modelo mesmo contando com apenas uma variável. Entretanto, a Complexidade apresentou impacto positivo sobre a variável dependente, refutando a Hipótese H3a.

Em seguida, o mesmo procedimento foi realizado para identificar a influência das variáveis independentes sobre a dimensão alimentar da Intenção de Adotar novas Tecnologias. Com uma significância geral do modelo satisfatória ($p < 0,01$) e um coeficiente de determinação de 0,152, o modelo construído também contou com apenas uma variável. Diferente do modelo anterior, entretanto, a variável Capacidade Absortiva apresentou uma relação significativa com a dimensão Alimentar ($\beta_A = 0,389$; $p < 0,01$).

Analisando-se os dois modelos, observa-se que apenas a Hipótese H1b foi confirmada, indicando haver uma relação positiva entre a variável Capacidade Absortiva e o construto Intenção de Adotar Novas Tecnologias. Por outro lado, as Hipóteses H3(a, b) e H5b foram refutadas, mostrando não haver efeito das variáveis Vantagem Relativa e Fatores Culturais sobre a variável dependente. Essas variáveis, ademais, não apresentaram impacto em nenhum dos modelos construídos. Igualmente, a relação entre a Complexidade e a variável dependente foi refutada por apresentar uma relação positiva. Uma síntese dos testes de hipótese, é apresentada na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Síntese dos testes de hipótese da pesquisa

	Hipótese		β Padronizado	t	Situação
H1a	Capacidade Absortiva → Adoção de Novas Tecnologias		$\beta_S = -0,658$ $\beta_A = 0,381$	AT _S : 0,685 AT _A : 3,961***	Corroborada
H1b	Capacidade Absortiva → Intenção de Adotar Novas Tecnologias		$\beta_S = 0,075$ $\beta_A = 0,389$	AT _S : 0,601 AT _A : 3,275***	Corroborada
H2a	Complexidade → (-) Adoção de Novas Tecnologias		$\beta_S = 0,316$ $\beta_A = 0,305$	AT _S : 2,965*** AT _A : 3,283***	Refutada
H2b	Vantagem Relativa → Adoção de Novas Tecnologias		$\beta_S = -0,029$ $\beta_A = 0,027$	AT _S : -0,344 AT _A : 0,327	Refutada

H2c	Compatibilidade Tecnológica → Adoção de Novas Tecnologias	$\beta_S = 0,266$ $\beta_A = 0,152$	AT _S : 0,266*** AT _A : 1,297	Corroborada
H3a	Complexidade → (-) Intenção de Adotar Novas Tecnologias	$\beta_S = 0,526$ $\beta_A = 0,138$	AT _S : 4,787*** AT _A : 1,000	Refutada
H3b	Vantagem Relativa → Intenção de Adotar Novas Tecnologias	$\beta_S = -0,001$ $\beta_A = 0,163$	AT _S : -0,006 AT _A : 1,374	Refutada
H4	Intenção de Adotar Novas Tecnologias → Adoção de Novas Tecnologias	$\beta_S = 0,377$ $\beta_A = 0,341$	AT _S : 3,837*** AT _A : 3,916***	Corroborada
H5a	Fatores Culturais → Adoção de Novas Tecnologias	$\beta_S = 0,122$ $\beta_A = 0,078$	AT _S : 1,232 AT _A : 0,879	Refutada
H5b	Fatores Culturais → Intenção de Adotar Novas Tecnologias	$\beta_S = -0,128$ $\beta_A = 0,104$	AT _S : -1,092 AT _A : 0,811	Refutada

Fonte: Elaboração própria.

5. Discussão

Conforme esperado, comprovou-se que a capacidade absorptiva influencia o nível de adoção tecnológica (H1a), em especial na dimensão alimentar. Os pequenos produtores pesquisados já possuíam amplo conhecimento prévio da atividade, normalmente ensinada pelos pais, o que leva a inferir que possuem a capacidade de reconhecer o valor das tecnologias apresentadas pelas instituições de assistência técnica e extensão rural, atestando o que disseram Cohen e Levinthal (1990) e corroborando os resultados do estudo qualitativo (sem escala) de Cassol, Zapalai e Cintra (2017) e Cassol *et al.* (2016).

Os resultados indicam que a capacidade absorptiva influencia os fatores comportamentais (H1b), visto que quanto maior é a capacidade absorptiva de um determinado grupo, menor é a aversão ao risco dos pequenos produtores. Conforme foi visto na literatura, a variável risco é crucial na tomada de decisão sobre a adoção de uma tecnologia e os pequenos agricultores são altamente suscetíveis e têm aversão ao risco, principalmente aqueles que dependem dos resultados da produção para a sua sobrevivência (Souza Filho *et al.*, 2011). Porém, como se pôde verificar com a confirmação da hipótese H1b, a capacidade absorptiva contribui para minimizar esse efeito.

Também foi comprovado que outros fatores comportamentais apresentam influência, em ambas as dimensões, no nível de adoção tecnológica (H4). Comportamentos como aversão ao risco (Souza Filho *et al.*, 2011), benefícios percebidos (Lee, 2009) e falta de motivação (Lee, Cheung, & Chen, 2005), dentro outros, realmente interferem positiva ou negativamente na adoção pelos pequenos produtores pesquisados. O baixo nível de renda reforça a aversão ao risco dada a possibilidade de perdas com a mudança na forma de cuidar dos animais e no risco de aumento de desembolso em dinheiro decorrente da adoção da tecnologia.

O estudo demonstrou que a compatibilidade tecnológica apresenta influência no nível de adoção tecnológica (H2c), conforme preconizou Rogers (2003). No caso, existe um amplo conhecimento sobre a estrutura ambiental, econômica e social dos pequenos produtores por parte das organizações provedoras das tecnologias, o que já faz a maioria das inovações estudadas serem compatíveis com a realidade deles.

Por outro lado, ao contrário do que indica a literatura (Rogers, 2003; Grol *et al.*, 2007; Alexander, Lynch, & Wang, 2008), as hipóteses H2(a, b), H3(a, b), H5(a, b) foram refutadas. Os resultados demonstram que a teoria existente sobre capacidade absorptiva e transferência de

tecnologia pode não ser a mais adequada para a realidade dos pequenos produtores rurais. Isso se deve à já mencionada concentração do crescimento da agropecuária brasileira em poucas e grandes propriedades (Alves, Santana, & Contini, 2016), fazendo com que os pequenos produtores não sejam vistos ou possam se engajar em um processo de crescimento que envolva adoção de novas tecnologias.

6. Conclusões, limitações e sugestões

Conclui-se, que para o tipo de produtor rural estudado, a avaliação da adoção pode se dar diferentemente quando a natureza da tecnologia se altera, neste caso tecnologias alimentares e sanitárias. Assim, as capacidades absorptivas dos produtores só são importantes na adoção das tecnologias alimentares, enquanto a compatibilidade é somente importante para a adoção das tecnologias sanitárias. Contudo, estes dois tipos de tecnologias se assemelham em adoção por conta da complexidade e da vantagem relativa não serem importantes nem na intenção e nem na adoção destas tecnologias. Pode-se sugerir aos extensionistas e técnicos responsáveis pela TT para estes produtores que construam estratégias diferentes para cada um dos tipos considerados.

Ao se observar a etapa inicial de validação da escala, como se trata de um esforço de construção original, não foi possível realizar a validação de critério de grupo conhecido e nomológica, o que constitui uma limitação da pesquisa. Porém, este estudo abre um caminho para pesquisas futuras, visto que já apresenta uma aplicação a um grupo conhecido. Recomenda-se, para estudos futuros, que haja uma maior abrangência da pesquisa e que a escala possa ser utilizada para comparação com outras regiões e produtores de outros setores econômicos.

Finalmente, a escala proposta pode contribuir para o tratamento quantitativo dos determinantes da adoção de novas tecnologias por pequenos produtores rurais que, no âmbito acadêmico, vêm sendo estudados numa perspectiva qualitativa. A escala, portanto, pode auxiliar pesquisas futuras a identificar demais determinantes da adoção de inovação tecnológica.

7. Referências

- Alexander, D., Lynch, J., & Wang, Q. (2008). As time goes by: do cold feet follow warm intentions for really new versus incrementally new products? *Journal of Marketing Research*, 45(3), 307-319.
- Alves, E., Santana, C., & Contini, E. (2016). Extensão Rural: Seu Problema Não é a Comunicação. In Vieira Filho, J. & Gasques, J. (Orgs.). *Agricultura, Transformação Produtiva e Sustentabilidade*. Brasília: IPEA.
- Atrasas, A., Sacomano, J., & De Lorenzo, H. (2012). Redes de empresas: transferência de tecnologia para o agronegócio – o caso EMBRAPA. *FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão*, 15(1), 21-33.
- Boozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4-5), 627-655.
- Braga, E., Pio, M., & Antunes, A. (2009). O processo de transferência de tecnologia na indústria têxtil. *Journal of technology management & innovation*, 4(1), 125-133.
- Cassano, F., Silva, A., Souza, J., Frias, L., Carneiro, L., & Freitas, M. (2013). A transferência tecnológica na internacionalização de empresa brasileira do setor de máquinas e implementos agrícolas em mercado internacional competitivo: um estudo de caso da empresa Jacto S/A. *Revista de Economia Mackenzie*, 10(1), 10-38.
- Cassol, A., Gonçalves, C., Santos, A., & Ruas, R. (2016). A administração estratégica do capital intelectual: um modelo baseado na capacidade absorptiva para potencializar inovação. *Iberoamerican Journal of Strategic*

- Management*, 15(1), 27-43.
- Cassol, A., Zapalai, J., & Cintra, R. (2017). Capacidade absorptiva como propulsora da inovação em empresas incubadas de Santa Catarina. *Revista Ciências Administrativas*, 23(1), 9-41.
- Cassol, A., Zanesco, D., Martins, C., & Marietto, M. (2019). Capacidade absorptiva como moderadora da relação entre inovatividade organizacional e desempenho inovador de pequenas e médias empresas brasileiras. *Interciencia*, 44(1), 15-22.
- Chakravarty, S., & Dubinsky, A. (2005). Individual investors' reactions to decimalization: Innovation diffusion in financial markets. *Journal of Economic Psychology*, 26(1), 89-103.
- Churchil, G. (1979). A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs, *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64-73.
- Closs, L., & Ferreira, G. (2012). A transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto brasileiro: uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009. *Gestão e Produção*, 19(2), 419-432.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 35(1), 128-152.
- Costa, F. (2011). *Mensuração e Desenvolvimento de Escalas: Aplicações em Administração*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna.
- Dereti, R. (2009). Transferência e validação de tecnologias agropecuárias a partir de instituições de pesquisa. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 19, 29-40.
- Dos Santos, M., & Torkomian, A. (2013). Technology transfer and innovation: The role of the Brazilian TTOs. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 12(1), 89-111.
- Ferreira, G., & Ferreira, J. (2017). Absorptive capacity: An analysis in the context of brazilian family firms. *Mackenzie Management Review*, 18(1), 174-204.
- Gourville, J. (2005). The curse of innovation: A theory of why innovative new products fail in the marketplace. *HBS Marketing Research Paper*, (05-06).
- Greenhalgh, T., Robert, G., Macfarlane, F., Bate, P., & Kyriakidou, O. (2004). Diffusion of innovations in service organizations: systematic review and recommendations. *The Milbank Quarterly*, 82(4), 581-629.
- Grol, R., Bosch, M., Hulscher, M., Eccles, M., & Wensing, M. (2007). Planning and studying improvement in patient care: the use of theoretical perspectives. *The Milbank Quarterly*, 85(1), 93-138.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R., & Tatham, R. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora.
- Hinkin, T. (2005). Scale development principles and practices. In Swanson, R. & Holton, E. (Orgs.). *Foundations and methods of inquiry*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.
- Kapoor, K., Dwivedi, Y., & Williams, M. (2014). Rogers' innovation adoption attributes: A systematic review and synthesis of existing research. *Information Systems Management*, 31(1), 74-91.
- Lane, P., Koka, B., & Pathak, S. (2006). The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct. *Academy of management review*, 31(4), 833-863.
- Lee, A., Wang, W., & Lin, T. (2010). An evaluation framework for technology transfer of new equipment in high technology industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(1), 135-150.
- Lee, M. (2009). Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit. *Electronic commerce research and applications*, 8(3), 130-141.
- Lee, M., Cheung, C., & Chen, Z. (2005). Acceptance of Internet-based learning medium: the role of extrinsic and intrinsic motivation. *Information & management*, 42(8), 1095-1104.
- Mussi, F., Scherer, L., & Stoeckl, K. (2016). Análise do processo de transferência de tecnologia: o caso da UEG Araucária. *Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, 6(3), 3422- 3436.
- Netmeyer, R., Bearden, W., & Sharma, S. (2003). *Scaling Procedures: Issues and Applications*. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.
- Paternolli, A. & Cancellier, E. (2017). Capacidade de absorção e inovação em empresas de pequeno porte. *Revista Alcance*, 24(1), 50-65.
- Penteado Filho, R. (2010). Diagnóstico e propostas de soluções para a transferência de tecnologia numa empresa pública de pesquisa agropecuária: o caso Embrapa. *PRISMA.COM*, (11), 86-102.
- Perez, G., & Zwicker, R. (2010). Fatores determinantes da adoção de sistemas de informação na área de saúde: um estudo sobre o prontuário médico eletrônico. *Revista de Administração Mackenzie*, 11(1).
- Rogers, E., Takegami, S., & Yin, J. (2001). Lessons learned about technology transfer. *Technovation*, 21(4), 253-261.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations*. Fifth edition. New York: Free Press.
- Moore, G., & Benbasat, I. (1991). Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an

- information technology innovation. *Information systems research*, 2(3), 192-222.
- Souza Filho, H., Buainain, A., Silveira, J., & Vinholis, M. (2011). Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 28(1), 223-255.
- Sznitowski, A., & Souza, Y. S. (2016). Capacidade de assimilação de conhecimentos e tecnologias no setor primário: estudo de casos em grandes propriedades rurais produtoras de soja. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 18(2), 171-185.
- Teixeira, I. et al. (2013). Inovações tecnológicas na caprinocultura. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14(1), 104-120.
- Todorova, G., & Durisin, B. (2007). Absorptive capacity: Valuing a reconceptualization. *Academy of management review*, 32(3), 774-786.
- Vieira Filho, J. (2016). A fronteira agropecuária brasileira: redistribuição produtiva, efeito poupa-terra e desafios estruturais logísticos. In Vieira Filho, J. & Gasques, G. (Orgs.). *Agricultura, Transformação Produtiva e Sustentabilidade*. Brasília: IPEA, 2016.
- Vivek, S., Beatty, S., Dalela, V., & Morgan, R. (2014). A generalized multidimensional scale for measuring customer engagement. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 22(4), 401- 420.
- Volberda, H., Foss, N., & Lyles, M. (2010). Absorbing the concept of absorptive capacity: How to realize its potential in the organization field. *Organization science*, 21(4), 931-951.
- Zahra, S., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of management review*, 27(2), 185-203.

A dinâmica de adoção de produtos inovadores e comportamento do consumidor em redes sociais

Thiago Ayres Barreira de Campos Barros

Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
email@thiagobarros.adm.br

Samuel Façanha Camara

Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
samuel.camara@uece.br

Fabiane de Barros Figueirêdo Cavalcante

Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
fabiane.cavalcante@aluno.uece.br

Danielle Miranda de Oliveira Arruda Gomes

Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
daniellearrudagomes@gmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo consistiu em analisar como a dinâmica de adoção de produtos inovadores é afetada pelo comportamento do consumidor em redes sociais. Para tanto, foi realizada uma pesquisa quantitativa de caráter descritivo e explicativo. Os dados foram obtidos por meio de 400 questionários válidos e analisados a partir do uso de técnicas de modelagem de equações estruturais utilizando-se do Partial Least Squares (PLS). Os resultados desta pesquisa apresentam tanto contribuição teórica, quanto para práticas empresariais. Em relação ao aporte teórico, os resultados obtidos fornecem subsídios para ampliação dos modelos de difusão da inovação, uma vez que a literatura carece de estudos que considerem de forma conjunta o comportamento do consumidor em rede e a dinâmica de adoção de produtos inovadores. Constatou-se, por exemplo, que: i) auto percepção de disseminador de opinião influencia a aceitação à inovação; ii) auto percepção de buscador de opinião influencia a aceitação à inovação; iii) atitudes de colaboração influenciam a aceitação à inovação; iv) aversão ao risco influencia auto percepção de buscador de opinião; v) atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia auto percepção de buscador de opinião; vi) aversão ao risco influencia atitudes de colaboração. No que tange à contribuição prática, os resultados alcançados fornecem dados úteis para a formação de estratégias de difusão de produtos inovadores em redes sociais.

Palavras chaves Produtos inovadores; Redes sociais; Comportamento do consumidor.

1. Introdução

O campo teórico da difusão e adoção de inovação teve como marco o trabalho seminal de Rogers e Cartano (1962). Em meados da década de 1970, a Teoria Social Cognitiva e a Teoria da Ação Fundamentada (Ajzen & Fishbein, 1975; Bandura, 1977), por possuírem variáveis relacionadas às pressões sociais do ambiente ou à influência das decisões grupais e individuais, vincularam a difusão da inovação às redes sociais. Esta aproximação ficou mais evidente com a Teoria do Modelo de Aceitação Tecnológica, a Teoria Decomposta do Comportamento

Planejado e a Teoria do Comportamento Planejado (Davis, 1985; Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989; Venkatesh, 2008), pois incluíram variáveis relacionadas à atitude e normas subjetivas aos modelos originais propostos por Rogers e Cartano (1962).

A proliferação das redes sociais e as tecnologias de informação e comunicação têm acarretado alterações no comportamento do consumidor (Santos, Alves, & Brambilla, 2016). Isto ocorre porque o avanço das tecnologias de comunicação proporciona diversas possibilidades de conexões entre consumidores de diferentes perfis, resultando em uma nova lógica mercadológica, que é orientada tanto por interdependência entre os diversos agentes nas redes de relacionamentos (Ozcan, 2007; Schwab, 2016), quanto por uma maior velocidade de difusão de inovações (Kimura, Basso, & Martin, 2008; Pantano & Gandini, 2017).

No que tange às redes sociais e à adoção de inovações, os escopos centrais de pesquisas anteriores são: interação, intermediação, marketing, discurso dos adotantes, formatos e estruturas das redes (e.g Hinz, Schulze, & Takac, 2014; Kreindler & Young, 2014; Pelc, 2017).

Especificamente em relação à adoção e continuidade de uso de produtos inovadores, estudos indicam que a resistência à inovação é uma razão significativa para a mortalidade de novos produtos (Heidenreich & Kraemer, 2016). No entanto, a influência social e interpessoal tem efeitos positivos na intenção de uso de novos produtos e de novas tecnologias por parte dos consumidores (Thomas & Vinuales, 2017). Desta maneira, estudos que foquem de forma conjunta o comportamento do consumidor em rede e a dinâmica de adoção de produtos inovadores, potencializada pelas novas mídias e tecnologias da informação e comunicação, são necessários para favorecer tanto a adoção, quanto a permanência de produtos inovadores no mercado. Ademais, sendo esta uma das questões centrais no que tange à sobrevivência das empresas inovadoras e seus produtos, a realização de trabalhos acadêmicos conectados ao empresarial pode favorecer um ambiente inovador (Gonzalez & Jiménez, 2014), o que torna este trabalho relevante.

Embora pesquisas concluam que a dinâmica de adoção de produtos inovadores é afetada pelo comportamento do consumidor em redes sociais, pouco se sabe sobre influências sociais, barreiras percebidas pelos consumidores e resistência à mudança em relação aos produtos inovadores (Matsuo, Minami, & Matsuyama, 2018). Observou-se, também, uma carência de estudos que expliquem, especificamente, como ocorre a interação entre os atores nas redes sociais em relação à adoção de produtos inovadores. Com o intuito de contribuir para a diminuição desta lacuna teórica, este estudo tem como objetivo geral analisar como a dinâmica de adoção de produtos inovadores é afetada pelo comportamento do consumidor em redes sociais.

Este objetivo geral é alcançado a partir dos seguintes objetivos específicos: i) estabelecer construtos que expliquem o comportamento do consumidor na adoção de produtos inovadores em redes sociais; ii) estabelecer o construto de auto percepção do consumidor em adotar inovações, iii) identificar a existência da relação entre o comportamento do consumidor em redes sociais e da auto percepção do consumidor em adotar inovações.

Os resultados desta pesquisa, obtidos por meio de estudo quantitativo, contribuem tanto para a ampliação dos modelos de difusão da inovação, quanto como um apoio às empresas que utilizam métodos de difusão de novos produtos e/ou serviços por meio de redes sociais, uma vez que fornecem informações úteis para a formação de estratégias de difusão de produtos inovadores em rede.

2. Referencial teórico

A difusão da inovação é feita tradicionalmente por dois tipos de canais: a mídia de massa (televisão, rádio, jornal) e os canais interpessoais (Rogers, 1995), que é o foco desta pesquisa. A rede social é uma representação dos canais interpessoais, das relações e interações entre indivíduos e possui um papel importante como meio de propagação de ideias e influências (Kimura et al., 2008).

No âmbito da difusão da inovação e das redes sociais, duas teorias podem ser citadas, a Teoria Social Cognitiva (Bandura, 1977) e a Teoria da Ação Fundamentada (Fishbein & Ajzen, 1975). A Teoria Social Cognitiva (Social Cognitive Theory - SCT) parte do pressuposto que a ação do indivíduo é influenciada pela observação do comportamento dos que estão ao seu redor e baseada em experiências pessoais (Bandura, 1989). De acordo com a Teoria da Ação Fundamentada (Theory of Reasoned Action – TRA) a execução de qualquer ação ou conduta é proveniente de comportamento consciente e voluntário. Sob um escopo mais delimitado na difusão da inovação e no comportamento do consumidor, tem-se o Modelo de Aceitação Tecnológica, a Teoria Decomposta do Comportamento Planejado e a Teoria do Comportamento Planejado. A Teoria do Comportamento Planejado (Theory of Planned Behavior – TPB), ao invés de perceber a relação de controles voluntários e conscientes do indivíduo, como na Teoria da Ação Fundamentada, apresenta fatores externos como contribuintes da adoção de um determinado comportamento.

A TPB adiciona um novo fator chamado de “controle do comportamento percebido”, o que possibilita um modelo de predição baseado tanto na intenção, quanto no comportamento final do indivíduo (Celuch, Goodwin, & Taylor, 2007). Desta maneira, reforça o elo entre o controle do comportamento e a intenção, porém, ainda preservando conceitos da TRA.

Portanto, mesmo sendo a TPB um aprimoramento da TRA, apenas os efeitos diretos dos fatores são considerados, o que não inclui crenças subjacentes, como o controle comportamental percebido, que é algo difícil de ser mensurado (García, 2011). De acordo com o Modelo de Aceitação Tecnológica (Technology Acceptance Model - TAM), as crenças, atitudes e intenções do consumidor apresentadas pela TRA explicam os fatores de aceitação de sistemas da informação (Borges, 2015).

A integração entre TPB e TAM é proposta por Lee (García, 2011), por meio da inserção de dois novos fatores: a consciência dos benefícios e o risco percebido. O primeiro, refere-se à percepção pelo indivíduo das vantagens diretas e indiretas com relação à consequência de seu comportamento. O segundo, refere-se ao cálculo prévio das potenciais perdas ao assumir uma determinada conduta.

A divulgação boca-a-boca dos consumidores é a mais poderosa das fontes de informação (Botti, Della, & Bem Noro, 2014), por ser percebida como imparcial e por ajudar a reduzir as incertezas oriundas de uma inovação (Santos, 2013). Sendo a percepção de risco um dos aspectos que contribuem para a lentidão de adoção de produtos inovadores (Borges, 2015; Matsuo, Minami, & Matsuyama, 2018) e na intenção de uso de novos produtos (Natarajan, Balasubramanian, & Kasilingam, 2017; Thakur & Srivasta, 2014), as fontes de informação oriundas de grupos de redes sociais apresentam influência na minimização do risco e na aceitação de novos produtos (Lian & Yen, 2014; Messing & Westwood, 2014; Thomas & Vinuales, 2017). Desta maneira, as pessoas que são influenciadas por líderes de opinião usam a busca de opinião como uma prática de redução de risco na tomada de decisão e/ou se motivam pelo desejo de fazer parte de um grupo, o que os leva a adotar os valores e crenças deste grupo e de seu líder (Sohn, 2005).

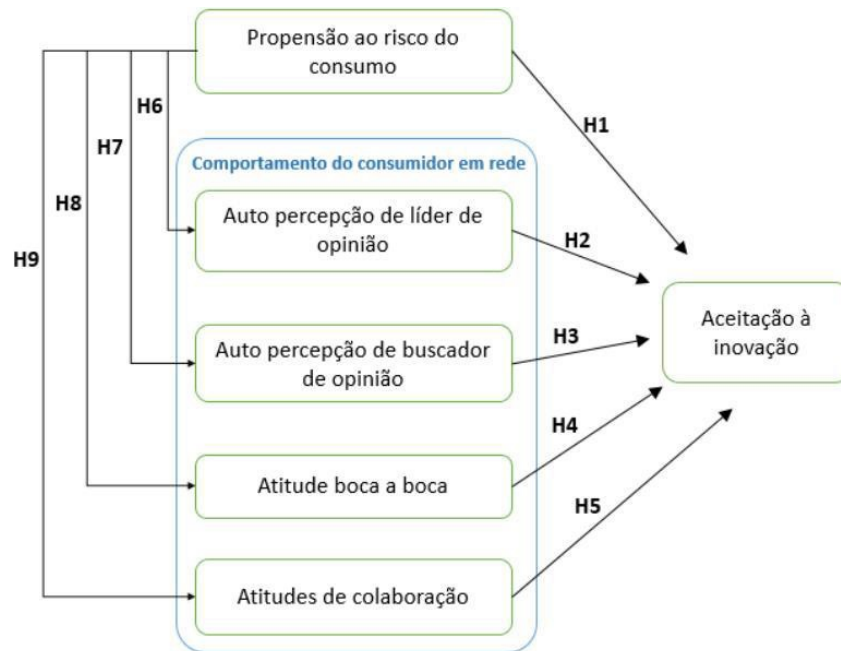
O comportamento colaborativo dos consumidores em redes sociais, notadamente no que tange à divulgação de informações, pode ter um efeito sobre a disseminação da inovação (Carragher, 2014; Flynn & Eastman, 1996). A construção de opinião por parte dos consumidores depende de dois fatores principais; o primeiro refere-se à forma como os líderes emitem opinião e influenciam outros consumidores e o segundo refere-se ao processo de propagação de informação na rede por parte dos buscadores e disseminadores de informações (Bhalerao & Pandey, 2017). Assim sendo, sugerem-se as seguintes hipóteses:

- H1: A aceitação de novos produtos depende da atitude dos consumidores em relação ao risco de se consumir algo novo;
- H2: A aceitação de novos produtos depende do comportamento de disseminação boca-a-boca de informações dos novos produtos;
- H3: A aceitação de novos produtos depende do comportamento colaborativo dos consumidores na rede e
- H4: A aceitação de novos produtos depende do comportamento de líderes e buscadores na construção de opiniões sobre o produto.

A partir destas quatro hipóteses gerais estabelecidas, sugere-se nove hipóteses que são apresentadas a seguir e representadas no Framework de Estimação (ver Figura 1):

- H1: Propensão ao risco influencia a aceitação à inovação;
- H2: Auto percepção de líder de opinião influencia a aceitação à inovação
- H3: Auto percepção de buscador de opinião influencia a aceitação à inovação
- H4: Atitude boca-a-boca influencia a aceitação à inovação
- H5: Atitudes de colaboração influenciam a aceitação à inovação
- H6: Propensão ao risco influencia a auto percepção de líder de opinião
- H7: Propensão ao risco influencia a auto percepção de buscador de opinião
- H8: Propensão ao risco influencia atitude boca-a-boca
- H9: propensão ao risco influencia atitudes de colaboração

Figura 1. Framework de Estimação



Fonte: Elaboração própria.

Em síntese, acredita-se que a difusão em rede depende: i) do comportamento do consumidor em relação ao risco (H1); ii) de suas relações de troca de conhecimento sobre a inovação a ser adotada (H2, H3, H4 e H5) e iii) das interrelações entre estes constructos de causa da adoção (H6, H7, H8 e H9).

3. Metodologia

Em virtude do objetivo desta pesquisa - analisar como a dinâmica de adoção de produtos inovadores é afetada pelo comportamento do consumidor em rede social - este artigo possui caráter descritivo e explicativo. Descritivo porque busca estabelecer correlação entre variáveis relativas ao campo do comportamento do consumidor e da difusão da inovação. Explicativo por buscar expor características de indivíduos em relação ao fenômeno de aceitação de produtos inovadores.

A coleta de dados ocorreu entre os meses de outubro de 2016 e janeiro de 2017, por meio de amostra não probabilística por acessibilidade. A fim de validar e testar o instrumento de coleta de dados, realizaram-se dois pré-testes com 10 pessoas cada um.

Após dois pré-testes, o questionário ficou composto por 34 questões divididas em seis blocos, sendo cada um correspondente a um construto da pesquisa - auto percepção de aceitação a inovações; auto percepção de líder de opinião; auto percepção de buscador de opinião; atitude percebida boca a boca; atitude percebida de colaboração e atitude percebida em relação ao risco de consumo. Estes seis construtos foram obtidos a partir da junção de escalas já aplicadas e validadas (e.g. Flynn, Goldsmith, & Eastman, 1996; Parasuraman, 2000; Rogers & Cartano, 1962).

A coleta de dados foi efetuada por meio de 423 questionários tipo *survey*, em escala *Likert* de cinco pontos, de “discordo totalmente” à “concordo totalmente”, que foram aplicados com pessoas que utilizaram redes sociais. Dos 423 questionários aplicados, 23 foram retirados ou por erros de preenchimento, ou excesso de missing values.

4. Análise

Ao analisar os 400 questionários válidos, observou-se que mais da metade dos respondentes possui de 15 a 30 anos de idade, sendo um percentual de 62,3% constituídos por mulheres. Quanto à escolaridade, 3,7% da amostra possuía até o 2º grau completo, sendo a maioria representada por indivíduos com ensino superior e em pós-graduação. Em relação à intensidade de uso das redes sociais por parte dos entrevistados, a partir de uma escala de 1 a 4 pontos, de ‘pouco uso’ a ‘uso intenso’ (ver Tabela 1), observou-se que a maioria afirmou fazer um “uso intenso”.

Tabela 1. Intensidade no uso de produtos em rede

Uso da rede	Frequência	Percentual válido	Percentual acumulado
Pouco uso	8	3,0	2,0
Uso moderado	35	8,8	10,8
Uso Constante	133	33,3	44,0
Uso intenso	224	56,0	100,0
Total	400	100	

Fonte: Elaboração própria.

Na análise fatorial exploratória, a extração indicou um KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) de 0,864, com um nível de significância (P) de 0,000, o que indica que todos os fatores possuem correlação suficientes (Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 2009). Foram necessárias algumas correções, sem que houvesse prejuízo ao modelo pois a variância total sofreu alteração de 14,57% para 15,4%. Em virtude das modificações efetuadas ao modelo, as hipóteses 1, 2, 4 e 6 foram modificadas (ver Quadro 1).

Para análise do modelo estrutural, foi inicialmente realizada uma medida da validade convergente para verificar a qualidade do instrumento de medição. Verificou-se que o modelo possui validade convergente, pois os construtos “auto percepção de aceitação à inovação” (AI), “disseminador de opinião” (DO), “buscador de opinião” (BO), “atitude percebida de colaboração” (COL), “atitude percebida em relação ao risco do consumo” (RISCO) e “aversão ao risco” (AV), apresentaram uma carga média de 0,864 e P-value igual a 0.001.

Em relação à validade, os construtos apresentaram p-value igual a 0,001 e os seguintes alpha de Crombach: AI = 0,813; DO = 0,847; BO = 0,819; COL = 0,883; RISCO = 0,781 e AV = 0,75, indicando consistência interna ao questionário uma vez que todos os índices foram acima de 0,6 (Kock, 2012). No modelo gerado retirou-se os construtos que apresentaram baixos coeficientes e/ou que não estavam com índice de significância aceitável, o que modificou a relação entre os construtos, porém, permanecendo dentro dos parâmetros propostos pela literatura.

Quadro 1. Hipóteses do framework de estimação ajustadas

Hipóteses do Framework Estimado	Hipóteses ajustadas
H1: Propensão ao risco influencia a aceitação a inovação	H1. a. Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia a aceitação à inovação; H1. b. Aversão ao risco influencia a Auto percepção de aceitação à inovação;
H2. Auto percepção de líder de opinião influencia a aceitação à inovação; H4. Atitude Boca a Boca influencia a aceitação à inovação;	H2+4 Auto percepção de disseminador de opinião influencia a aceitação à inovação;
H6. Propensão ao risco influencia o comportamento do consumidor em rede	H6. a. Aversão ao risco influencia Auto percepção de disseminador de opinião; H6. b. Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia a auto percepção de disseminador de opinião; H6 c. Aversão ao risco influencia Auto percepção de buscador de opinião; H6 d. Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia Auto percepção de buscador de opinião; H6 e. Aversão ao risco influencia Atitudes de Colaboração; H6 f. Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia Atitudes de Colaboração;

Fonte: Elaboração própria.

A diferença das modificações pode ser percebida nos índices de ajuste e qualidade do modelo (ver Tabela 2), onde a média dos coeficientes dos fatores passou de 0,168 para 0,278, mantendo o nível de significância. Essa melhora pode ser explicada pela remoção de relações não significantes entre os construtos. O ajuste do modelo também levou a um aumento da média dos quadrados, passando de 0,164 para 0,224 e mantendo o nível de significância, o que demonstra que houve aumento do poder explicativo do modelo ajustado. Por fim, o ajuste ocasionou um aumento de 1,071 para 1,119 no índice AVIF, mas, manteve a estabilidade do índice AFVIF (ver Tabela 2). A seguir, no item 5, discute-se a análise dos resultados aqui expostos, com base nas hipóteses do estudo e na literatura apresentada no referencial teórico.

Tabela 2. Índices de ajuste e qualidade do modelo

	Modelo Inicial		Modelo Ajustado	
	Resultado	p-value	Resultado	p-value
APC	0,168	< 0,001	0,278	< 0,001
ARS	0,164	< 0,001	0,224	< 0,001
AVIF	1,071		1,119	
AFVIF	1,386		1,386	

Fonte: Elaboração própria.

5. Discussão

As hipóteses propostas no framework de estimação (Figura 1, referencial teórico), após a análise dos resultados, foram modificadas (conforme explicado no item 4) e podem ser vistas na Tabela 3, com seus respectivos valores de β e “p”.

Tabela 3. Resultados das hipóteses

	Hipóteses	Valores		Situação
		β	p-value	
1 a	Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia a aceitação à inovação;	0,03	0,28	Rejeitada
1 b	Aversão ao risco influencia a Auto percepção de aceitação à inovação;	0,05	0,17	Rejeitada
2+4	Auto percepção de disseminador de opinião influencia a aceitação à inovação;	0,60	0,01	Aceita
3	Auto percepção de buscador de opinião influencia a aceitação à inovação;	0,22	0,01	Aceita
5	Atitudes de Colaboração influenciam a aceitação à inovação;	0,07	0,08	Aceita
6 a	Aversão ao risco influencia Auto percepção de disseminador de opinião;	0,04	0,23	Rejeitada
6 b	Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia a auto percepção de disseminador de opinião;	0,05	0,15	Rejeitada
7 a	Aversão ao risco influencia Auto percepção de buscador de opinião;	0,33	0,01	Aceita
7 b	Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia Auto percepção de buscador de opinião;	0,18	0,01	Aceita
9 a	Aversão ao risco influencia Atitudes de Colaboração;	0,28	0,01	Aceita
9b	Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia Atitudes de Colaboração	0,03	0,26	Rejeitada

Fonte: Elaboração própria.

A partir da interpretação dos β e significâncias (ver Tabela 3), as hipóteses H1a; H1b; H6b e H9b foram rejeitadas, as hipóteses H2+4; H3, H7a; H7b e H9a foram aceitas e a hipótese H5 foi aceita com restrição, conforme as explicações que seguem nos próximos parágrafos.

Com os valores do β e de significância respectivamente de 0,03 e 0,28, tem-se indício de que o construto “atitude percebida em relação ao risco do consumo” não influencia a “aceitação à inovação” (H1a) de uma forma direta. O impacto se dá de forma indireta e por meio da “auto percepção de buscador de opinião” (H7b), uma vez que atitude percebida em relação ao risco impacta neste último constructo, com um beta de 0,18 e uma significância menor que 0,0. Esta relação se estabelece porque as opiniões e recomendações buscadas elevam o grau de confiança na nova tecnologia, já que se tratam de fontes de opinião aceitas como neutras (Bentivegna, 2003), o que permite ao indivíduo minimizar o risco do consumo de algo ainda pouco conhecido.

Ambas hipóteses derivadas do risco: “aversão ao risco influencia auto percepção de disseminador de opinião” (H6a) e “atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia a auto percepção de disseminador de opinião” (H6b) foram rejeitadas com valores p de 0,23 e

0,15, respectivamente. O risco envolvido na hipótese “H6a” refere-se a uma característica pessoal não está relacionado ao consumo, uma vez que a autoconfiança (provavelmente advinda de um grande conhecimento do produto), a atitude favorável em relação ao risco, a alta atividade social e a “mente aberta” são características de líderes de opinião (Chan & Misra, 1990). Neste caso, o risco não é um fator de impacto para as pessoas que disseminam informações (líderes de opinião).

A hipótese “Atitude percebida em relação ao risco do consumo influencia atitudes de Colaboração” (H9 b) não possui relação significativa, isso pode ser explicado pelo fato de o construto “Atitude de Colaboração” buscar medir o quanto o indivíduo se percebe fazendo parte de um grupo. A hipótese que relaciona a influência da aversão ao risco sobre as atitudes de colaboração (H9 a) apresenta um relevante beta (0,27) e uma significância de $p < 0,01$; pode-se, portanto, inferir que aversão ao risco - desta vez sem envolvimento do consumo de algum produto, mas resultante da característica individual de buscar atitudes arriscadas – faz com que o indivíduo busque informações e sofra influência das decisões grupais (Borges, 2015; García, 2011).

A rejeição da hipótese (H1 b), “aversão ao risco influencia a auto percepção de aceitação à inovação”, pode ser explicada pelo fato de que o construto “risco” nesta pesquisa ser de natureza pessoal e não relacionado ao consumo, pois é formado por itens como “prefiro prevenir a remediar”. A hipótese (H7 a), “Aversão ao risco influencia auto percepção de buscador de opinião, foi aceita, o que pode ser explicado por se tratar de uma característica do indivíduo, que está relacionada à busca de opinião como uma maneira de reduzir o seu risco durante a tomada de decisão (Sohn, 2005).

A hipótese “Auto percepção de disseminador de opinião influencia a aceitação à inovação” (H2+4) foi aceita e apresentou o mais alto índice de relação (com um beta de 0,60), o que demonstra que comunicação boca a boca é, em geral, mais confiável aos consumidores do que a propaganda (Chan & Misra, 1990) e que os líderes que disseminam essas opiniões exercem influência nas outras pessoas (Rogers & Cartano, 1962), sendo esta influência especialmente significativa para o sucesso da difusão da inovação (Rogers, 2003).

A hipótese “Atitudes de colaboração influenciam a aceitação à inovação” (H5) foi considerada aceita neste trabalho, mesmo apresentando uma significância de 0,08. Esta decisão se deve ao fato de que as suas variáveis atingiram as médias mais altas na pesquisa, mostrando o quanto a ligação e a identificação do indivíduo com seu grupo social são importantes. A relevância disso para a adoção de inovações pode ser explicada pelo fato de que o desejo de ser membro de um grupo leva o indivíduo a adotar valores e crenças, tanto do grupo, quanto de seus líderes (Sohn, 2005). Essas relações podem resultar tanto de elos fracos, grupos de colegas e conhecidos, quanto de elos fortes ou grupos de influência, como os amigos e família (Bentivegna, 2002; Granovetter, 1983; Kaufman 2012), sendo que ambos possuem importância na hora de ajudar o indivíduo a lidar com as incertezas inerentes à adoção da inovação (Bentivegna, 2002).

A hipótese H3: “Auto percepção de buscador de opinião influencia a aceitação à inovação” apresentou uma relação negativa de -0,22 mostrando que, perguntas como “sinto-me mais confortável usando novos produtos depois de ouvir a opinião de outras pessoas”. É possível inferir que o indivíduo que mais se percebe como buscador de opinião seja menos propenso a aceitar algo novo e seus riscos inerentes, por ser ou estar no momento do consumo ainda pouco convencido, uma vez que, segundo Sohn (2005), a busca de opinião é uma prática de redução de risco na tomada de decisão.

6. Conclusões

Neste artigo, investigou-se como a dinâmica de adoção de produtos inovadores é afetada pelo comportamento do consumidor em redes sociais. Com o uso de metodologia de abordagem quantitativa e utilização de equações estruturais, sugeriram-se dez construtos para explicar como ocorre o comportamento do consumidor na adoção de produtos inovadores em rede social, atendendo aos objetivos específicos.

No que tange ao primeiro objetivo específico, estabelecer construtos que expliquem o comportamento do consumidor na adoção de produtos inovadores em rede, foram propostos 5 construtos: (i) auto percepção de disseminador de opinião; (ii) auto percepção de buscador de opinião; (iii) atitude percebida de colaboração; (iv) Atitude percebida em relação ao risco do consumo e (v) aversão ao risco. Estes construtos se mostraram bastante explicativos em suas relações quando se deseja mensurar a força do impacto que a busca de opinião (Chan & Misra, 1990; Sohn, 2005), a disseminação de opinião (Bentivegna, 2003; Pires, 2003; Santos, Alves, & Brambilla, 2016) e as atitudes de colaboração (Carneiro da Cunha, Souza, Macau, & Alssabak, 2016) tem na aceitação de inovações.

No que concerne ao segundo objetivo específico, estabelecer o construto de auto percepção do consumidor em adotar inovações, a tradução e adaptação de construtos de *Innovativeness* (Parasuraman, 2000) aliados aos modelos teóricos da difusão da inovação (Ajzen & Fishbein, 1975; Bandura, 1977) se mostraram um construto robusto para mensurar o quanto o indivíduo se percebe como sendo mais ou menos propenso a adotar novas tecnologias, com a ressalva de três itens explicados no item de análise dos resultados.

Quanto ao último objetivo específico, identificar a existência da relação entre o comportamento do consumidor em rede e auto percepção do consumidor em adotar inovações, o uso de modelagem de equações estruturais, por meio do PLS - *Partial Least Squares*, permitiu apresentar, em um modelo robusto, uma forte relação entre as variáveis que explica de maneira bem fundamentada o framework empírico.

Estes construtos mostraram-se explicativos na mensuração da força do impacto que a busca de opinião (Bhalerao & Pandev, 2017; Chan & Misra, 1990; Sohn, 2005), a disseminação de opinião (Bentivegna, 2003; Bhalerao & Pandev, 2017; Furlanetto & Santos, 2014; Rogers & Cartano, 1962; Rogers, 2003) e as atitudes dos indivíduos frente a seus grupos (atitudes de colaboração) (Balbino & Anacleto, 2011; Kimura, Kayo, & Pereira, 2011; Kosonen & Ellonen, 2007; Lian & Yen, 2014; Maya & Otero, 2002) possuem na aceitação de produtos inovadores por usuários de redes sociais. Portanto, pelo fato de a literatura não considerar de forma conjunta como a dinâmica de adoção de produtos inovadores pode ser afetada pelo comportamento dos atores nas redes sociais, a contribuição teórica deste trabalho consistiu em diminuir este gap teórico, por meio destes construtos sugeridos, que explicam como ocorre a interação entre os atores nas redes sociais em relação à adoção de produtos inovadores.

Assim, uma importante contribuição deste estudo consistiu em unir os campos teóricos da difusão da inovação e do comportamento do consumidor, permitindo analisar a aceitação da inovação à luz destes construtos, sob um novo olhar, numa perspectiva original e empírica. Este esforço possibilitou, além do aporte teórico, a disponibilização de informações relevantes e de aplicação prática para empresas que usem métodos de difusão de novos produtos e/ou serviços, permitindo: (i) desenhar inovações e estratégias de difusão, levando em conta a disseminação de opinião de pessoas chaves, como forma de reduzir a percepção de riscos dos potenciais consumidores; (ii) entender a força exercida pela informação advinda de líderes de opinião e considera-la em suas ações; (iii) entender a dinâmica dos grupos sociais enquanto suporte para

as pessoas que buscam informações para elaborar ferramentas visando reduzir a percepção dos riscos inerentes à adoção de inovações; (iv) compreender o papel dos grupos sociais na redução de riscos percebidos no consumo de inovações para facilitar a aceitação de novos produtos por meio de redes sociais.

Em termos de contribuições práticas, os resultados desta pesquisa apresentam informações relevantes às empresas que utilizam métodos de difusão de novos produtos e/ou serviços por meio de redes sociais, uma vez que fornecem subsídios para a formação de estratégias de difusão de produtos inovadores em rede. Por exemplo, foi constatado empiricamente que a disseminação de opinião, por parte de pessoas chave (como os líderes de opinião), é uma forma de redução de percepção de riscos e que os grupos de redes sociais podem ser uma fonte de apoio a pessoas que buscam informações, minimizando a percepção de riscos inerentes à adoção de produtos inovadores. Estas contribuições podem ser explicadas quando se constatou que: a atitude percebida em relação ao risco do consumo não influencia diretamente a aceitação do produto inovador, porém impacta diretamente na autopercepção de buscador de opinião; assim sendo, a aversão ao risco, quando característica da natureza do indivíduo, leva-o a buscar informações nas redes sociais. Outro fator a ser ressaltado é a forte influência exercida pelos líderes de opinião no ambiente de redes sociais durante a adoção de produtos inovadores.

Com base nos construtos encontrados nesta pesquisa, sugere-se uma netnografia para estudos futuros visando compreender mais profundamente as relações existentes entre os construtos encontrados nesta pesquisa.

7. Referências

- Balbino, F.C.; Anacleto, J.C. (1977). Contagious: um framework para suporte à difusão de inovações em sites de redes sociais. In: BANDURA, A. Self-Efficacy: toward a unifying theory of behavioral Change. *Psychological Review*, (84), 191-215.
- Bandura, A. (1989). Human agency in social cognitive theory. *American Psychologist*, (44), 1175-1184.
- Bentivegna, Fernando Jucá. Boca-a-boca on-line e viral (2003, out.). *GV-executivo*, 1 (2), p. 39-43.
- Bhalerao, A., & Pandey, R. K. (2017). Consumer Behaviour: A Literature Review. *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 4(8), 1095-1103.
- Borges, Jomar Fonteles (2015). Determinantes da intenção de uso de cartões de pagamentos no comércio eletrônico no Brasil. (Doctoral dissertation, UNIFOR, 2015). 155.
- Botti, E., Della Flora, A., de Bem Noro, G. (2014). A Influência Interpessoal em Redes Sociais Virtuais e as Decisões de Consumo. *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*, 7 (2), 264-278
- Carneiro da Cunha, J., Souza, L. J., Macau, F. R., & Alssabak, N, A. Environment: Establishing an inter-organizational network oriented to the Islamic market. *Revista de Administração Mackenzie*, 17 (2), 2016, 122-155.
- Carraher, S. (2014). Consumer Behavior, online communities, collaboration, IFRS, and Tung Dimmensions. *Journal of Technology Management in China*, 9, (1), 17-33.
- Celuch, K.; Goodwin, S.; Taylor, S.A. (2007). Understanding small scale industrial user internet purchase and information management intentions: A test of two attitude models. *Industrial Marketing Management*, 36 (1), 109-120.
- Chan, K.K.; Misra, S. (1990). Characteristics of the Opinion Leader: A New Dimension. *Journal of Advertising*, Reino Unido, 19 (3), 53-60.
- Fishbein, Martin; Ajzen, Icek (1975). Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research Reading, MA: Addison-Wesley.
- Flynn, L. R., Goldsmith R. E., Eastman J. K. (1996), Opinion Leaders and Opinion Seekers: Two New Measurement Scales, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 24 (2), 137-47.
- Furlanetto, Egídio Luiz; Santos, Edilene Dias (2014, jan). Difusão de Inovações Sustentáveis: o caso do biodiesel de mamona no Estado da Paraíba. *Teoria e Prática em Administração*, Paraíba, 1(4), 78-103.

- García, A. (2011) *Desarrollo de un modelo unificado de adopción del comercio electrónico entre empresas y consumidores finales: aplicación al mercado español*. (Doctoral Dissertation, Universidad Politécnica de Madrid, 2011), 380.
- Gonzalez, H.; Jiménez, A. (2014). *Inserción Laboral de Nuevos Investigadores con Grado de Doctor en Chile Occupational Insertion of New PhD Researchers in Chile. J. Technol. Manag. Innov.*, 9 (4), 132-148.
- Granovetter, M. (1983). *The strength of weak ties: a network theory revisited. In: Sociological Theory*. Ed. Randall Collins. San Francisco, California, série Jossey-Bass, (1). 2001-2233.
- Hair, JF; Black, W. C.; Babin, B. J.; Anderson R. E.; Tatham, R. L (2009). *Análise Multivariada de Dados*. 6. ed. São Paulo: Bookman.
- Heidenreich, S., Kraemer, T. (2016). *Innovations – doomed to fail? Investigating strategies to overcome passive innovation resistance. J. Product. Innov. Manag.* 33 (3), 277-297.
- Hinz, O.; Schulze, C., Takac, C. (2014, jan). New product adoption in social networks: why direction matters. *Journal of Business Research*, 67 (1), 2836-2844.
- Kaufman, D. (2012). *A força dos “laços fracos” de Mark Granovetter no ambiente do ciberespaço. Galáxia*, (23), 207- 218.
- Kimura, H.; Basso, L.; Martin, D (2008). Redes Sociais e o Marketing de Inovações. *RAM*, 9 (1), 157-181.
- Kimura, Herbert; Kayo, Eduardo Kazuo; Pereira, Luiz Carlos Jacob (2011, jun). Difusão de Inovações entre Consumidores Conectados em Redes Sociais. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, SP, 1 (10), 73-100.
- Kock, Ned. (2012) *WarpPLS 5.0 User Manual 5*. ed. Laredo, Texas: Scriptwarp Systems.
- Kock, Ned; LYNN, Gary (2012). *Lateral collinearity and misleading results in variance-based SEM: An illustration and recommendations*.
- Kosonen. M., Ellonen, H.-K. (2007), in IFIP International Federation for Information Processing, 243, Establishing the Foundation of Collaborative Networks; cds. Camarinha-Matos, L., Afsannanesh, H., Novais, P., Analide, c.; (Boston: Springer), 391-398.
- Kreindler, G.; Young, P. (2014, July). Rapid innovation diffusion in social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (Supplement 3).
- Lian, J., Yen, D. C., (2014). Online shopping drivers and barriers for older adults: age and gender differences. *Comput. Human. Behav.*, 37, 133-143.
- Matsuo, M.; Minami, C.; Matsuyama, T. (2018). Social influence on innovation resistance in internet banking services. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 45, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.08.005>.
- Maya, Paulo C.; OTERO, W. I. (2002). A Influência do Consumidor na era da Internet. *Revista da FAE*, 5 (1), 71-81.
- Messing, S., Westwood, S. J. (2014) Selective exposure in the age of social media: endorsements trump partisan source affiliation when selecting news online. *Commun. Res.*, 41 (8), 1042-1063.
- Natarajan, T., Balasubramanian, S. A., & Kasilingam, D. L. (2017). Understanding the intention to use mobile shopping applications and its influence on price sensitivity. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 37, 8–22. doi:10.1016/j.jretconser.2017.02.010
- Ozcan NK, Buzlu S. (2007). Internet use and its relation with the psychosocial situation for a sample of university students. *CyberPsychology & Behavior*, 10, 767–72.
- Pantano, E., Gandini, A. (2017). Exploring the forms of sociality mediated by innovative technologies in retail settings. *Computers in Human Behavior*, 77, 367-373. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.036>
- Parasuraman, A. (2000), Technology Readiness Index (TRI): A Multiple-Item Scale to Measure
- Pelc, K. (2017). Diffusion of innovation in Social Networking. In: Zacher L. (eds) *Technology, Society and Sustainability*. Springer, Cham. Readiness to Embrace New Technologies, *Journal of Service Research*, 2 (May), 307– 20.
- Rogers, E. Lessons for Guidelines from the Diffusion of Innovations (1995). *Journal on Quality and Patient Safety*, 21 (7), 324-328.
- Rogers, E., & Cartano, D. (1962, Autumn). Methods of Measuring Opinion Leadership. *The Public Opinion Quarterly*, 26(3), 435-441.
- Rogers, Everett M. (2003). *Diffusion of innovations*. 5 ed. NY: Free Press.
- Rogers, Everett M., & Cartano, David G. (1965). Methods of measuring opinion leadership. *Public Opinion Quarterly*, p. 435-441.
- Santos, A.T.; Alves, L.; Brambilla, F.G. (2016). Co criação de valor no varejo através da utilização das mídias sociais. *Estudos do CEPE*, 43, 68-83.
- Schwab, K. (2016) *A quarta revolução industrial*. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro.
- Sohn, Y.J. (2005). *Opinion leaders and seekers in online brand communities: centered on korean digital camera*

- brand communities*, 61 f. In: Dissertation (Master Dissertation, Florida State University).
- Thakur, R., Srivastava, M., (2014). Adoption readiness, personal innovativeness, perceived risk and usage intention across customer groups form mobile payment services in India. *Internet Res.* 24(3), 369-392.
- Thomas, V. L.; Vinuales, G. (2017). Understanding the role of social influence in piquing curiosity and influencing attitudes and behaviors in a social network environment. *Psychol. Mark.* 34, 894-907.
- Vergara, S. (2004) *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo: Ed. Atlas.
- Yang, S., Chen, Y., Wei, J., (2015) Understanding consumer's web—mobile commerce in Singapore. *Telemat. Inform.* 22(3), 257-277.

Análisis de las dinámicas de interacción entre agentes en el proceso de transferencia de tecnologías

William Alejandro Orjuela Garzón
Universidad Pontificia Bolivariana, Doctorado en Ingeniería. Medellín - Colombia
william.orjuela@upb.edu.co

Santiago Quintero Ramírez
Universidad Pontificia Bolivariana, escuela de Ingeniería. Medellín - Colombia
santiago.quintero@upb.edu.co

Resumen

El fenómeno de la transferencia de tecnología (en adelante TT) ha sido estudiado desde diferentes enfoques, como herramienta para mejorar la productividad y competitividad en las organizaciones. En este sentido, la TT se concibe como un proceso mediante el cual se transfiere Know-How entre organizaciones para crear ventajas competitivas. Sin embargo, el proceso no siempre se presenta de manera exitosa entre los agentes que participan de la generación, difusión y uso de tecnologías emergentes, debido a la heterogeneidad y desigualdad en las capacidades tecnológicas (en adelante CT) de los agentes que hacen parte del proceso de transferencia, además del contexto geográfico, las redes de interacción y las reglas de decisión, factores claves para comprender el fenómeno de la TT.

El propósito de este trabajo es proporcionar una mejor comprensión del fenómeno de la TT, a partir del análisis de las dinámicas de interacción y los patrones de comportamiento entre los agentes (emisor-difusor-receptor) que participan en los procesos de TT de tecnologías emergentes en un Sistema Tecnológico de Innovación (en adelante STI). Lo anterior facilitará en gran medida la formulación de estrategias y políticas adecuadas por parte de los tomadores de decisión, que permitan un mejor desempeño económico e innovador de los procesos de TT en estos sistemas.

Entendiendo las la heterogeneidad de los agentes involucrados y la toma de decisiones en el proceso de TT, como herramienta de análisis se plantea usar el paradigma de modelación basado en agentes (en adelante MBA). Dicha técnica estudia la emergencia a nivel macro de patrones de comportamiento de un sistema a partir de las interacciones de agentes semi inteligentes del nivel micro.

Palabras clave: Sistema tecnológico de innovación, transferencia de tecnología, capacidades tecnológicas, modelación basada en agentes.

1. Introducción

La TT es un fenómeno social complejo en el cual las capacidades, la interacción y toma de decisiones de los agentes vinculados a los procesos de generación, difusión y uso de la tecnología (Carlsson y Stankiewicz, 1991), son un factor crítico para garantizar su éxito. Esta propuesta aborda tres aspectos que afectan los procesos de TT: 1) la interacción entre los agentes en los procesos de generación, difusión y uso de la tecnología, 2) el enfoque centrado en el usuario para la toma de decisiones, y 3) las CT.

El aspecto de interacción entre agentes se ha abordado desde los STI, que presentan un énfasis en la difusión y utilización de una tecnología en particular más que en su generación (Bergek et al., 2015). Esta interacción no ocurre de manera espontánea en un entorno geográfico,

por el contrario, depende de las decisiones y características internas de los agentes involucrados en el proceso, es decir, que no se debe suponer que la existencia de una tecnología implica que esta sea conocida y usada de manera efectiva (Carlsson, 1994).

El segundo aspecto viene desarrollándose en la literatura especializada desde el enfoque de los modelos teóricos de aceptación de la tecnología tales como: la teoría del comportamiento planificado (por sus siglas en inglés - TPB) (Ajzen, 2005) y el modelo de aceptación tecnológica (por sus siglas en inglés - TAM) (Davis, 1989). Dichos modelos analizan las reglas o factores de comportamiento que guían la toma de decisiones en torno al uso de la tecnología (Muelder y Filatova, 2018; Verma y Sinha, 2018) desde un enfoque centrado en el usuario, sin embargo, excluyen los emisores y difusores como agentes activos del proceso.

El tercer aspecto hace alusión a las CT de los agentes (emisor-difusor-receptor) inmersos en el proceso de TT. Las CT se comprenden como los conocimientos y las habilidades que se requieren para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías (Bell y Pavitt, 1995; Lall, 1992). Desde dicha perspectiva, los agentes de un sistema pueden ser caracterizados y representados de acuerdo a sus CT, y de este modo establecer qué agentes exhiben características particulares de emisores, difusores, receptores y/o el conjunto de dichas características propias de la transferencia al interior del sistema. Es de anotar que las CT le otorgan a los agentes particularidades de relacionamiento e intensidad de interacción, que impacta sobre el desempeño innovador (Fritsch y Slavtchev, 2011). Es así como las asimetrías en las CT de los agentes implican que el proceso de transferencia y adopción de tecnologías difiera en sus resultados.

Las tecnologías emergentes tienen el potencial para impactar diferentes sectores, sin embargo, requieren para su desarrollo de la generación, difusión y uso a través de la interacción y cooperación de agentes que participan en el proceso de transferencia, además de las CT que estos exhiben para garantizar su apropiación e implementación exitosa (Shen y Chou, 2010). Desde esta perspectiva, la relación entre los recursos (Penrose, 1959), las capacidades (Teece, 2010) y las competencias (Barney, 1991) de aquellos agentes que participan en la TT, son claves a la hora de tomar ventaja de las oportunidades y beneficios de la adopción de tecnologías (Li, Hou, Liu, y Liu, 2012) como un factor crítico en el desempeño económico (Lund, 2004) y la creación de valor (Koch y Mitlöhner, 2010).

El propósito de este trabajo es mejorar la comprensión del fenómeno de la TT, a partir del análisis de las dinámicas de interacción entre agentes y los patrones de comportamiento que emergen de los procesos de TT de las tecnologías emergentes en un STI. Dadas las características del fenómeno de la TT, se ha definido el uso de la MBA por su utilidad para simular los problemas del mundo real con mayor precisión (Gilbert, 2007) y tener en cuenta las características de los agentes y su heterogeneidad en contraste con los modelos matemáticos (Kiesling, Günther, Stummer, y Wakolbinger, 2012). La MBA permite estudiar la emergencia de macro-comportamientos producto de las interacciones a nivel micro (Quintero, 2016; Scalco, Ceschi, y Sartori, 2018) de agentes autónomos en el ambiente que se desempeñan (Quintero, 2016).

La principal contribución de este trabajo será aportar en la comprensión del fenómeno de la TT desde un enfoque en los comportamientos individuales a partir de las CT de los agentes que participan en los procesos de transferencia. Además, se pretende abordar el fenómeno de la TT desde una mirada que contemple las interacciones entre agentes emisores, difusores y receptores de la tecnología y la toma de decisiones. Lo anterior permitirá identificar puntos de apalancamiento en los procesos de TT para ayudar a los tomadores de decisión a definir políticas y estrategias que proporcionen un mejor desarrollo, aplicación y uso de tecnologías emergentes en los STI.

Para tal fin, el presente trabajo presenta el estado del arte y marco conceptual que soporta la propuesta, posteriormente se enmarca el problema derivado de la revisión de la literatura y la propuesta metodológica desde la MBA, finalmente presenta las conclusiones y pasos a seguir.

2. Estado del arte

2.1 Sistemas tecnológicos de innovación

Los STI, entendidos como “una red dinámica de agentes que interactúan en un área económica/industrial específica bajo una infraestructura institucional particular involucrada en la generación, difusión y uso de tecnología” (Carlsson y Stankiewicz, 1991, p. 111). Lo anterior obedece a tres aspectos concretos que los diferencian: *i*) el grado de énfasis en la difusión y la utilización como algo distinto de la creación de nuevas tecnologías; *ii*) como resultado, los STI tienden a poner más énfasis en los aspectos microeconómicos de la difusión y utilización de la tecnología y, por último, *iii*) la creación de nueva tecnología empuja la frontera de posibilidad de producción u oportunidad establecida (Carlsson, 1994).

Los STI varían en carácter y extensión de un área tecnológica a otra dentro de un país determinado. Por ejemplo, el número y las características de los agentes y su interdependencia, la infraestructura institucional, la concentración geográfica y el grado de internacionalización varían entre las áreas tecnológicas. Un país puede ser fuerte en un área tecnológica y débil en otra (Carlsson, 1994). El objetivo principal del STI es el de influir en el proceso de difusión de nuevas tecnologías para que toda la industria local, incluida la gran cantidad de pequeñas y medianas organizaciones, puedan identificar, adquirir y utilizar nuevas tecnologías antes que sus competidores.

La transferencia de tecnología es vista desde los STI como un proceso de uso y difusión de recursos tecnológicos existentes de una región para la creación de nuevos productos o nuevas empresas (Carlsson, 2002). Los STI se enfocan en el análisis del proceso de TT desde los generadores a los difusores y desde los difusores hacia los usuarios con un enfoque en la comercialización para mejorar la competitividad de las empresas.

Se identifican dos características particulares para el desarrollo y la eficiencia de procesos de TT, denominadas características internas de las firmas y características del medio. Las características internas se relacionan con las capacidades organizacionales para llevar a cabo dichos procesos. Respecto a las características del medio, algunos estudios en TT en STI muestran que el desarrollo de nuevas empresas requiere de buena gestión, redes fuertes y existencia de intermediarios “difusores” (Carlsson, 2002).

La existencia de dichas redes de agentes puede ser entendida como una de las razones para el crecimiento rápido de las organizaciones en los STI, dado que puede acelerar el proceso de TT. Sin embargo, la falla en el proceso, particularmente desde los agentes generadores de conocimiento, puede ser considerada la razón de los problemas de competitividad (Carlsson, 2002), lo anterior se debe a que la existencia de estos agentes no implica una interacción lineal entre los mismos (König, Janker, Reinhardt, Villarroel, y Junge, 2018).

Cuando se pretende transferir recursos con características genéricas, los procesos de transferencia mejoran su eficiencia. Sin embargo, cuando el recurso a transferir involucra información más compleja (*know-how*), se requiere que esta esté bien definida y sea soportada en redes, tanto formales como informales, que apoyen el proceso (Carlsson, 2002). Un STI en etapa temprana se caracteriza por la fluidez en la emergencia de la tecnología y una débil o ausente infraestructura institucional de soporte, por lo que la interacción entre las redes de generación,

difusión y uso de dichas tecnologías es vital para alcanzar la madurez (Suurs, Hekkert, Kieboom, y Smits, 2010).

Los estudios sobre difusión de tecnologías en los STI revelan un marcado interés por tecnologías como la energía eólica (Bento y Fontes, 2015; Edsand, 2017), energía fotovoltaica (Hanson, 2017; Quitzow, 2015), tecnologías de captura de carbón (Van Alphen, Hekkert, y Turkenburg, 2010), electricidad de bajo carbón (Foxon, Hammond, y Pearson, 2010), baterías de iones de litio (Stephan, Schmidt, Bening, y Hoffmann, 2017) y farmacéutica (Wang y Zhang, 2016). Sin embargo, no han sido estudiadas otras tecnologías emergentes como la IoT, que por su versatilidad de aplicación puede impactar diversos sectores como el de salud, transporte, construcción y especialmente el de la agricultura (Jiang y Zhang, 2013). Desde el enfoque de los STI puede ser estudiado el impacto en la transición tecnológica de estos sectores hacia la competitividad basada en la incorporación de tecnologías IoT por los diferentes agentes que participan en el sistema.

2.2 Transferencia de tecnología TT

Hoy en día, la TT juega un rol importante en el desarrollo, la productividad y mejora del rendimiento de pequeñas y medianas empresas en su esfuerzo hacia la globalización (Chehrehpak, Alirezai, y Farmani, 2012; S. Lee, Kim, Kim, y Oh, 2012) y la creación de ventajas competitivas (Teece, Pisano, y Shuen, 1997).

La TT ha sido definida en la literatura científica de diferentes maneras, de acuerdo con la disciplina y el propósito de investigación (Bozeman, 2000). Investigadores como Zhao, L., y Reisman (1992) plantean que desde la disciplina de la economía el rol de la TT se relaciona directamente con el crecimiento económico; desde la antropología, su rol es el cambio cultural y avance de la sociedad; desde la sociología, su rol es el de mejorar la vida social y vehículo para el desarrollo de la capacidad del individuo, y desde la literatura de administración, la TT se ve como un vehículo para obtener o mantener las ventajas competitivas de una empresa, o para aportar beneficios financieros y de otro tipo a las empresas colaboradoras.

En este sentido y para esta propuesta, la TT se comprenderá como “un proceso mediante el cual se transfiere Know-How entre firmas para crear ventajas competitivas” (Zhao, L., y Reisman, 1992). Esta definición pone atención a la interacción entre firmas, donde actúan emisores, difusores y receptores. La complejidad del proceso en sí mismo se concentra en la identificación, evaluación y priorización de procesos y estrategias de TT, lo anterior debido a la presencia de diferentes agentes decisores, la naturaleza cualitativa del proceso y la existencia de imprecisión e incertidumbre en la toma de decisiones (Dinmohammadi y Shafiee, 2017).

2.2.1 El proceso de transferencia de tecnología

La TT se desarrolla en un escenario donde el emisor, el usuario y la tecnología son protagonistas, reconociendo que existen otros, como los difusores o intermediarios. Los participantes del proceso de TT son usualmente heterogéneos, por lo que los receptores de la tecnología tienen un lenguaje diferente al de los emisores (Rogers, 2002). De igual manera, se presentan diferentes percepciones sobre la tecnología de parte de los generadores y usuarios, dando como resultado un proceso desordenado que involucra agentes con visiones diferentes acerca del valor y uso potencial de la tecnología (Gibson y Smilor, 1991).

El emisor es propietario del conocimiento y el beneficiario o demandante es llamado usuario. Sin embargo, se presupone que el simple hecho de que ambos existan hace que la transferencia se realice de manera natural y que no se necesiten mecanismos y canales de

comunicación que impulsen el proceso (Khabiri, Rast, y Senin, 2012). En este sentido, el difusor juega un papel vital como interface entre las partes (Necoechea-Mondragón, Pineda-Domínguez, y Soto-Flores, 2013), sirviendo como canal intermedio entre la demanda y oferta de tecnologías.

Figura 1: Actores clave en el proceso de Transferencia de Tecnologías.



Fuente: Elaborado por el autor

Los líderes organizacionales de las compañías generadoras de la tecnología a menudo subestiman la dificultad del proceso de transferencia, pues entienden que es un proceso obvio, derivado del beneficio tecnológico y ventaja percibida por parte de los usuarios finales (Rogers, 2002). Una de las principales estrategias para mejorar el proceso de TT es vincular los generadores con los usuarios a través de difusores¹, quienes aplican su experiencia y reputación para mejorar el desempeño del proceso (Rogers, 2002).

El proceso de TT es concebido normalmente en una sola vía. Sin embargo, el proceso es más comprensivo cuando se plantea bidireccionalmente con usuarios que presentan problemas o necesidades tecnológicas y a su vez proveen una retroalimentación en su implementación al generador y el difusor. La comunicación de la tecnología se da a través de distintos tipos de canales: persona a persona, grupo a grupo u organización a organización (Rogers, 2002); estas redes y su naturaleza explican la efectividad del proceso (Rogers, 2002).

Este proceso continuo e interactivo de comunicación de tecnologías implica el intercambio de ideas, tecnologías y conocimiento simultáneamente y continuamente (Gibson y Smilor, 1991), en el cual el nivel de complejidad de la tecnología implica una mayor cooperación entre las partes a fin de mejorar el uso futuro de la misma (Chen, 1995).

¹ Su rol implica hacer que los usuarios potenciales tomen conciencia de las tecnologías apropiadas, asesorar a los usuarios sobre sus necesidades y, en general, servir como un agente de enlace entre las tecnologías y los usuarios.

Los agentes que participan en la TT toman decisiones tanto objetivas como subjetivas en torno al uso de la tecnología, que involucran aspectos técnicos, estructurales y comportamentales que afectan el proceso (Madu, 1990). La evidencia empírica muestra que los procesos de colaboración difusor-usuario o generador-usuario no cumplen con las expectativas de las partes en un 50% de los casos (Koza y Lewin, 2000), por lo que la identificación de los direccionadores del éxito del proceso de transferencia es un tema crítico de investigación (Lichtenthaler y Lichtenthaler, 2010).

Autores como Kim y Huarng (2011) enfatizan en la necesidad de exploración de la naturaleza compleja del proceso inter-organizacional de intercambio de conocimiento y tecnologías, donde las interacciones efectivas y de calidad entre los participantes del proceso mejoran el desarrollo del mismo. Sin estas interacciones entre las partes, el proceso de TT no puede llevarse a cabo, pues la liberación de la tecnología por sí misma no garantiza que los procesos de transferencia y difusión se lleven a cabo espontáneamente.

En un análisis del proceso interactivo de comunicación entre agentes vinculados a la TT mediante un estudio empírico, Gibson y Smilor (1991) identifican cuatro variables críticas en el proceso: interactividad comunicacional, distancia geográfica y cultural, tecnología equívoca y motivación personal. La primera se refiere al grado de eficiencia y precisión para entregar una información relevante entre generadores y usuarios; la segunda, relacionada con la distancia, involucra los aspectos culturales como elementos críticos en el éxito de la TT (Madu, 1990) por encima de los geográficos; la tercera hace referencia al grado de concreción de la tecnología, es decir, qué tan empaquetada y comprensible es para el usuario, y, por último, la variable motivación se relaciona con el reconocimiento de la importancia de las actividades de TT. Bajo esta perspectiva, la interacción exitosa mediante encuentros repetidos entre las partes aumenta la probabilidad de llegar al éxito en el proceso de transferencia (Leischnig, Geigenmueller, y Lohmann, 2014).

El proceso de TT no es lineal, sino que, por el contrario, es un proceso complejo que debe tener en cuenta tanto el generador, como el difusor, el usuario y elementos propios de la tecnología para mejorar el éxito, el desempeño económico e innovador (Fritsch y Slavtchev, 2011; Lund, 2004) y la eficiencia. Es decir, el éxito de la transferencia no se explica totalmente por la tecnología, sino que tiene inmersos otros factores que operan en el ambiente en el cual esta se transfiere (Madu, 1990).

2.2.2 Transferencia de tecnologías emergentes

Las tecnologías emergentes son innovaciones basadas en ciencia que tienen el potencial de crear una nueva industria o transformar una existente (Day y Schoemaker, 2000), además de impactar rápidamente el mercado y establecer nuevos modelos de negocio, fomentan el desarrollo de nuevas capacidades para su generación, difusión y uso (Porter, Roessner, Jin, y Newman, 2002). Las tecnologías emergentes presentan atributos clave que las diferencian claramente. Estos son: novedad radical, crecimiento relativamente rápido, coherencia, impacto prominente e incertidumbre sobre su evolución (Rotolo, Hicks, y Martin, 2015).

Tecnologías emergentes como la IoT presentan amplias alternativas para impactar de manera positiva la productividad y competitividad de las organizaciones que adoptan estas tecnologías. Estos dispositivos que captan y transmiten datos se están convirtiendo en protagonistas de lo que se ha denominado la cuarta revolución industrial (Shin, 2017), por lo que el potencial que tienen estos datos de crear valor y convertirse en fuente de toma de decisiones e innovación es alta (Hsu y Yeh, 2017).

Entre los campos de aplicación de la IoT se encuentra el transporte, las redes eléctricas, el seguimiento de activos e inventarios, la automatización de ciudades y, finalmente, uno de los sectores con más alto potencial, el de la agricultura. Sin embargo, no en todos los sectores la transferencia y adopción de tecnologías IoT presenta dinámicas similares.

Este tipo de innovaciones tecnológicas como la IoT presentan características propias, que por su novedad las hacen más difíciles de transferir y que a nivel empírico han sido validadas como: la facilidad de uso (Balaji y Roy, 2017), la utilidad (Gao y Bai, 2014) o el nivel de desarrollo de la tecnología (Caputo, Scuotto, Carayannis, y Cillo, 2018). Otro aspecto que juega un papel clave en el proceso de TT de la IoT es la confianza (Gao y Bai, 2014) entre el difusor-usuario o generador- usuario, puesto que la privacidad y seguridad de los datos (Hsu y Yeh, 2017; Kowatsch y Maass, 2012) que se deriven de la implementación de la tecnología en una industria podrían estar en riesgo.

Siendo estos los retos más importantes para lograr la masificación y uso de la IoT, pueden afrontarse bajo esquemas de interacción y comunicación entre las partes. Se requiere entonces de parte de los generadores, difusores y usuarios estrategias que les permitan mejorar el desempeño económico e innovador, y las dinámicas con que se desarrollan de los procesos de TT en los diferentes sectores de aplicación.

2.3 Toma de decisiones en los procesos de transferencia de tecnología

Los procesos de TT se ven afectados por la toma de decisiones de las partes involucradas (emisor, difusor, usuario) en el desarrollo exitoso del proceso de transferencia. Las características individuales, aspectos culturales y demográficos que presentan los emisores, difusores y usuarios determinan los factores sobre los que se sustentan la toma de decisión y el comportamiento de los mismos. Estos factores pueden influenciar los procesos de TT cuando se realiza una mirada a los motivadores sobre la adopción y uso de la tecnología en un sistema social.

La literatura especializada presenta varios modelos teóricos en el campo de la difusión y aceptación de las tecnologías de la información, que encuentran fundamentación desde la disciplina de la sociología en los estudios adelantados por Rogers (1962). Cada uno de estos modelos postula variables que intentan explicar los principios sobre los cuales se establecen los comportamientos en torno a las decisiones de adopción (o no) de una tecnología desde el lado de los receptores. Entre ellos se incluyen la teoría de la acción razonada (por sus siglas en inglés TRA), teoría del comportamiento planificado (por sus siglas en inglés TPB), teoría de la difusión de la innovación (por sus siglas en inglés IDT o DOI), la teoría unificada de aceptación y uso de tecnología (por sus siglas en inglés UTAUT) y el modelo de aceptación de tecnología (por sus siglas en inglés TAM) (Tohidyan y Rezaei-Moghaddam, 2017). A continuación, se presentan las principales variables explicativas de la toma de decisiones abordadas en los modelos teóricos de la aceptación de tecnologías:

Tabla 1: Variables clave de los modelos teóricos de la aceptación de tecnologías

Modelo de adopción	Variables clave de decisión	Referencia
TRA	Actitud hacia el comportamiento	Fishbein y Ajzen (1975)
	Norma subjetiva	
IDT	Imagen	Moore y Benbasat (1996)
	Ventaja relativa	
	Complejidad	
	Compatibilidad	
	Triabilidad	

	Observabilidad	
	Actitud	
TAM	Facilidad de uso percibida Utilidad percibida	Davis (1989)
TAM2	Norma Subjetiva Imagen Relevancia del trabajo Resultados de calidad Demostrabilidad de los resultados	Venkatesh y Davis (2000)
TAM3	Autoeficacia de la computadora Percepción de control externo Ansiedad informática Agrado de computadora Disfrute Percibido Objetivo de usabilidad	Venkatesh y Bala (2008)
UTAUT	Expectativa de rendimiento Esperanza de esfuerzo Condiciones facilitadoras Influencia social	Venkatesh, Morris, Davis, y Davis (2003)
UTAUT2	Valor hedónico Valor del precio Hábitos	Venkatesh, Thong, y Xu (2012)
UTAUT3	Innovación personal	Farooq et al. (2017)
TPB	Actitud hacia el comportamiento Norma subjetiva Control conductual percibido	Azjen (2005)

Fuente: Elaborado por el autor basado en: (Gupta, Bhaskar, y Singh, 2017)

Los modelos teóricos de aceptación de la tecnología han sido aplicados en diferentes sectores como el educativo, la agricultura, la industria textil e industria de la construcción con el objetivo de comprender las variables clave que influyen en los procesos de aceptación y difusión de la tecnología desde los usuarios. Con el fin de estimar las relaciones causales entre dichas variables y priorizar las de mayor influencia en el proceso, se han empleado diferentes técnicas como modelos de ecuaciones estructurales, análisis factorial confirmatorio y mínimos cuadrados parciales.

Entre las aplicaciones de los modelos teóricos de aceptación de la tecnología para la agricultura, se encuentran agricultura de precisión (Adrian, Norwood, y Mask, 2005; Tohidyan Far y Rezaei- Moghaddam, 2017), servicios móviles de extensión (Verma y Sinha, 2018), tecnologías IoT y estrategias de producción sostenible (Naspetti et al., 2017; Silva, Canavari, y Sidali, 2017).

Las actitudes de confianza hacia el uso de las tecnologías agrícolas de precisión, las percepciones del beneficio neto, el tamaño de la propiedad y los niveles educativos de los agricultores influyeron positivamente en la intención de adoptar tecnologías agrícolas de precisión (Adrian et al., 2005; Tohidyan Far y Rezaei-Moghaddam, 2017). Los hallazgos de Verma y Sinha (2018) para las tecnologías de servicios móviles de extensión indican que ni la actitud ni la intención de comportamiento (por sus siglas en inglés BI) se ve afectada por el bienestar económico percibido (por sus siglas en inglés PEWB). Una contribución de esta investigación a la literatura del TAM es que el bienestar económico percibido es un antecedente de la utilidad percibida.

Para las tecnologías IoT, la confianza y el valor percibido son factores clave en la

adopción de este tipo de tecnologías emergentes, más cuando los agricultores plantean preocupaciones sobre el manejo de los datos obtenidos mediante la IoT (Cardenas Tamayo, Lugo Ibarra, y Garcia Macias, 2010; Jayashankar, Nilakanta, Johnston, Gill, y Burres, 2018; Ullah, Sepasgozar, y Wang, 2018). Se observa que, para cada tipo de tecnología emergente, el usuario final se inclina a realizar cambios comportamentales para aceptar y, subsecuentemente, adoptar tecnologías.

Para las estrategias de producción sostenible, los resultados del modelo muestran que la intención de adoptar cierta tecnología de producción limpia, está fuertemente influenciada por la comprensión de la utilidad de la innovación en sí misma, mientras que esta comprensión está fuertemente influenciada por la opinión de "otros relevantes: compañeros agricultores, asesores, otros proveedores miembros de la cadena" (Naspetti et al., 2017; Silva et al., 2017).

Aunque los resultados de estas investigaciones muestran los factores de decisión relevantes en la adopción y uso de tecnologías por parte de los usuarios, otras investigaciones se han enfocado en la ampliación de estos enfoques teóricos a modelos más robustos que no solo tengan en cuenta la toma de decisión del usuario, sino las de los emisores y difusores desde una mirada global del proceso.

2.4 Las capacidades como elemento clave para la TT

Las características diferenciadas de desempeño de los agentes que participan en el proceso de TT están dadas por sus conocimientos, habilidades, competencias y la forma en que estas explotan sus recursos. Estas capacidades les permiten participar de manera eficiente en los procesos de TT, pues los conocimientos previos y las rutinas les posibilitan reconocer el valor de nuevas tecnologías, assimilarlas y aplicarlas para fines comerciales. Las nuevas tecnologías y conocimientos rempazan entonces los existentes y estas mejoran sus capacidades competitivas.

El conocimiento como fuente de ventaja competitiva en entornos altamente dinámicos y de rápido cambio tecnológico ha sido estudiado desde diversas aproximaciones teóricas, como es el caso de las capacidades dinámicas (Teece et al., 1997) o las competencias nucleares (Prahalad y Hamel, 1990). La firma, que aprende a usar nuevas tecnologías, a adaptarlas, a mejorarlas y a crear nuevos conocimientos (Lall, 1998), mejora su capacidad para direccionar el cambio técnico y así crear nuevas ventajas competitivas que le permiten sostenerse en el mercado de alta incertidumbre y apalancado por las tecnologías de frontera.

La literatura en este campo de conocimiento se ha focalizado en los procesos de aprendizaje que fundamentan la construcción y acumulación de capacidades. Tres tipos clave de capacidades son analizadas: las tecnológicas, las de innovación y las de absorción (Lugones, Gutti, y Le Clech, 2007). Sin embargo, las CT incluyen en su composición las capacidades de innovación y de absorción (Lugones et al., 2007), pues en el caso de las capacidades de absorción, Cohen y Levinthal (1990) las consideran críticas para alcanzar capacidades de innovación y estas, a su vez, son un componente clave para desarrollar las CT (Dahlman, Ross-Larson, y Westphal, 1987). A continuación, se presenta una ampliación del concepto de CT y su relación directa con la TT.

2.4.1 Capacidades tecnológicas

Las CT son comprendidas como aquellos recursos que son necesarios en las organizaciones para generar y gestionar el cambio técnico, incluidas las habilidades, el conocimiento, la experiencia, las estructuras y vínculos institucionales (Bell y Pavitt, 1993). El

desarrollo de las CT es el resultado de las inversiones realizadas por la empresa en respuesta a estímulos externos e internos, y en interacción con otros agentes económicos, tanto privados como públicos, locales y extranjeros (Lall, 1992).

Las CT también son definidas como los conocimientos y habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías (Bell y Pavitt, 1995; Lall, 1992). Según Lall (1992), existen varias formas de categorizar las CT de las organizaciones. Estas pueden ser clasificadas por complejidad como básicas (rutinas simples basadas en experiencia), intermedias (adaptativas, basadas en búsqueda) y avanzadas (innovativas, basadas en investigación). De igual manera, en esta taxonomía se incluyen tres tipos de capacidades: capacidades de inversión, de producción y de vinculación.

Para el desarrollo de procesos de TT es necesario que los agentes según su rol (generador, difusor, usuario) desarrollen CT de complejidad básica, intermedia y avanzada. Sin embargo, estas capacidades se encuentran distribuidas asimétricamente entre los agentes. Es decir, no todos los agentes según su rol en el proceso de TT presentan las mismas condiciones para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías. Pueden existir organizaciones que sean buenas generando conocimiento, pero no tienen las capacidades para transferirlo (Park, 2011), por lo que deben establecer relaciones e interacciones con otros agentes que tengan mejores capacidades de difusión. Algunos de los factores que influyen en esta actividad son: comunicación entre involucrados, entrenamiento y participación gerencial (Martin y Salomon, 2003).

En cuanto a la medición de las CT, autores como Quintero, Ruiz, y Robledo (2017c, 2017b), han medido y representado estas como vectores dotados de posición y magnitud, características que representan el grado o nivel de la capacidad que ha adquirido un agente en el tiempo, permitiendo entender a través de la MBA cómo se acumulan o desacumulan tales capacidades de los agentes de un sistema de innovación. El modelo desarrollado por Quintero (2016), permite caracterizar y diferenciar los agentes de un sistema de innovación a partir de las CT, las cuales están asociadas a las funciones de generación, difusión y uso que debe tener cualquier sistema de innovación así:

- Función de generación de conocimiento y tecnología (capacidad de investigación y capacidad de desarrollo)
- Función de difusión de conocimiento y tecnología (Capacidad de vinculación)
- Función de uso del conocimiento y tecnología (capacidad de producción y capacidad de mercadeo de la innovación)

Es necesario entonces abordar el fenómeno de la transferencia desde nuevos enfoques que permitan caracterizar y analizar los diversos agentes, redes e interacciones que exhiben los STI. Además, comprender los mecanismos de transferencia y toma de decisiones asociadas al comportamiento de los agentes, por tanto, la literatura especializada muestra un enfoque centrado en el análisis y la acción individual de los agentes sin tener en cuenta una mirada más sistémica a partir de sus interacciones, permitiendo así establecer escenarios que posibiliten comprender mejor el fenómeno de la TT y definir políticas y estrategias adecuadas que mejoren el desempeño económico e innovador (Fritsch y Slavtchev, 2011; Lund, 2004) de la transferencia en un STI.

Las evidencias encontradas en la literatura presentan diferentes tipos de modelos que abordan los fenómenos emergentes como la TT de tecnologías emergentes, entre ellos se pueden encontrar modelos estocásticos, determinísticos, estáticos, dinámicos, los que optimizan y los que simulan. Tales modelos son presentados desde diferentes enfoques y

paradigmas de modelación, algunos han permitido la construcción de teoría (Davis, Eisenhardt, y Bingham, 2007) y otros han facilitado una mayor operacionalización de dichos sistemas.

3. Problema de la TT

Como se planteó en el estado del arte, es de interés analizar específicamente las interacciones, la toma de decisiones y las CT de los agentes que participan en el proceso, no solo desde la mirada del receptor, sino contemplando también a los generadores y difusores como agentes heterogéneos que actúan en el sistema. Lo anterior abre la oportunidad de mejorar la comprensión de cómo ocurre el proceso de TT bajo ciertos escenarios.

A partir de los problemas asociados a los procesos de TT antes descritos, se plantea el siguiente problema de investigación:

Actualmente, no se precisan cuáles son las dinámicas y patrones de comportamiento que adoptan los agentes de un STI en los procesos de TT de tecnologías emergentes, producto de la interacción y toma de decisiones de los agentes, donde las CT son un factor clave para el desempeño económico e innovador del sistema. Además, tales patrones de comportamiento conducen a fenómenos emergentes no conocidos en los procesos de TT.

Lo cual lleva a plantear las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo se da el proceso de TT de tecnologías emergentes en los STI desde un marco evolutivo de la interacción entre agentes?
- ¿Cómo se pueden representar las dinámicas de interacción y toma de decisiones en los procesos de TT de tecnologías emergentes entre los agentes de un STI, de forma tal que se permita diferenciar políticas y estrategias adecuadas para un mejor desempeño del sistema?
- ¿Cuál es el conjunto de patrones de comportamiento que siguen los agentes de un STI cuando adoptan tecnologías y que conducen a fenómenos emergentes como la TT?

Partiendo de esta pregunta de investigación, y teniendo como herramienta de análisis la MBA, se plantea la siguiente hipótesis:

A mayor interacción entre agentes de un STI en los procesos de TT de tecnologías IoT, mejor será el desempeño económico e innovador del sistema, además, dichos procesos permiten comprender mejor como emergen los patrones de especialización de las capacidades tecnológicas de los agentes en el sistema.

4. Propuesta Metodológica

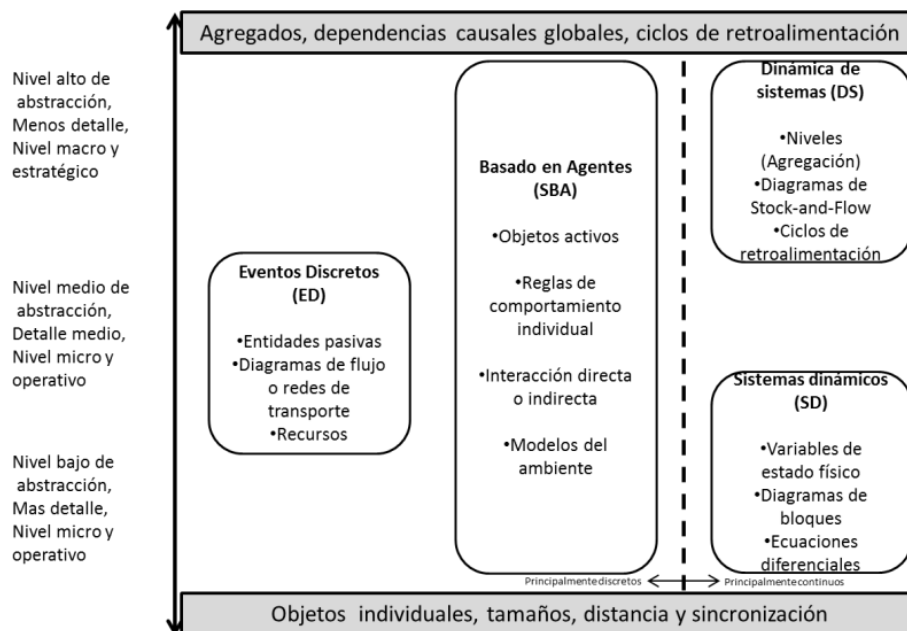
La modelación y simulación permiten resolver problemas de la vida real que no pueden ser prototipados o experimentados en condiciones reales debido a que es imposible o altamente costoso (Borshchev y Filippov, 2004). Los paradigmas o propuestas de modelación y simulación se han agrupado en cuatro bloques principales (ver Figura 2), entre los que se encuentran: i) dinámica de sistemas (DS), ii) simulación de eventos discretos (SED), iii) simulación basada en agentes (SBA) y iv) sistemas dinámicos (SD). DS y SED han sido ampliamente utilizados en la literatura; SBA es un paradigma mucho más nuevo y SD se

emplea para modelar y diseñar sistemas físicos (Borshchev y Filippov, 2004).

Según el nivel de abstracción, los sistemas dinámicos se encuentran en la base de la Figura 1; estos son usados en disciplinas de la ingeniería como mecánica, eléctrica, química y otras. Trata con variables continuas como velocidad, aceleración, presión y concentración. En un nivel medio de abstracción se encuentra la simulación de eventos discretos y la simulación basada en agentes con un nivel medio de detalle. La primera es más usada en manufactura, logística o centros de servicio, mientras que la segunda se aplica a ciencias de la complejidad, inteligencia artificial y teoría de juegos (Borshchev y Filippov, 2004).

En un último nivel de abstracción superior, más global y de menos detalle se encuentra la dinámica de sistemas y simulación basada en agentes, cuyo foco se orienta al tratamiento de problemas de índole industrial, organizacional, dinámicas poblacionales y negociación, entre otros (Borshchev y Filippov, 2004). La MBA pertenece al enfoque de modelado de "abajo hacia arriba"; no hay un planificador central que controle el sistema como un todo y para ese efecto controla el comportamiento de los agentes individuales en el nivel agregado (Happe, 2004).

Figura 2: Paradigmas de la modelación y simulación según la escala de abstracción



Fuente: Adaptado de (Borshchev y Filippov, 2004).

Los paradigmas de modelación y simulación han sido aplicados específicamente para entender los procesos de TT y la emergencia de los STI. Autores como Quang, Schreinemachers y Berger (2014) evaluaron cómo la interacción dinámica entre la pérdida de fertilidad del suelo y la toma de decisiones en la granja afecta el uso de métodos de conservación del suelo. Más específicamente, el estudio tiene como objetivo evaluar ex-ante el potencial de tres métodos de bajo costo para la conservación de suelos implementando MBA.

Schreinemachers y Berger (2011), describen un paquete de software de MBA denominado sistema multi-agentes basado en programación matemática (*Mathematical*

Programming-based Multi Agent Systems (MP-MAS), el cual está construido bajo el uso de una optimización con restricciones para simular la toma de decisiones en sistemas agrícolas. Su propósito es entender cómo la tecnología agrícola, mercados dinámicos, cambio ambiental e intervención política pueden afectar una población heterogénea de agricultores y los recursos agroecológicos que estos emplean.

Otra aplicación de la MBA para el proceso de TT ha sido desarrollada por Beretta, Fontana, Guerzoni, y Jordan (2018). El estudio proporciona un modelo teórico de adopción de tecnología basado en la idea de que la difusión de información sobre una tecnología depende tanto de la estructura social de los adoptantes como del grado de asertividad.

Para el caso de los modelos de simulación aplicados a los STI, Walrave y Raven (2016) desarrollan un modelo que integra el concepto de motor de innovación para describir las dinámicas de los STI, intentando responder a la pregunta ¿Cómo emergen los STI en el contexto de varias vías de transición socio técnica? En investigaciones posteriores, Raven y Walrave (2018), emplean un modelo de dinámica de sistemas para comprender el impacto los fallos en políticas de innovación en la transformación de sistemas enteros de producción y consumo desde una mirada de los STI y la transición sostenible. El modelo combina el concepto de motores de innovación con el de vías de transición en sistemas sociotécnicos. Los resultados del modelo muestran que una combinación inteligente de intervenciones de políticas en otras partes del sistema puede llevar a mejoras suficientes en el rendimiento de los STI emergentes.

Azad y Ghodsypour (2017) utilizan la modelación como mecanismo para identificar las relaciones entre agentes y mercado en un sistema híbrido denominado tecno-sectorial, identificando las funciones de comportamiento dentro del ciclo de vida tecnológico en la industria petroquímica. Los resultados muestran que, para los dos escenarios definidos, la relación entre competidores y emprendedores juega un papel clave en la relación de beneficio en el sistema.

Algunos modelos de simulación presentados en la literatura especializada, analizan los procesos de TT desde un enfoque de aprendizaje tecnológico para distintos sectores, como la base del cambio técnico y la transición tecnológica y donde la simple existencia de la tecnología no implica la adopción y uso de la misma (Raven y Walrave, 2018). En esencia, la literatura de los STI se enfoca en la comprensión de cómo los nuevos sistemas de innovación emergen alrededor de innovaciones como los vehículos eléctricos, la tecnología fotovoltaica y el biogás (Walrave y Raven, 2016).

La literatura científica muestra que estos paradigmas de simulación han sido empleados para comprender los procesos de TT para el desarrollo de modelos teóricos de adopción de tecnología sobre la base del entendimiento de la heterogeneidad de los agentes (Davis et al., 2007). En efecto, la MBA presenta una alternativa promisorio para intentar entender cómo los procesos sociales funcionan a través del tiempo (Scalco et al., 2017), debido principalmente a que la MBA permite modelar los comportamientos e interacción de los agentes en el ambiente, empleando tanto datos cuantitativos como cualitativos para definir dichas relaciones (Muelder y Filatova, 2018). Otro aspecto interesante es que la MBA permite incluir factores estocásticos que generan una recreación más realista de los actos que se generan por arte de los agentes y que podrían no estar acordes a los patrones preestablecidos (Scalco et al., 2017).

Entendiendo las la heterogeneidad de los agentes involucrados y la toma de decisiones en el proceso de TT, como herramienta de análisis se plantea usar el paradigma de modelación basado en agentes. Dicha técnica estudia la emergencia a nivel macro de patrones de comportamiento de un sistema a partir de las interacciones de agentes semi inteligentes del

nivel micro. La MBA ostenta un enfoque *bottom-up* y no exhibe un planificador central que controle el sistema, por el contrario, exhibe a partir de las interacciones sistémicas entre agentes heterogéneos comportamientos emergentes mediante su agregación. El modelo metodológico se basa en la propuesta de Sargent (2013), ver Figura 3:

Figura 3: Fases del modelo metodológico propuesto



Fuente: Elaborado por los autores a partir de Sargent (2013) y Quintero (2016).

Fase I: Delimitación del problema. El primer paso para desarrollar un proceso de modelación es establecer claramente cuál es el problema, porque este es un problema y cuáles deben ser los conceptos y variables clave que se deberán considerar.

Fase II. Formulación de las hipótesis dinámicas. En este paso se realiza la conceptualización del sistema, utilizando mapas de estructura causal basada en las hipótesis iniciales, variables clave e influencias que se producen entre los actores

Fase III. Formulación del modelo conceptual de simulación. En este paso se define la estructura, las reglas de decisión, los parámetros, las relaciones de comportamiento y condiciones iniciales. Este debe ser testeado o calibrado para evaluar la consistencia y el cumplimiento de la delimitación propuesta.

Fase IV: Testeo de comportamiento del modelo. Se realiza una comparación del comportamiento con modelos de referencia para evaluar que el modelo reproduzca adecuadamente el modelo propuesto, posteriormente se aplica un análisis de sensibilidad para entender el comportamiento del modelo dada la incertidumbre en parámetros, condiciones iniciales, delimitación del modelo y agregación, esto para identificar puntos sensibles.

Fase V. Validación del modelo. Debido a que todos los modelos, mentales o formales, son representaciones limitadas y simplificadas del mundo real, estos difieren de la realidad en diferentes maneras (Serman, 2000, p. 846). Este paso pretende evaluar si la estructura interna del modelo es suficientemente fiel al sistema real, para tal fin se plantea realizar una validación del modelo en un sistema tecnológico de innovación en IoT, para el sector agroindustrial.

5. Conclusiones y pasos a seguir

El modelo a desarrollar que permita conocer mejor el proceso de TT desde una mirada a los comportamientos individuales y las capacidades de los agentes que participan en el proceso. Además, se pretende mejorar la comprensión del fenómeno de TT contemplando la participación de emisores, difusores y receptores de la tecnología en un STI con base en las reglas de toma de decisiones y sus CT, identificando puntos de apalancamiento para que los tomadores de decisión en materia de política definan estrategias para mejorar el desarrollo, aplicación y uso de tecnologías emergentes.

En este sentido, la este trabajo permitirá comprender cómo las reglas de toma de decisiones de los agentes y las asimetrías en las CT afectan el desempeño económico e innovador del proceso de TT. Otro aporte derivado de este trabajo será generar conocimiento que soporte a los tomadores de decisión para el diseño de políticas basadas en los comportamientos y capacidades de los emisores, difusores y usuarios de la tecnología. Lo anterior debido a que el diseño de la investigación permite considerar aspectos que generalmente se ignoran en los modelos analíticos: variabilidad entre individuos, interacciones, ciclos del proceso completo y, en particular, comportamiento individual que se adapta al entorno interno y externo cambiante del agente.

6. Referencias

- Adrian, A. M., Norwood, S. H., & Mask, P. L. (2005). Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 48(3), 256–271. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.04.004>
- Azad, S. M., & Ghodsypour, S. H. (2017). Modeling the dynamics of technological innovation system in the oil and gas sector. *Kybernetes*, 47(4), 771–800. <https://doi.org/10.1108/K-03-2017-0083>
- Azjen, I. (2005). *Attitudes, Personality and Behaviour*. (T. Manstead, Ed.). New York: McGraw-Hill.
- Balaji, M. S., & Roy, S. K. (2017). Value co-creation with Internet of things technology in the retail industry. *Journal of Marketing Management*, 33(1–2), 7–31. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2016.1217914>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Bell, M., & Pavitt, K. (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 157–210. <https://doi.org/10.1093/icc/2.2.157>
- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. In *Trade, technology, and international competitiveness* (pp. 69–101). Washington D.C: Economic Development Institute of The World Bank.
- Bento, N., & Fontes, M. (2015). The construction of a new technological innovation system in a follower country: Wind energy in Portugal. *Technological Forecasting & Social Change*, 99, 197–210. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.06.037>
- Beretta, E., Fontana, M., Guerzoni, M., & Jordan, A. (2018). Cultural dissimilarity: Boon or bane for technology diffusion? *Technological Forecasting and Social Change*, (September 2017). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.008>
- Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S., Markard, J., Sandén, B., & Truffer, B. (2015). Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16, 51–64. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.003>
- Borshchev, A., & Filippov, A. (2004). From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling : Reasons , Techniques , Tools. *22nd International Conference of the System Dynamics Society, 25- 29 July 2004*, 45.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4– 5), 627–655. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1)
- Caputo, F., Scuotto, V., Carayannis, E., & Cillo, V. (2018). Intertwining the internet of things and consumers'

- behaviour science: Future promises for businesses. *Technological Forecasting and Social Change*, 136(March 2017), 277–284. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.019>
- Cardenas Tamayo, R. A., Lugo Ibarra, M. G., & Garcia Macias, J. A. (2010). Better crop management with decision support systems based on wireless sensor networks. *2010 7th International Conference on Electrical Engineering Computing Science and Automatic Control*, (Cce), 412–417. <https://doi.org/10.1109/ICEEE.2010.5608629>
- Carlsson, B. (1994). Technological Systems and Economic Growth: Comparing Finland, Sweden, Japan, and the United States. In S. Vuori & P. Vuorinen (Eds.), *Explaining Technical Change in a Small Country* (pp. 159–183). Heidelberg: Physica-Verlag HD. https://doi.org/10.1007/978-3-642-95913-4_7
- Carlsson, B. (2002). *Technological Systems in the Bio Industries*. (B. Carlsson, Ed.) (Vol. 26). Boston, MA: Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0915-8>
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), 93–118. <https://doi.org/10.1007/BF01224915>
- Chehrehpak, M., Alirezaei, A., & Farmani, M. (2012). Selecting of optimal methods for the technology transfer by using analytic hierarchy process (AHP). *Indian Journal of Science and Technology*, 5(4), 2540–2546.
- Chen, Y. (1995). *Teaching material in technology transfer*. Jongli City: Yuan Ze University Press.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Dahlman, C. J., Ross-Larson, B., & Westphal, L. E. (1987). Managing technological development: Lessons from the newly industrializing countries. *World Development*, 15(6), 759–775. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(87\)90058-1](https://doi.org/10.1016/0305-750X(87)90058-1)
- Davis, Eisenhardt, K. M., & Bingham, C. B. (2007). Developing Theory Through Simulation Methods. *Academy of Management Review*, 32(2), 480–499. <https://doi.org/10.5465/amr.2007.24351453>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness , Perceived Ease of Use , and User Acceptance of information technology. *Management Information System Research Center*, 13(3), 319–340. Retrieved from www.jstor.org/stable/249008
- Day, G. S., & Schoemaker, P. J. H. (2000). Avoiding the Pitfalls of Emerging Technologies. *California Management Review*, 42(2), 8–33. <https://doi.org/10.2307/41166030>
- Dinmohammadi, A., & Shafiee, M. (2017). Determination of the Most Suitable Technology Transfer Strategy for Wind Turbines Using an Integrated AHP-TOPSIS Decision Model. *Energies*, 10(5), 1–17. <https://doi.org/10.3390/en10050642>
- Edsand, H. E. (2017). Identifying barriers to wind energy diffusion in Colombia: A function analysis of the technological innovation system and the wider context. *Technology in Society*, 49, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.01.002>
- Farooq, M. S., Salam, M., Jaafar, N., Fayolle, A., Ayupp, K., Radovic-Markovic, M., & Sajid, A. (2017). Acceptance and use of lecture capture system (LCS) in executive business studies: Extending UTAUT2. *Interactive Technology and Smart Education*, 14(4), 329–348. <https://doi.org/10.1108/ITSE-06-2016-0015>
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behaviour: An introduction to theory and research* (Vol. 27). Addison-Wesley.
- Foxon, T. J., Hammond, G. P., & Pearson, P. J. G. (2010). Developing transition pathways for a low carbon electricity system in the UK. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(8), 1203–1213. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.04.002>
- Fritsch, M., & Slavtchev, V. (2011). Determinants of the efficiency of regional innovation systems. *Regional Studies*, 45(7), 905–918. <https://doi.org/10.1080/00343400802251494>
- Gao, L., & Bai, X. (2014). A unified perspective on the factors influencing consumer acceptance of internet of things technology. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 26(2), 211–231. <https://doi.org/10.1108/APJML-06-2013-0061>
- Gibson, D. V., & Smilor, R. W. (1991). Key variables in technology transfer: A field-study based empirical analysis. *Journal of Engineering and Technology Management*, 8(3–4), 287–312. [https://doi.org/10.1016/0923-4748\(91\)90015-J](https://doi.org/10.1016/0923-4748(91)90015-J)
- Gilbert, N. (2007). *Agent-based models*. Guildford.
- Gupta, K. P., Bhaskar, P., & Singh, S. (2017). Prioritization of factors influencing employee adoption of e-government using the analytic hierarchy process. *Journal of Systems and Information Technology*, 19(1/2), 116–137. <https://doi.org/10.1108/JSIT-04-2017-0028>
- Hanson, J. (2017). Established industries as foundations for emerging technological innovation systems : The case of solar photovoltaics in Norway. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, (July 2016), 1–14.

- <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.06.001>
- Happe, K. (2004). *Agricultural policies and farm structures Agent-based modelling and application to EU-policy reform*.
- Hsu, C. W., & Yeh, C. C. (2017). Understanding the factors affecting the adoption of the Internet of Things. *Technology Analysis and Strategic Management*, 29(9), 1089–1102. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1269160>
- Jayashankar, P., Nilakanta, S., Johnston, W. J., Gill, P., & Burres, R. (2018). IoT adoption in agriculture: the role of trust, perceived value and risk. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 33(6), 804–821. <https://doi.org/10.1108/JBIM-01-2018-0023>
- Jiang, R., & Zhang, Y. (2013). Research of Agricultural Information Service Platform Based on Internet of Things. *2013 12th International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering & Science*, 176–180. <https://doi.org/10.1109/DCABES.2013.39>
- Khabiri, N., Rast, S., & Senin, A. A. (2012). Identifying Main Influential Elements in Technology Transfer Process: A Conceptual Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 417–423. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.209>
- Kiesling, E., Günther, M., Stummer, C., & Wakolbinger, L. M. (2012). Agent-based simulation of innovation diffusion: a review. *Central European Journal of Operations Research*, 20(2), 183–230. <https://doi.org/10.1007/s10100-011-0210-y>
- Kim, S.-H., & Hwang, K.-H. (2011). Winning strategies for innovation and high-technology products management. *Journal of Business Research*, 64(11), 1147–1150. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.06.013>
- Koch, S., & Mitlöhner, J. (2010). Effort estimation for enterprise resource planning implementation projects using social choice – a comparative study. *Enterprise Information Systems*, 4(3), 265–281. <https://doi.org/10.1080/17517575.2010.496494>
- König, B., Janker, J., Reinhardt, T., Villarroel, M., & Junge, R. (2018). Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system. *Journal of Cleaner Production*, 180, 232–243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.037>
- Kowatsch, T., & Maass, W. (2012). Critical privacy factors of internet of things services: An empirical investigation with domain experts. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 129 LNBI, 200–211. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33244-9_14
- Koza, M., & Lewin, A. (2000). Managing partnerships and strategic alliances: raising the odds of success. *European Management Journal*, 18(2), 146–151. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(99\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(99)00086-9)
- 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)
- Lall, S. (1998). Technological capabilities in emerging Asia. *Oxford Development Studies*, 26(2), 213–243. <https://doi.org/10.1080/13600819808424154>
- Lee, S., Kim, W., Kim, Y. M., & Oh, K. J. (2012). Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption. *Expert Systems with Applications*, 39(7), 6388–6395. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.12.030>
- Leischnig, A., Geigenmueller, A., & Lohmann, S. (2014). On the role of alliance management capability, organizational compatibility, and interaction quality in interorganizational technology transfer. *Journal of Business Research*, 67(6), 1049–1057. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.06.007>
- Li, Y., Hou, M., Liu, H., & Liu, Y. (2012). Towards a theoretical framework of strategic decision, supporting capability and information sharing under the context of Internet of Things. *Information Technology and Management*, 13(4), 205–216. <https://doi.org/10.1007/s10799-012-0121-1>
- Lichtenthaler, U., & Lichtenthaler, E. (2010). Technology Transfer across Organizational Boundaries: Absorptive Capacity and Desorptive Capacity. *California Management Review*, 53(1), 154–170. <https://doi.org/10.1525/cmr.2010.53.1.154>
- Lugones, G. E., Gutti, P., & Le Clech, N. (2007). *Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina. Serie Estudios y Perspectivas*. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5014/1/S0700876_es.pdf
- Lund, R. (2004). The Organization of Actors' Learning in Connection With New Product Development. *Research on Technological Innovation, Management and Policy*, 8, 129–153. [https://doi.org/10.1016/S0737-1071\(04\)08006-0](https://doi.org/10.1016/S0737-1071(04)08006-0)
- Madu, C. N. (1990). Prescriptive framework for the transfer of appropriate technology. *Futures*, 22(9), 932–950. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(90\)90062-M](https://doi.org/10.1016/0016-3287(90)90062-M)
- Martin, X., & Salomon, R. (2003). Knowledge transfer capacity and its implications for the theory of the

- multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, 34(4), 356–373.
<https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8400037>
- Moore, G. C., & Benbasat, I. (1996). Integrating Diffusion of Innovations and Theory of Reasoned Action models to predict utilization of information technology by end-users. In *Diffusion and Adoption of Information Technology* (pp. 132–146). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-34982-4_10
- Muelder, H., & Filatova, T. (2018). One theory-many formalizations: Testing different code implementations of the theory of planned behaviour in energy agent-based models. *Jasss*, 21(4). <https://doi.org/10.18564/jasss.3855>
- Naspetti, S., Mandolesi, S., Buysse, J., Latvala, T., Nicholas, P., Padel, S., ... Zanolli, R. (2017). Determinants of the Acceptance of Sustainable Production Strategies among Dairy Farmers: Development and Testing of a Modified Technology Acceptance Model. *Sustainability*, 9(10), 1805. <https://doi.org/10.3390/su9101805>
- Necochea-Mondragón, H., Pineda-Domínguez, D., & Soto-Flores, R. (2013). A conceptual model of technology transfer for public universities in Mexico. *Journal of Technology Management and Innovation*, 8(4), 24–35. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000500003>
- Park, B. Il. (2011). Knowledge transfer capacity of multinational enterprises and technology acquisition in international joint ventures. *International Business Review*, 20(1), 75–87.
<https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2010.06.002>
- Penrose, E. T. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. New York: John Wiley.
- Porter, A. L., Roessner, J. D., Jin, X., & Newman, N. C. (2002). Measuring national ‘emerging technology’ capabilities. *Science and Public Policy*, 29(3), 189–200.
<https://doi.org/10.3152/147154302781781001>
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The Core Competencies of the Corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79–91.
- Quang, D. V., Schreinemachers, P., & Berger, T. (2014). Ex-ante assessment of soil conservation methods in the uplands of Vietnam: An agent-based modeling approach. *Agricultural Systems*, 123, 108–119.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.10.002>
- Quintero, S. (2016). *Aprendizaje en los sistemas regionales de innovación: Un modelo basado en agentes*. Universidad Nacional. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/53948/>
- Quintero, S., Ruiz, W., & Robledo, J. (2017a). Learning in the Regional Innovation Systems : An Agent Based Model. *Cuadernos de Administración*, 33(57), 7–20.
- Quintero, S., Ruiz, W., & Robledo, J. (2017b). Representation of unlearning in the innovation systems : A proposal from agent-based modeling. *Estudios Gerenciales*, 33, 366–376.
<https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.11.003>
- Quitow, R. (2015). Environmental Innovation and Societal Transitions Dynamics of a policy-driven market : The co-evolution of technological innovation systems for solar photovoltaics in China and Germany. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.12.002>
- Raven, R., & Walrave, B. (2018). Overcoming transformational failures through policy mixes in the dynamics of technological innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*, (January), 0–1.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.05.008>
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations*. Macmillian Publishing Co. (3rd Editio). New York. Retrieved from <http://hollis.harvard.edu/?itemid=%7Clibrary/m/aleph%7C006256656>
- Rogers, E. M. (2002). The Nature of Technology Transfer. *Science Communication*, 23(3), 323–341. <https://doi.org/10.1177/107554700202300307>
- Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2015). What is an emerging technology? *Research Policy*, 44(10), 1827– 1843. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.006>
- Sargent, R. G. (2013). Verification and validation of simulation models. *Journal of Simulation*, 7(1), 12–24. <https://doi.org/10.1057/jos.2012.20>
- Scalco, A., Ceschi, A., & Sartori, R. (2018). Application of Psychological Theories in Agent-Based Modeling: The Case of the Theory of Planned Behavior. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 22(1), 15–33.
- Scalco, A., Ceschi, A., Shiboub, I., Sartori, R., Frayret, J., & Dickert, S. (2017). Agent-Based Modeling of Sustainable Behaviors, 77–97. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46331-5>
- Schreinemachers, P., & Berger, T. (2011). An agent-based simulation model of human–environment interactions in agricultural systems. *Environmental Modelling & Software*, 26(7), 845–859.
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.02.004>
- Shen, C., & Chou, C.-C. (2010). Business process re-engineering in the logistics industry: a study of implementation, success factors, and performance. *Enterprise Information Systems*, 4(1), 61–78.

- <https://doi.org/10.1080/17517570903154567>
- Shin, D. H. (2017). Conceptualizing and measuring quality of experience of the internet of things: Exploring how quality is perceived by users. *Information and Management*, 54(8), 998–1011. <https://doi.org/10.1016/j.im.2017.02.006>
- Silva, A. G., Canavari, M., & Sidali, K. L. (2017). A Technology Acceptance Model of common bean growers' intention to adopt Integrated Production in the Brazilian Central Region. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 68(3), 131–143. <https://doi.org/10.1515/boku-2017-0012>
- Stephan, A., Schmidt, T. S., Bening, C. R., & Hoffmann, V. H. (2017). The sectoral configuration of technological innovation systems: Patterns of knowledge development and diffusion in the lithium-ion battery technology in Japan. *Research Policy*, 46(4), 709–723. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.009>
- Suurs, R. A. A., Hekkert, M. P., Kieboom, S., & Smits, R. E. H. M. (2010). Understanding the formative stage of technological innovation system development: The case of natural gas as an automotive fuel. *Energy Policy*, 38(1), 419–431. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.032>
- Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
- Teece, D. J., Pisano, G., & 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)
- Tohidyan, S., & Rezaei-Moghaddam, K. (2017). Determinants of Iranian agricultural consultants' intentions toward precision agriculture: Integrating innovativeness to the technology acceptance model. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(3), 280–286. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.09.003>
- Ullah, F., Sepasgozar, S., & Wang, C. (2018). A Systematic Review of Smart Real Estate Technology: Drivers of, and Barriers to, the Use of Digital Disruptive Technologies and Online Platforms. *Sustainability*, 10(9), 3142. <https://doi.org/10.3390/su10093142>
- Van Alphen, K., Hekkert, M. P., & Turkenburg, W. C. (2010). Accelerating the deployment of carbon capture and storage technologies by strengthening the innovation system. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 4(2), 396–409. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2009.09.019>
- Venkatesh, Morris, Davis, & Davis. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273–315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Thong, J., & Xu, X. (2012). Consumer Acceptance And Use Of Information Technology: Extending The Unified Theory Of Acceptance And Use Of Technology. *MIS Quarterly*, 236(1), 157–178.
- Verma, P., & Sinha, N. (2018). Integrating perceived economic wellbeing to technology acceptance model: The case of mobile based agricultural extension service. *Technological Forecasting and Social Change*, 126(July), 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.08.013>
- Walrave, B., & Raven, R. (2016). Modelling the dynamics of technological innovation systems. *Research Policy*, 45(9), 1833–1844. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.05.011>
- Wang, H., & Zhang, Z. (2016). Technological innovation system of pharmaceutical industry based on system dynamics. *Shanghai Ligong Daxue Xuebao/Journal of University of Shanghai for Science and Technology*, 38(1), 48–54. <https://doi.org/10.13255/j.cnki.jusst.2016.01.009>
- Zhao, L., & Reisman, A. (1992). Toward Meta Research on technology transfer. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39(1), 13–21.

Identificación y comparación de factores que inciden en la transferencia de tecnología

Neira Yolima Figueroa Galvis

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Maestría en Administración, Colombia

neira.figueroa@uptc.edu.co

Erika Sofía Olaya Escobar

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Unidad de proyectos, Colombia

erika.olaya@escuelaing.edu.co

Hugo Fernando Castro Silva

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de ingeniería industrial, Colombia

hugofernando.castro@uptc.edu.co

Resumen

Desde la perspectiva de las Instituciones de Educación Superior la transferencia de tecnología es un proceso clave para el cumplimiento de su tercera misión que consiste en difundir y divulgar el conocimiento al sector empresarial o a la sociedad, luego de las dos misiones tradicionales de docencia e investigación. El objetivo de este artículo es identificar y comparar los factores que inciden en la potencialización de las actividades de transferencia de tecnología universitaria teniendo en cuenta el contexto nacional e internacional de Colombia. Con este propósito, se realizó una revisión sistemática de literatura en la base de datos Web of Science, se revisaron algunos informes de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), Sistema Nacional de Educación Superior (SNIES), el Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación (MIDE), Superintendencia de Industria y Comercio, rankings de IES colombianas e Índice Departamental de Innovación de Colombia y se confrontó con el trabajo desarrollado por Espinosa et al., (2017), en el cual se identificaron los determinantes de transferencia en Instituciones de Educación Superior en Colombia, fundamentado en indicadores y datos del 2016. Finalmente se identificaron los indicadores y se validaron mediante un análisis factorial que permitió agrupar 19 ítems en cuatro factores: productividad, capital humano e investigación, relacional y estructural; que explican el 70,092% de la varianza.

Palabras clave

Transferencia de tecnología, análisis factorial, Instituciones de Educación Superior.

1. Introducción

El modelo económico basado en el conocimiento se fundamenta en la creación, distribución y aplicación del conocimiento como un recurso clave para la generación de desarrollo económico, social e industrial; este modelo se apoya en las universidades que realizan transferencia de sus resultados de investigación, lo cual contribuye a la innovación (Hamdoun, Chiappetta Jabbour, & Ben Othman, 2018; Hogan, 2011). Desde la perspectiva de las universidades, y siguiendo el modelo clásico de la Triple Hélice, para promover el desarrollo económico y la innovación, se requiere la integración armónica de la Universidad-Empresa-Estado (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Johnson, 2008; Marques, Caraça, & Diz, 2006), ya que favorece el desarrollo de la tercera misión de las universidades que consiste en

la difusión y divulgación de conocimiento (Etzkowitz, Webster, Gebhardt, & Terra, 2000; Laredo, 2007; Lockett, Wright, & Wild, 2015; Pinheiro, Langa, & Pausits, 2015).

La transferencia de resultados de investigación surge como respuesta a los desafíos de la sociedad del conocimiento (Böhme & Stehr, 1986) y es considerada la tercera misión de las universidades (Etzkowitz et al., 2000; Laredo, 2007; Lockett et al., 2015; Pinheiro et al., 2015) luego de la docencia y la investigación. Mediante la transferencia las universidades brindan soluciones específicas a las necesidades de su entorno, apoyan el compromiso regional así como el desarrollo económico y social (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Gunasekara, 2006; Shattock, Unesco., & International Institute for Educational Planning., 2009), estimulan la creación y los flujos de conocimiento, y la valorización y comercialización en el mercado (Jasmina; Berbegal- Mirabent & Guerrero, 2016). Del mismo modo, mediante la introducción de forma directa o indirecta de productos y servicios al mercado, las universidades tienen la oportunidad de acceder a nuevas fuentes de financiación (Jasmina Berbegal-Mirabent, Lafuente, & Solé, 2013; Friedman & Silberman, 2003). Adquiriendo así, rasgos empresariales que dinamizan la transferencia (Budyldina, 2018; Etzkowitz, 2003).

La transferencia es el paso de la tecnología y el conocimiento de una organización a otra (Bozeman, 2000), en el caso de la relación Universidad-Empresa-Estado, la transferencia es el paso de los resultados de investigación desde la Universidad a organizaciones pertenecientes a la Empresa, el Estado y la Sociedad. Así mismo, es importante mencionar que los resultados de investigación pueden ser considerados objeto de comercialización, siendo esta, una actividad que permite generar un gran impacto académico porque constituye una acción inmediata y medible por el mercado (Markman, Siegel, & Wright, 2008). En muchas IES, la transferencia se apoya en unidades de intermediación como: Oficinas de Transferencia de Tecnología (TTO), parques científicos e incubadoras (Perkmann et al., 2013) y reglas y procedimientos internos de apoyo (Thursby, Jensen, & Thursby, 2001).

Respecto a los modos de transferencia se identifica un enfoque formal e informal para transferir (Leischnig & Geigenmüller, 2018; Perkmann et al., 2013). Dentro del formal se encuentra: la investigación colaborativa o por contrato, la concesión de licencias, patentes, publicaciones, formalización del espíritu empresarial académico, entre otros (Perkmann et al., 2013) y bajo el enfoque informal: la provisión de asesoramiento o la creación de redes, conferencias, talleres, entre otros (Sá, Dias, & Sá, 2018). Por otra parte, varios autores realizan la distinción entre transferencia de conocimiento y tecnología, en este contexto, se puede decir que la transferencia de tecnología es un proceso que inicia con un resultado de investigación universitario, que termina como un producto protegido por propiedad intelectual y comercializable (Powers, 2003; Siegel, Waldman, Atwater, & Link, 2003), esta transferencia se realiza a través de mecanismos formales como la concesión de licencias, patentes, creación de spin-off, entre otros. Por otra parte, la transferencia de conocimiento se manifiesta a través de mecanismos como: conferencias, publicaciones, consultorías, etc., (Sá et al., 2018).

Sin embargo, no todas las IES tienen éxito en las actividades de transferencia de resultados de investigación debido a que no existe una receta de transferencia que funcione en todas las instituciones (Jasmina; Berbegal-Mirabent & Guerrero, 2016) y los modelos que muchas veces funcionan en una IES, región o país específico no funcionan en otro. Predominando casos, como el de Latinoamérica el cual es modelo transferencia incipiente, donde muchas veces las invenciones se quedan sin ser transferidas (Fuquen & Olaya-

Escobar, 2018). Por tal razón, es pertinente realizar una investigación para determinar modelos y mecanismos para el fomento de la transferencia tecnológica a la medida de las Instituciones de Educación Superior (Fuquen & Olaya-Escobar, 2018). Así mismo, es importante la revisión del modelo tradicional de transferencia de tecnología universitaria, dado que es necesario desarrollar perspectivas alternas para entender mejor su naturaleza compleja y multifacética (Bradley, Hayter, & Link, 2013).

Bajo el enfoque anterior y teniendo en cuenta que para las IES, la transferencia de tecnología es un proceso que implica trasladar los resultados de investigación de manera formal, haciendo uso de mecanismos de protección de propiedad intelectual para aportar al desarrollo de su entorno, es necesario identificar y validar los factores de transferencia desde las IES en Colombia (Espinosa, Olaya-Escobar, & Rodriguez, 2017). Con el propósito de contribuir al entendimiento de la combinación de factores necesarios para futuros trabajos como la construcción de modelos de transferencia de tecnología a la medida de las IES. La pregunta que se buscó responder fue: ¿Cuál es la combinación de factores que influyen en transferencia de tecnología en las IES? Teniendo en cuenta la pregunta de investigación, el objetivo de este artículo es identificar y comparar los factores que inciden en la potencialización de las actividades de transferencia de tecnología universitaria teniendo en cuenta el contexto nacional e internacional de Colombia. La metodología utilizada es la revisión sistemática de literatura y el análisis factorial.

Este documento está organizado en seis secciones. La primera corresponde a la introducción al tema de transferencia universitaria, la segunda es la descripción de la metodología, la tercera es el desarrollo del estudio, la cuarta es la presentación de los resultados, la quinta es la discusión y análisis y la sexta sección presenta las conclusiones.

2. Metodología

Para la identificación de factores de transferencia en la literatura especializada, se utilizó la metodología planteada por Tranfield que consiste en tres etapas, la planeación de la revisión, la realización de la revisión y el reporte de los resultados (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003), este método es ampliamente utilizado y validado para revisiones de literatura por el orden que se da en la revisión. Luego se revisaron informes relacionados con ciencia, tecnología e innovación y ranking nacionales e internacionales. La información resultante se confrontó con el trabajo desarrollado por Espinosa et al., (2017). Finalmente se realizó una identificación de los indicadores pertinentes para las IES colombianas y se validaron mediante análisis factorial.

3. Desarrollo

3.1 Revisión de literature

- Planeación y desarrollo de la revisión

En esta fase se pretende identificar los factores que inciden en el proceso de transferencia de tecnología, reportados en la literatura académica especializada. Para este propósito se planeó un protocolo de búsqueda que incluyó la definición de palabras claves como: transferencia de conocimiento, transferencia de tecnología, transferencia de conocimiento y tecnología desde las universidades o Instituciones de Educación Superior. Se utilizó la base de datos Web Of Science (WOS), y se construyó la ecuación de búsqueda y se limitó la búsqueda al

rango 2002 a 2018, y el filtro “TEMA”. Obteniendo un total de 3129 resultados. La búsqueda se refinó con el filtro “TÍTULO” para un total de 265 resultados, estos últimos fueron analizados con la herramienta Tree Of Science (TOS) descartando 168 y logrando una selección de 80 documentos, de los cuales se seleccionaron 12 artículos referentes a factores de transferencia, se adicionaron 2 artículos previamente identificados, más 6 derivados de la lectura de las referencias bibliográficas de los artículos anteriores, para un total de 20 artículos.

- Factores de transferencia

Una vez revisada la literatura se encontró que los factores de transferencia de tecnología desde las universidades reciben distintos nombres dependiendo de la perspectiva de los autores, por lo que de forma convergente entre Berbegal-Mirabent & Solé-Parellada, (2011) y Olaya-Escobar, Berbegal-Mirabent, & Duarte, (2014), se identificaron siete categorías de factores que afectan la transferencia y a su vez cuentan con soporte de indicadores en la literatura (Ver tabla 1).

Tabla 1. Factores que inciden en la transferencia de tecnología

Factor	Definición	Autores que identifican indicadores para valorar I+D universitaria
Ambientales	Características socioeconómicas y de innovación de la región	(Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Lockett & Wright, 2005; Markman, Phan, Balkin, & Gianiodis, 2005; O’Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005a; Siegel, Waldman, & Link, 2003a; Wright, Clarysse, Lockett, & Knockaert, 2008)
Legales	Restricciones y normativa	(Chapple et al., 2005; Di Gregorio & Shane, 2003; Lockett & Wright, 2005; Markman et al., 2005; Siegel, Waldman, & Link, 2003a),
Capital Humano	Recursos humanos y aptitudes del personal	(Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006; Chang, Yang, & Chen, 2009; Chang & Yang, 2008; Chapple et al., 2005; Di Gregorio & Shane, 2003; Landry, Amara, & Ouimet, 2007; Lockett & Wright, 2005; O’Shea et al., 2005a; Siegel, Waldman, & Link, 2003a; Thursby & Kemp, 2002; Thursby & Thursby, 2002; Wright et al., 2008)
Estructurales	Características propias del funcionamiento a nivel interno (IES y TTO)	(Chang et al., 2006, 2009; Chang & Yang, 2008; Chapple et al., 2005; Di Gregorio & Shane, 2003; Landry et al., 2007; Lockett & Wright, 2005; Markman et al., 2005; O’Shea et al., 2005a; Siegel, Waldman, & Link, 2003a; Thursby & Kemp, 2002; Thursby & Thursby, 2002; Wright et al., 2008)
Financieros	Fuentes de financiación de actividades de I+D	(Chang et al., 2006, 2009; Di Gregorio & Shane, 2003; Landry et al., 2007; Lockett & Wright, 2005; O’Shea et al., 2005a; Thursby & Kemp, 2002; Thursby & Thursby, 2002; Wright et al., 2008)
Relacionales	Redes de contacto	(Chang et al., 2009; Siegel, Waldman, & Link, 2003a; Wright et al., 2008)

	entre los actores	
Productividad	Resultados de I+D	(Anderson, Daim, & Lavoie, 2007; Chang et al., 2006, 2009; Chang & Yang, 2008; Chapple et al., 2005; Di Gregorio & Shane, 2003; Landry et al., 2007; O'Shea et al., 2005a; Siegel, Waldman, & Link, 2003a; Thursby & Thursby, 2002; Wright et al., 2008).

Fuente: Elaboración propia, tomando como guía a Berbegal-Mirabent & Solé-Parellada, (2011) y Olaya-Escobar, Berbegal-Mirabent, & Duarte, (2014).

Por otra parte, teniendo en cuenta varios estudios (Arenas & González, 2018; Berbegal-Mirabent & Solé-Parellada, 2011; Franco & Haase, 2015; Olaya-Escobar et al., 2014) se identificaron cinco outputs de transferencia de tecnologías más relevantes, junto con los autores que plantean los respectivos indicadores (Ver tabla 2)

Tabla 2. Indicadores por output de transferencia de Tecnología

N.	Outputs de TT	Indicadores	Autor	Factores	
1	Patentes	<u>Tener una escuela de ingeniería</u>	(Chang et al., 2009)	Estructurales, capital humano, y productividad	
		<u>Compromiso y apoyo de líderes universitarios</u>			
		<u>Investigadores académicos motivados</u>	(Chang & Yang, 2008)		Relacionales
		<u>Publicaciones</u>			
		<u>Tipo de universidad privada/pública</u>			
		<u>Cooperación con universidades</u>	(Chang et al., 2006)		Productividad y legales
		<u>Calidad de las patentes</u>			
		<u>Políticas de emprendimiento universitario</u>	(Siegel, Waldman, & Link, 2003b)		Ambientales, financieros y capital humano.
		<u>Tendencia de la tecnología</u>			
		<u>Recursos</u>			
<u>Recompensas por la participación del profesorado</u>	(Thursby & Thursby, 2002)	Capital humano y financieros			
<u>Administradores universitarios con características de emprendedores</u>					
2	Licencias o acuerdos de regalías	<u>Experiencia de TT</u>	(Chang et al., 2009)	Estructurales y capital humano	
		<u>Políticas de emprendimiento universitario</u>	(Chang et al., 2006)		Legales
		<u>Oficiales de licencias de tecnología con capacidades adecuadas</u>	(Chapple et al., 2005)	Capital humano, financieros	
		<u>Incentivos.</u>	(Siegel, Waldman, & Link, 2003b)		Capital humano, financieros
		<u>Experiencia empresarial de oficiales de licencias y gerentes de TTO.</u>			
		<u>Recompensas por la participación del profesorado</u>	(Thursby & Kemp, 2002)	Estructurales	
		<u>Existencia de ciencias biológicas e ingeniería</u>			

		<u>Disposición de los profesores y administradores para otorgar licencias</u>	(Thursby & Thursby, 2002)	Capital humano y relacionales
		<u>Mayor dependencia empresarial en I + D externa</u>		
		<u>Escuelas de medicina</u>	(Thursby et al., 2001)	Estructurales y financieros
		<u>Calidad de la facultad</u>		
3	Investigación en colaboración	<u>Existencia de otras universidades en la región</u>	(Wright et al., 2008)	Ambientales y capital humano
		<u>Masa crítica en el equipo investigador</u>		
		<u>Investigaciones cooperativas especialmente con empresas privadas</u>	(HAN & KIM, 2016)	Relacionales
4	Investigación por contrato	<u>Receptividad a los contratos industriales</u>	(Thursby & Thursby, 2002)	Capital humano
5	Spin off – start ups	<u>Presencia de incubadoras</u>	(Chang et al., 2009)	Estructurales, financieros, capital humano.
		<u>Fondo empresarial de la universidad para fomentar la participación en Spin-off</u>		
		<u>Proactividad</u>		
		<u>Toma de riesgos</u>		
		<u>Rasgos empresariales reconocidos</u>		
		<u>Apoyos organizacionales</u>		
		<u>Capacidades empresariales personales</u>		
		<u>Disponibilidad de tiempo</u>		
		<u>Tipo de universidad privada/pública.</u>		
		<u>Cooperación con universidades</u>	(Chang & Yang, 2008)	Relacionales
		<u>Políticas de emprendimiento universitario</u>	(Chang et al., 2006)	Legales y relacionales
		<u>Colaboraciones IES-industria</u>		
		<u>Capacidades de los funcionarios en empresas spinning-out.</u>	(Lockett & Wright, 2005)	Capital humano, financieros, estructurales,
		<u>Recursos para el gasto en protección de propiedad intelectual</u>		
		<u>Capacidades de desarrollo de negocios</u>		
		<u>Experiencia y habilidades del personal de TT</u>		
		<u>Personal adecuadamente capacitado</u>		
		<u>Pagos de regalías.</u>		
		<u>TTO con fines de lucro.</u>	(Markman et al., 2005)	Estructurales y financieros
		<u>Calidad de los profesores</u>	(O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005b)	Capital humano, financieros, estructurales, ambientales, relacionales
		<u>Tamaño y orientación de fondos de ciencia e ingeniería</u>		
		<u>Capacidad comercial</u>		
		<u>Características organizativas de las universidades</u>		
		<u>Cultura de apoyo comercial.</u>		
		<u>Asociación de apoyo financiero con la industria y el gobierno.</u>		

<u>Desarrollo de la ciencia y la ingeniería.</u>		
<u>Desarrollo de infraestructura comercial.</u>		
<u>Eminencia intelectual</u>	(Di Gregorio	Capital
<u>Políticas de inversiones en empresas de nueva creación</u>	& Shane, 2003)	humano, legales, estructurales.
<u>Baja participación de inventores en regalías.</u>		

Fuente: Elaboración propia

3.2 Revisión de indicadores de Ciencia, Tecnología e investigación (CTI) en Colombia

Esta parte del trabajo se desarrolló con información secundaria de entidades de gobierno, así como de los rankings internacionales y nacionales relacionados con indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación. La información secundaria se fundamentó en las características reportadas por las IES al Ministerio de Educación, mediante el Sistema Nacional de Educación Superior (SNIES) del 2017 y el Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación (MIDE) de 2018. Por otra parte, se tomó la información sobre propiedad intelectual reportada en la Súper Intendencia de Industria y Comercio del 2002 - 2017. Así como la información de los rankings: Web of metrics para las Instituciones colombianas - 2019, QS World University Rankings - 2017 e Índice Departamental de Innovación para Colombia IDIC - 2017. Para este propósito se tomaron 184 Instituciones activas del Ministerio de Educación y posteriormente los datos fueron tratados mediante un análisis factorial para validar la fiabilidad y confiabilidad.

A continuación, se describen las fuentes de información seleccionadas para la revisión de indicadores, así mismo, los indicadores se enuncian en la Tabla 3 y guardan relación con la previa identificación en la literatura (Tabla 1 y Tabla 2).

- Sistema Nacional de Educación Superior (SNIES): sistema de información creado para responder a las necesidades de información de la educación superior en Colombia. Se tomó el último reporte de IES aprobadas, año 2017. Enlace: <https://snies.mineduacion.gov.co/consultasnies/institucion>.
- Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación (MIDE): herramienta del Ministerio de Educación Nacional de Colombia para proporcionar información sobre el estado de las IES en términos de calidad. Anualmente presenta tres tipos de informes, MIDE U, que corresponde a las IES que ofrecen programas universitarios; MIDE T, a las IES que ofrecen programas técnicos y tecnológicos y MIDE A, a las IES que tienen programas con núcleo básico de conocimiento en Administración. Se tomó la información de MIDE U – 2018. Enlace: <https://www.mineduacion.gov.co/1621/mide.html>
- Estadísticas de la Super intendencia de Industria y Comercio (SIC): la SIC presenta el ranking de patentes de Universidades Colombianas desde el año 2000 al 2017. Enlace: <http://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial>.
- Ranking de Web of metrics para las Instituciones colombianas: sistema que clasifica las universidades del mundo tomando como base un indicador que tiene en cuenta el volumen de contenidos web, visibilidad e impacto de las publicaciones en la web. Se

tomó el último reporte, año 2019. Enlace: http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es/Colombia.

- QS World University Rankings: ranking de universidades del mundo organizadas por criterios jerárquicos que busca ofrecer una clasificación sectorial, regional y global. Se tomó año 2017. Enlace: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2016>
- Índice departamental de innovación para Colombia (IDIC): herramienta que mide comparativamente las capacidades de generación y apropiación de conocimiento e innovación en los departamentos de Colombia. Se tomó año 2017. Enlace: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Informe%20IDIC%202017.pdf>

Tabla 3. Indicadores seleccionados

FUENTE	INDICADOR SELECCIONADO	AÑO
SNIES	Nombre de la Institución, estado, principal/seccional, sector, carácter académico, Departamento de domicilio, fecha de norma de creación, acreditación de alta calidad (si/no) y vigencia de la acreditación.	2017
MIDE U	Enfoque, apropiación social de conocimiento, citaciones, nuevo conocimiento, formación de recurso humano, investigadores y coautoría por artículo en WOS y Scopus.	2018
SIC	Número de patentes de invención presentadas, publicadas y concedidas; número de patentes de modelo de utilidad presentadas, publicadas y concedidas.	2000-2017
Web of metrics	Ranking	2019
QS	Ranking	2017
IDIC	Ranking	2017

Fuente: Elaboración propia.

En comparación con los indicadores usados por Espinosa et al., (2017), se descartaron los indicadores de la convocatoria de categorización de grupos de COLCIENCIAS, teniendo en cuenta que la información sobre grupos de investigación se fundamenta en perfil de los investigadores, productividad académica, consultorías de investigación, entre otros. Los cuales también se encuentra en la información del MIDE y del IDIC. Adicionalmente, se incluyó información como los indicadores de innovación por región que presenta el IDIC. Así mismo se tomó el ranking QS, en lugar de U-Sapiens con el fin de dar una visión más global al estudio. A diferencia del estudio de Espinosa et al., (2017), no se tomó información primaria, por tal razón los indicadores derivados de la encuesta de ese estudio no se presentan en este documento.

3.3 Identificación y validación de indicadores

- Muestra y recogida de datos

Este trabajo tomó como unidad de análisis las Instituciones de Educación Superior de Colombia, con el fin de identificar los factores de mayor influencia para la transferencia de tecnología; para este propósito se tomó la información reportada por las IES en el SNIES.

El tamaño de muestra fue de 184 IES. Se llegó a este tamaño mediante cruce de información de bases de datos. En primer lugar, mediante la depuración de la base de datos

original de 567 registros de los cuales se eliminaron 191 por generar duplicidad de información, para un total de 376. Posteriormente se aplicó un filtro por estado de la institución (activo, inactivo) generando un total de 360 registros de instituciones activas ante el Ministerio. En tercer lugar, se cruzó la información con el Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación (MIDE U) y se aplicó el filtro de tipo de institución (Enfoque Doctoral, Enfoque Maestría, enfoque Especializadas, fuerza pública, enfoque pregrado: Universidades 5-8, Instituciones Universitarias 5-8, Universidades 2-4 e Instituciones Universitarias 2-4 y otras) en donde se descartaron las clasificadas en otras para un total de 184 registros que se tomaron como muestra (ver Tabla 4).

Tabla 4. Selección del tamaño de muestra 2017-2018

Criterio de selección	Tamaño de muestra
Total de Instituciones Reportadas en SNIES	567
Depuración de la base de datos	376
Estado: activas	360
Tipo de Institución, descartando las categorizadas en otras.	184

Fuente: Elaboración propia.

Para las 184 IES que conforman la muestra del estudio, se determinaron las características principales: carácter académico, sector al que pertenecen, tipo de institución, acreditación de alta calidad, y años de acreditación de alta calidad (ver Tabla 5).

Tabla 5. Características de las IES

Carácter académico	Número	%
Universidad	84	45,65
Institución Universitaria/Escuela Tecnológica	100	54,35
Sector	Número	%
Privada	127	69,02
Oficial	57	30,98
Tipo de Institución	Número	%
Doctoral	14	7,61
Especializadas	10	5,43
Fuerza pública	9	4,89
Instituciones 2-4	58	31,52
Instituciones 5-8	24	13,04
Maestría	32	17,39
Universidades 2-4	11	5,98
Universidades 5-8	26	14,13
Acreditación de alta calidad	Número	%
Con Acreditación de Alta Calidad	51	27,71
Sin Acreditación de Alta Calidad	133	72,28
Años de acreditación de alta calidad	Número	%
0 años	133	72,28

4 años	21	11,41
6 años	17	9,24
8 años	09	4,89
10 años	04	2,17

Fuente: Elaboración propia.

- Medidas

Este estudio se fundamentó en información secundaria y se estructuró en dos bloques: características generales de las IES y estructura y capacidades para la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i). El primer bloque correspondiente a las características generales de las IES, se fundamentó en información reportada ante el Ministerio de Educación, mediante el Sistema Nacional de Educación Superior (SNIES) y el Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación (MIDE U). El segundo bloque relacionado con las capacidades para la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i); se fundamentó en información del MIDE, estadísticas de propiedad intelectual de la Super Intendencia de Industria y Comercio, información de Spin off - Colombia, Ranking de Web of metrics, QS World University e Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC).

- Método

Inicialmente, se realizó la evaluación de validez y fiabilidad de los datos de medición mediante análisis factorial exploratorio, para esta validación se tomó una muestra de 184 IES (Ver tabla 4). Luego se calculó la prueba de esfericidad de Bartlett descartando la hipótesis nula, con un valor de “p” igual a cero, $p = 0,000$, que a su vez corroboró que el conjunto de datos era apropiado para realizar un análisis factorial. El chi cuadrado obtenido fue de $\chi^2 = 3226,058$ con 171 grados de libertad. La prueba de valor de Kaiser-Meyer-Olkin también permitió verificar la adecuación de la metodología de análisis de factores como metodología de muestreo ($KMO = 0,784$ a una significancia de 0.000), ver Tabla 6 y finalmente con la realización del análisis de componentes principales se exploró la dimensión natural de las dimensiones incluidas de 19 ítems en cuatro factores que explicaron el 70,092 % de la varianza.

Tabla 6. Índices de bondad de ajuste de los datos de la muestra

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		<u>.784</u>
Prueba de esfericidad de	<u>Aprox. Chi-cuadrado</u>	<u>3226,058</u>
Bartlett	<u>gl</u>	<u>171</u>
	Sig.	,000

Fuente: Compilado por el autor

4. Resultados

En la revisión de literatura se identificaron siete factores de transferencia y cinco outputs de transferencia (Ver tabla 1 y tabla 2), así mismo, mediante la revisión de indicadores en fuentes de información secundaria se identificaron las características de las IES (Ver tabla 4 y tabla 5) que luego sirvieron de base para realizar el análisis factorial.

4.1 Análisis exploratorio

Se realizó el análisis factorial con el método de componentes principales, se incluyeron en el estudio factores con valores superiores a 1, en este análisis se identificaron cuatro factores que explican el 70,092% de la varianza. Luego se determinaron los elementos correspondientes a cada factor, usando el método de rotación ortogonal (varimax) que garantiza que los factores no están correlacionados.

4.2 Fiabilidad y validez de la Escala

La unidimensionalidad de los factores se examinó mediante un análisis factorial exploratorio para cada uno de los cinco factores de manera independiente. En la tabla 7 se presentan los resultados del análisis de fiabilidad.

Tabla 7. Matriz de componentes extraídos

Factor	ítem	ítem	Load	Estadísticas de Fiabilidad – Alfa de Cronbach
Productividad	Patente modelo de utilidad publicada	V22	,952	0,717
	Patente modelo de utilidad presentada	V21	,899	
	Patente modelo de utilidad concedida	V23	,896	
	Patentes concedidas	V20	,737	
	Patentes presentadas	V18	,718	
Capital humano e investigación	Apropiación social del conocimiento / docente	V11	,873	0,047
	Formación del recurso humano / docente	V12	,812	
	Investigadores / docente	V15	,791	
	Nuevo conocimiento / docente	V10	,790	
Relacional	Coautorías por artículo WOS	V16	,879	0,607
	Coautorías por artículo SCOPUS	V17	,852	
	Citaciones por artículos SCOPUS	V14	,783	
Estructural	Citaciones por artículo WOS	V13	,644	0,513
	Ranking QS	V29	,670	
	Vigencia de la acreditación	V8	,650	
	Ranking Webometrics	V30	,624	
	Patentes publicadas	V19	,617	
	Numero de spin-off creadas	V27	,489	
Posición de innovación por departamento	V28	,362		

Fuente: Elaboración propia

5. Discusión y análisis

Las Universidades tienen una participación del 45,65% y las Instituciones Universitaria/Escuela del 54,35% en este estudio, siendo estos dos porcentajes poco divergentes, se espera que los dos tipos de IES sean dinámicas en las actividades de transferencia. Por otra parte, se encontró que los indicadores tomados para el estudio se relacionan con la información encontrada en la revisión de literatura, lo cual es coincidente y

favorece la continuidad de este tipo de trabajos, sin embargo, el proceso de búsqueda de información secundaria es amplio y en este sentido lograr identificar los factores de transferencia con un porcentaje de fiabilidad más alto al presentado, requiere de más información que dé robustez a cada factor. En términos generales, se ha encontrado mayor similitud con la información presentada por Espinosa et al., (2017) respecto a las características de las IES, para los demás bloques que presenta Espinosa la información de este estudio varía en agrupación por factor, es así cómo se encontró que el factor con mayor fiabilidad es el identificado como productividad que hace referencia principalmente a las patentes de invención y modelos de utilidad.

6. Conclusiones

Para las IES es fundamental realizar procesos de transferencia de resultados de investigación, debido a que desarrollan su tercera misión que consiste en la transferencia y divulgación de conocimientos, específicamente con la transferencia de tecnología las IES transfieren resultados de investigación protegidos con mecanismos de propiedad intelectual, los cuales pueden ser comercializables dándole a la IES características emprendedoras que fomentan la innovación.

En el proceso de identificación de factores de transferencia de tecnología desde las IES, se encontró en la literatura cinco outputs concretos de transferencia: patentes, licencias o acuerdos de regalías, investigación en colaboración, investigación por contrato, y spin off – start ups y sus factores condicionantes.

La revisión de literatura permitió identificar los factores desde el enfoque de las IES, sin embargo, bajo otros enfoques los factores van a ser diferentes, se espera que estos factores identificados sirvan de insumo para elaborar modelos de transferencia de tecnología. Respecto al análisis de componentes principales, se agruparon 19 ítems en cuatro factores que explican el 70,092% de la varianza: productividad, capital humano e investigación, relacional y estructural, y que son apropiados para un análisis factorial con el valor de la prueba de esfericidad de Bartlett y con la validación de metodología realizada con el Kaiser-Meyer-Olkin. Con los resultados anteriores se destaca el papel de las universidades en la difusión de conocimiento como insumo de la innovación, así mismo la importancia de la transferencia de tecnología como actividad fundamental de las universidades que trasciende a la producción estéril de conocimiento básico. Se sugiere desarrollar revisiones y análisis de factores adicionales con el fin de identificar mejor los condicionantes de transferencia tecnológica que potencialicen la transferencia y realizar la comparación con otros estudios adicionales al de Espinosa et al., (2017).

7 Referencias

- Anderson, T. R., Daim, T. U., & Lavoie, F. F. (2007). Measuring the efficiency of university technology transfer. *Technovation*, 27(5), 306–318. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2006.10.003>
- Arenas, J., & González, D. (2018). Technology Transfer Models and Elements in the University-Industry Collaboration. *Administrative Sciences*, 8(2), 19. <https://doi.org/10.3390/admsci8020019>
- Berbegal-Mirabent, J., & Guerrero, A. D. (2016). Examining technology transfer activities at universities : Does one recipe explain all outcomes ?, 137–144.
- Berbegal-Mirabent, J., Lafuente, E., & Solé, F. (2013). The pursuit of knowledge transfer activities: An efficiency analysis of Spanish universities. *Journal of Business Research*, 66(10), 2051–2059. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2013.02.031>

- Berbegal-Mirabent, J., & Solé-Parellada, F. (2011). Caracterización del proceso de valorización de la I + D universitaria. In *5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management* (pp. 558–567).
- Böhme, G., & Stehr, N. (1986). *The knowledge society: the growing impact of scientific knowledge on social relations*. D. Reidel Pub. Co. Retrieved from <https://books.google.es/books?id=3mdDBAAQBAJ&dq=Knowledge+Society,+D.+Reidel+Publish+Company.&hl=es&lr=>
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4–5), 627–655. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1)
- Bradley, S. R., Hayter, C. S., & Link, A. N. (2013). Models and Methods of University Technology Transfer. *Foundations and Trends® in Entrepreneurship*, 9(6), 571–650. <https://doi.org/10.1561/0300000048>
- Budyldina, N. (2018). Entrepreneurial universities and regional contribution. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 14(2), 265–277. <https://doi.org/10.1007/s11365-018-0500-0>
- Chang, Y.-C., Chen, M.-H., Hua, M., & Yang, P. Y. (2006). Managing academic innovation in Taiwan: Towards a ‘scientific–economic’ framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(2), 199–213. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2004.10.004>
- Chang, Y.-C., & Yang, P. Y. (2008). The impacts of academic patenting and licensing on knowledge production and diffusion: a test of the anti-commons effect in Taiwan. *R&D Management*, 38(3), 321–334. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00513.x-i1>
- Chang, Y.-C., Yang, P. Y., & Chen, M.-H. (2009). The determinants of academic research commercial performance: Towards an organizational ambidexterity perspective. *Research Policy*, 38(6), 936–946. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2009.03.005>
- Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., & Wright, M. (2005). Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: parametric and non-parametric evidence. *Research Policy*, 34(3), 369–384. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2005.01.007>
- Di Gregorio, D., & Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Research Policy*, 32(2), 209–227. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00097-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00097-5)
- Espinosa, S. A., Olaya-Escobar, E. S., & Rodriguez, H. G. (2017). Identificación de factores determinantes de transferencia en instituciones de educación superior en Colombia. *XVII Congreso Latino Ibero Americano de Gestión Tecnológica 2017 -ALTEC*, (October 2017), 1–16.
- Etzkowitz, H. (2003). Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Social Science Information*, 42(3), 293–337. <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., & Terra, B. R. C. (2000). The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313–330. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00069-4)
- Franco, M., & Haase, H. (2015). University-industry cooperation: Researchers’ motivations and interaction channels. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 36, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2015.05.002>
- Friedman, J., & Silberman, J. (2003). University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter? *The Journal of Technology Transfer*, 28(1), 17–30. <https://doi.org/10.1023/A:1021674618658>
- Fuquen, H. S., & Olaya-Escobar, E. S. (2018). A technology transfer strategy based on the dynamics of the generation of intellectual property in Latin-America. *Intangible Capital*, 14(2), 203–252. <https://doi.org/10.3926/ic.873>
- Gunasekara, C. (2006). Reframing the Role of Universities in the Development of Regional Innovation Systems. *The Journal of Technology Transfer*, 31(1), 101–113. <https://doi.org/10.1007/s10961-005-5016-4>
- Hamdoun, M., Chiappetta Jabbour, C. J., & Ben Othman, H. (2018). Knowledge transfer and organizational innovation: Impacts of quality and environmental management. *Journal of Cleaner Production*, 193, 759–770. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.05.031>
- HAN, J., & KIM, J. (2016). EMPIRICAL ANALYSIS OF TECHNOLOGY TRANSFER IN KOREAN UNIVERSITIES. *International Journal of Innovation Management*, 20(08), 1640018. <https://doi.org/10.1142/S1363919616400181>
- Hogan, T. (2011). an Overview of the Knowledge Economy , With a Focus on, (August), 1–35.

- Johnson, W. H. A. (2008). Roles, resources and benefits of intermediate organizations supporting triple helix collaborative R&D: The case of Precarn. *Technovation*, 28(8), 495–505. <https://doi.org/10.1016/J.TECHNOVATION.2008.02.007>
- Landry, R., Amara, N., & Ouimet, M. (2007). Determinants of knowledge transfer: evidence from Canadian university researchers in natural sciences and engineering. *The Journal of Technology Transfer*, 32(6), 561–592. <https://doi.org/10.1007/s10961-006-0017-5>
- Laredo, P. (2007). Revisiting the Third Mission of Universities: Toward a Renewed Categorization of University Activities? *Higher Education Policy*, 20(4), 441–456. <https://doi.org/10.1057/palgrave.hep.8300169>
- Leischnig, A., & Geigenmüller, A. (2018). Examining alliance management capabilities in university-industry collaboration. *The Journal of Technology Transfer*. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9671-7>
- Lockett, A., & Wright, M. (2005). Resources, capabilities, risk capital and the creation of university spin-out companies. *Research Policy*, 34(7), 1043–1057. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2005.05.006>
- Lockett, A., Wright, M., & Wild, A. (2015). The Institutionalization of Third Stream Activities in UK Higher Education: The Role of Discourse and Metrics. *British Journal of Management*, 26(1), 78–92. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12069>
- Markman, G. D., Phan, P. H., Balkin, D. B., & Gianiodis, P. T. (2005). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20(2), 241–263. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSVENT.2003.12.003>
- Markman, G. D., Siegel, D. S., & Wright, M. (2008). *Research and Technology Commercialization*. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-6486.2008.00803.x>
- Marques, J. P. C., Caraça, J. M. G., & Diz, H. (2006). How can university–industry–government interactions change the innovation scenario in Portugal?—the case of the University of Coimbra. *Technovation*, 26(4), 534–542. <https://doi.org/10.1016/J.TECHNOVATION.2005.04.005>
- O’Shea, R. P., Allen, T. J., Chevalier, A., & Roche, F. (2005a). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34(7), 994–1009. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2005.05.011>
- O’Shea, R. P., Allen, T. J., Chevalier, A., & Roche, F. (2005b). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34(7), 994–1009. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.05.011>
- Olaya-Escobar, E. S., Berbegal-Mirabent, J., & Duarte, O. G. (2014). Desempeño de las oficinas de transferencia universitarias como intermediarias para la potencialización del mercado de conocimiento. *Intangible Capital*, 10(1), 155–188. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3926/ic.497>
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’Este, P., ... Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2012.09.007>
- Pinheiro, R., Langa, P. V., & Pausits, A. (2015). The institutionalization of universities’ third mission: introduction to the special issue. *European Journal of Higher Education*, 5(3), 227–232. <https://doi.org/10.1080/21568235.2015.1044551>
- Powers, J. B. (2003). Commercializing Academic Research: Resource Effects on Performance of University Technology Transfer. *The Journal of Higher Education*, 74(1), 26–50. <https://doi.org/10.1353/jhe.2003.0005>
- Sá, E., Dias, D., & Sá, M. J. (2018). Towards the university entrepreneurial mission: Portuguese academics’ self-perspective of their role in knowledge transfer. *Journal of Further and Higher Education*, 42(6), 784–796. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2017.1311998>
- Shattock, M., Unesco., & International Institute for Educational Planning. (2009). *Entrepreneurialism in universities and the knowledge economy: diversification and organizational change in European higher education*. Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. (2003a). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32(1), 27–48. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00196-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00196-2)
- Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. (2003b). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32(1), 27–48. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00196-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00196-2)
- Thursby, J. G., Jensen, R., & Thursby, M. C. (2001). Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing: A Survey of Major U.S. Universities. *The Journal of Technology Transfer*, 26(1/2), 59–72. <https://doi.org/10.1023/A:1007884111883>

- Thursby, J. G., & Kemp, S. (2002). Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research Policy*, 31(1), 109–124. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00160-8)
- Thursby, J. G., & Thursby, M. C. (2002). Who Is Selling the Ivory Tower? Sources of Growth in University Licensing. *Management Science*, 48(1), 90–104. <https://doi.org/10.1287/mnsc.48.1.90.14271>
- 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. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Wright, M., Clarysse, B., Lockett, A., & Knockaert, M. (2008). Mid-range universities' linkages with industry: Knowledge types and the role of intermediaries. *Research Policy*, 37(8), 1205–1223. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2008.04.021>

Modelo de panel data para el análisis de variables influyentes en las patentes, para los países de Perú, Chile y Colombia

Edith Maritza Vigo Barrientos
INICTEL-UNI, Dirección de Capacitación y Transferencia Tecnológica, Perú
evigo@inictel-uni.edu.pe

Resumen

En el presente artículo, se ha realizado un estudio econométrico de panel data de tipo efectos fijos, mediante el cual se evalúa las variables que influyen en las patentes para los países de Perú, Chile y Colombia. Los resultados indicaron que las variables estructurales (gasto en I+D+i, y número de investigadores) y las variables dummy, (financiamiento a proyectos I+D+i por fondos concursables, y el uso del mecanismo PCT) presentan relación directa con la variación de la cantidad de solicitudes de patentes, lo que demuestra, que invertir en I+D+i tendrá resultados positivos en mediano y largo plazo. Por otro lado, la tercera variable dummy (crisis económica) presenta relación inversa, ya que, una crisis económica contrae el crecimiento económico, sin embargo, el impacto respecto a la variación de las patentes no es muy fuerte, debido a que los derechos de propiedad intelectual crean condiciones seguras para que se invierta en la innovación.

La propiedad intelectual es uno de los mecanismos indispensables gracias a los cuales, los conocimientos se pueden plasmar en bienes comerciales. Los derechos de propiedad intelectual crean condiciones seguras para que se invierta en la innovación; asimismo, se debe incentivar la articulación entre los institutos de investigación y el sector empresarial, para así llegar a la comercialización de la tecnología.

Palabras clave

Patente, Propiedad Intelectual, Panel Data, Econometría.

1. Introducción

La patente es un título de propiedad que otorga el estado a una persona natural o jurídica para explotar de manera exclusiva un determinado invento. La patente se clasifica en patente de invención, que tienen 20 años de protección, y modelo de utilidad, la cual tiene 10 años de protección. La patente de invención debe cumplir tres criterios: novedad (que no hayan sido divulgados de ninguna forma), nivel inventivo (la invención no debe ser obvia ni deducible a partir de las tecnologías existentes), y aplicación industrial (ser producido o utilizado en alguna actividad o industria). Respecto a modelo de utilidad debe cumplir dos criterios: novedad y ventaja técnica, es decir, que la forma o configuración nueva de un invento permita un mejor uso, un funcionamiento diferente a adicionarle una actividad que antes no tenía el producto. (INDECOPI¹)

El derecho de una patente es crucial para la competencia en el mercado mundial, el desarrollo de una tecnología puede definir el éxito de una empresa. Actualmente empresas compiten al lado de sus derechos de propiedad intelectual, ya que las patentes significan innovación, y competitividad.

Países desarrollados, cuentan con un Sistema de Propiedad Intelectual que tiene la

¹ Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual de Perú

finalidad de facilitar la protección de patentes de sus empresas innovadoras. Muchos países Latinoamericanos han adaptado dicho Sistema de Propiedad Intelectual a una realidad diferente, para que las innovaciones sean rentables a lo largo del tiempo.

Los economistas explican que el proceso del crecimiento económico se logra por dos factores principales: i) la oferta de los factores de producción, capital y mano de obra, y ii) tecnología. Muchos estudios concluyen que, los factores que afectan fundamentalmente el crecimiento económico son: la interacción entre los dos factores anteriormente mencionados, y el peso relativo de la tecnología en comparación con la mano de obra. La Propiedad Intelectual tiene un impacto significativo en la acumulación del capital humano y su alza del valor, y en la velocidad y la dirección del cambio tecnológico. (Woo Park, 2014)

Por lo mencionado en los párrafos anteriores, en el presente estudio analizaremos el efecto de las variables: gasto en I+D, y número de investigadores de tres países sudamericanos (Perú, Chile y Colombia), como también variables *dummy*; en la variación de las patentes de dichos países. Se explicará el efecto de cada variable, interpretando los coeficientes asociados una vez realizada la regresión por Panel Data de tipo efectos fijos.

Es importante mencionar que, a través del registro de patentes, los investigadores o inventores pueden llegar a obtener reconocimiento, mejorar su evaluación y remuneración profesional, e inclusive participar de las regalías que podría conllevar la comercialización de una patente. Por su parte, las universidades, centros de investigación o empresas, pueden capitalizar la obtención de patentes para mejorar el prestigio o reputación de la organización, generar productos con impacto social o comercial que resulten en procesos de transferencia tecnológica, y con ello, la generación de ingresos para la institución, entre otros. (Manco, 2017)

2. Metodología

La metodología a utilizarse en el presente estudio es Panel Data, con el cual se pretende estimar y analizar los factores que influyen en las patentes. Esta técnica permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos.

- Modelo econométrico Panel data

Datos Panel combinan datos de corte transversal y series de tiempo para establecer un sistema de datos con dimensión espacial y temporal. La dimensión espacial se refiere a un contexto de individuos, empresas, países, en otras palabras, un objeto de estudio. Por otro lado, la dimensión temporal es la evolución del tiempo de las variables.

El principal objetivo de aplicar y estudiar los datos en panel, es capturar la heterogeneidad no observable, ya sea entre agentes económicos o de estudio, así como también en el tiempo, dado que esta heterogeneidad no se puede detectar ni con estudios de series temporales ni tampoco con los de corte transversal. Esta técnica permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos, lo que enriquece el estudio, particularmente en períodos de grandes cambios. (Baronio, 2014)

La aplicación de esta metodología permite analizar dos aspectos de suma importancia: i) los efectos individuales específicos y ii) los efectos temporales. En lo que se refiere a los efectos individuales específicos, se dice que estos son aquellos que afectan de manera desigual a cada uno de los agentes de estudio contenidos en la muestra (individuos, empresas, países) los cuales son invariables en el tiempo y que afectan de manera directa las decisiones que tomen dichas unidades. Los efectos temporales son aquellos que afectan por igual a todas las unidades individuales del estudio. (Baronio, 2014)

Otro concepto importante para Panel Data aparte de la dimensión espacial (individuos) y dimensión temporal (tiempo), es el concepto de panel balanceado o no balanceado. Un panel balanceado tiene el mismo número de observaciones para los objetos de la muestra; y el panel no balanceado ocurrirá cuando no se tiene todos los datos en el mismo intervalo de tiempo para todos los individuos. En el caso del presente estudio tenemos un panel balanceado, ya que el número de datos es el mismo para todos los sujetos de la muestra.

La especificación general de un modelo de regresión con datos panel es la siguiente:

$$Y_{it} = \alpha_i + b_1X_{1t} + b_2X_{2i} + \dots + b_kX_{ki} + U_{it}; \quad \text{con } i = 1, \dots, n \text{ y } t = 1, \dots, T$$

Donde i se refiere al individuo o a la unidad de estudio; en el presente estudio los individuos son Perú, Chile y Colombia; t se refiere a la dimensión del tiempo, que abarca de 1993 al 2017.

α es un vector de intercepto que puede contener entre 1 y $n + t$ parámetros, b es un vector de k parámetros, y X_{it} es la i -ésima observación al momento t para las k variables explicativas X_1, X_2, \dots, X_k .

En este caso, la muestra total de las observaciones en el modelo viene dado por $n \times T$.

Dentro de las ventajas de usar datos de panel, es poder encontrar una estructura más compleja y consecuentemente poder resolver problemas más difíciles que no se podrían solucionar usando solamente un enfoque de series de tiempo o corte transversal. Además si se utiliza regresiones de corte transversal para cada período de tiempo en vez de un panel de datos, es probable que se ignore cualquier variación común a lo largo del tiempo en las variables. (Romo, 2016)

- Modelo de efectos fijos²

El modelo de efectos fijos considera que existe un término constante diferente para cada individuo y supone que los efectos individuales son independientes entre sí. Con este modelo se considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de cada una de ellas, medidas por medio del intercepto. Es por ello que los n interceptos se asocian con variables dummy con coeficientes específicos para cada unidad, los cuales se deben estimar. Para la i ésima unidad de corte transversal, la relación es la siguiente:

$$Y_{it} = \alpha_i + b_1X_{1t} + b_2X_{2i} + \dots + b_kX_{ki} + U_{it}; \quad \text{con } i = 1, \dots, n$$

Donde el subíndice i representa un vector columna de unos.

- Modelo de efectos aleatorios³

A contrario del modelo de efectos fijos, el modelo de efectos aleatorios considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, sino que están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado. Una práctica común en el análisis de regresión es asumir que el gran número de factores que afecta el valor de la variable dependiente pero que no han sido incluidas explícitamente como variables independientes del modelo, pueden resumirse apropiadamente en la perturbación aleatoria. El modelo se expresa algebraicamente de la siguiente forma:

$$Y_{it} = (\alpha + u_i) + b_1X_{1t} + b_2X_{2i} + \dots + b_kX_{ki} + w_{it}; \quad \text{con } i = 1, \dots, n \quad t = 1, \dots, T$$

Donde, u_i representa la perturbación aleatoria que permitiría distinguir el efecto de cada individuo en el panel. Para efectos de su estimación se agrupan los componentes estocásticos,

² Baronio, Vianco, 2014 pág. 11

³ Baronio, Vianco, 2014 pág. 11

y se obtiene la siguiente relación:

$$Y_{1t} = a + b_1X_{1t} + b_2X_{2t} + \dots + b_kX_{kt} + w_{it}; \quad \text{con } i = 1, \dots, n \quad t = 1, \dots, T$$

Donde, $u_{it} = u_i + v_t + w_{it}$ se convierte en el nuevo término de la perturbación u_{it} no es homocedástico, donde u_i , v_t , w_{it} corresponden al error asociado con las series de tiempo (v_t); a la perturbación de corte transversal (u_i) y el efecto aleatorio combinado de ambas (w_{it}).

- Test de Hausman

Se utiliza para determinar si las variables del panel son más consistentes en un modelo de efectos fijos, o teniendo como base el modelo de efectos aleatorios.

El modelo de efectos fijos añade una variable ficticia para todas excepto para una de las unidades de corte transversal, permitiendo al intercepto de la regresión variar a través de estas unidades. Al mismo tiempo, se muestra un estadístico F para el contraste de significación conjunta de estas variables ficticias. (Cottrell, 2005)

Si el error específico de unidad o grupo no está correlacionado con las variables independientes, el estimador de efectos aleatorios es más eficiente que el estimador de efectos fijos; en caso contrario el estimador de efectos aleatorios sería inconsistente y sería conveniente usar el estimador de efectos fijos. (Cottrell, 2005)

La hipótesis nula para el test de Hausman es que los efectos individuales están incorrelacionados con las variables explicativas. Es así que un p-valor por debajo del nivel de significancia establecido para este contraste indica que los estimadores obtenidos por el modelo de efectos aleatorios son inconsistentes y es preferible usar el modelo de efectos fijos.

- Aspectos Metodológicos

Para analizar mediante datos de panel el efecto de la variable patente en los tres países de estudio (Perú, Chile y Colombia), se utilizará el software Stata, con el cual es posible modelizar usando la técnica de Panel Data. La muestra a utilizar tiene un período de 1993 al 2017 y las variables independientes son; Gasto I+D, Investigadores, y tres variables dummy, cuyas descripciones se encuentran a continuación.

- Variable dependiente

La variable dependiente que se busca explicar es la cantidad de patentes que tiene cada país en estudio. La información de dicha variable se obtuvo en la data mundial de la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, en inglés WIPO - World Intellectual Property Organization).

- Variables independientes

Las variables independientes buscan explicar los efectos de la variable dependiente. Para la obtención de dichas variables se recurrió a la base de datos del BM (Banco Mundial) y OMPI. Estas variables se clasifican en variables estructurales⁴ que son la variable Gasto I+D e Investigadores, y las variables de control que son las variables dummy.

- Variables de Control⁵

⁴ Factores o variables que deben estar presentes en la regresión econométrica.

⁵ La selección de las variables de control se realizó a partir del Financiamiento en proyectos I+D+i "D1". Así como también por el uso del mecanismo de PCT "D2" por cada país de estudio, y variables de ciclo económico "D3" (período de crisis económica). Mediante el empleo de una rutina diseñada en el software STATA, se eligió entre aquellas variables que no mantienen una correlación alta con las variables estructurales del modelo, es decir, no cambian el sentido de los signos de las variables estructurales y tampoco incrementan sus errores estándar volviéndolas no significativas, a estas variables se las incorporó en el modelo como controles.

D1 (Financiamiento en proyectos I+D+i): Es una variable dicotómica o dummy que señala el periodo en que los tres países por medio de instituciones públicas y/o privadas incentivan a emprendimientos y empresas (pequeñas, medianas y grandes) a presentar y desarrollar proyectos de investigación, desarrollo e innovación, por medio de fondos concursables; teniendo el valor de uno (1) a partir del año 2009 y cero (0) en anteriores periodos.

D2 (Mecanismo PCT): Esta variable dummy representa la utilización del mecanismo PCT (Tratado de Cooperación en materia de Patentes) por cada país de estudio. Colombia utilizó dicho mecanismo en el año 2002, mientras Perú y Chile en el año 2010.

Adicionalmente, en el modelo se incorpora la variable denominada D3 (Log_Gasto I+D), la cual fue construida de variables dummy con el logaritmo de la variable Gasto I+D, presenta valores para el año 2011.

Cuadro N° 01: Descripción de la variable dependiente y las variables independientes

<i>VARIABLE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
<i>Variable Dependiente</i>	
Patentes	Es una variable que refleja la cantidad total de solicitudes de patentes de los residentes de cada país de estudio, que hayan presentado a nivel nacional o internacional.
<i>Variables Independientes</i>	
Investigadores	Esta variable representa a los investigadores dedicados a investigación y desarrollo por cada millón de personas.
Gasto I+D	Esta variable representa el gasto en investigación y desarrollo por cada millón de dólares.
D1	Esta variable dummy representa el financiamiento en proyectos de investigación, desarrollo e innovación, por parte del estado, a las empresas (pequeñas, medianas y grandes) y a emprendimientos de base tecnológica. Este financiamiento se da por medio de fondos concursables.
D2	Esta variable dummy representa la utilización del mecanismo PCT (Tratado de Cooperación en materia de Patentes) por cada país de estudio.
D3	Esta variable dummy representa la crisis económica del 2011 que sufrieron los países en estudio.

Fuente: Elaboración propia basada en OMPI⁶ y BM⁷

⁶ Organización Mundial de la Propiedad Intelectual

⁷ Banco Mundial

3. Desarrollo del estudio

Los derechos de propiedad intelectual son una herramienta útil para la creación de riqueza y el desarrollo económico. Los activos intangibles, tales como conocimiento, información, creatividad e invenciones, son esenciales para el crecimiento económico en el mundo actual y la fuerza impulsora de la riqueza social. Estos activos intangibles están reemplazando rápidamente los pasados activos tradicionales y tangibles como tierra, capital y obra. (Idris, 2003)

Para la protección de estos productos o procedimientos, lo más habitual son las patentes, entendidas como títulos de propiedad emitidos por el Estado y que permiten ejercer la exclusividad sobre la producción y comercialización de invenciones, por un tiempo determinado y en un territorio en particular. Es importante mencionar que, el sistema de patentes fomenta la transferencia de tecnología⁸, I+D de las universidades e instituciones, y la creación de nuevas tecnologías y negocios.

Toda solicitud de patente, que se tramita en cualquier oficina del mundo, contiene un documento técnico que describe, de manera clara y suficiente, las características de la invención que se desea proteger, de tal manera que sea susceptible de ser reproducida a partir de dicha información. Los documentos técnicos de patentes poseen una estructura estándar y común a nivel internacional, siendo sus partes las siguientes: la descripción, las reivindicaciones, el resumen y los dibujos. Estos últimos se acompañan solo en caso de ser necesarios para el mejor entendimiento de la invención. Los documentos técnicos son publicados por las oficinas de patentes, después de un período de confidencialidad establecido por cada legislación. Se estima que, en la actualidad, existen más de 100 millones de documentos de patentes publicados (con la estructura comentada), de libre acceso a través del Internet y relacionados con todos los ámbitos o sectores tecnológicos que uno se pueda imaginar. Se considera que todo este acervo documentario representa la fuente de conocimientos e información más completa que pueda existir, al contener detalles y alcances técnicos, legales y comerciales de cada invención que se haya buscado proteger o se haya protegido. (Manco, 2017)

En el siguiente cuadro se observa los estadísticos descriptivos de la variable *Patente*, que representa la cantidad total de solicitudes de patentes de los residentes de cada país de estudio. La cantidad promedio de solicitudes son 62.72, 494.36 y 247.16 para Perú Chile y Colombia, respectivamente.

Cuadro N° 02: Estadísticos descriptivos de la variable dependiente

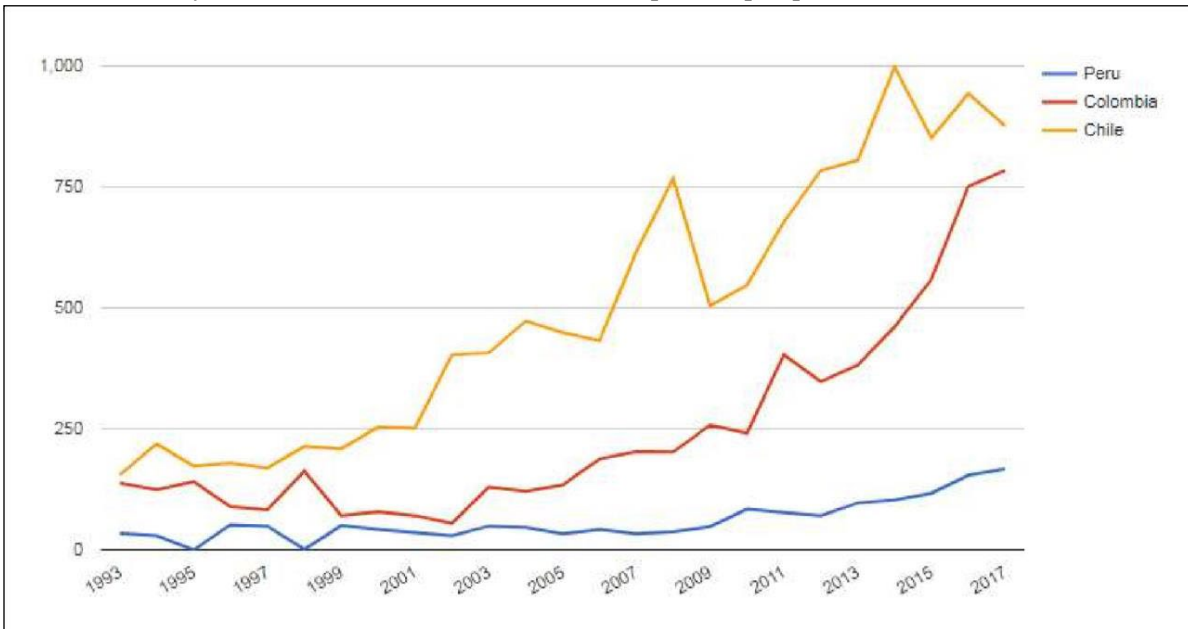
País	Media	Mínimo	Máximo	Unidad	Período
Perú	62.72	29	167	Cantidad	1993-2017
Chile	494.36	155	998	Cantidad	1993-2017
Colombia	247.16	55	784	Cantidad	1993-2017

Fuente: Elaboración propia, basado en data de OMPI

⁸ Proceso de transmisión de la información científica, tecnológica, del conocimiento, de los medios y de los derechos de explotación, hacia terceras partes para la producción de un bien, el desarrollo de un proceso o la prestación de un servicio, contribuyendo al desarrollo de sus capacidades. (Norma Técnica Peruana NTP 732.001-2009)

A continuación, en el siguiente gráfico lineal se nota la cantidad total de solicitudes de patentes de los residentes de Perú, Chile y Colombia. Como se observa, Chile es el país que más solicitudes ha presentado entre los años del periodo de estudio. La cantidad máxima de solicitudes para Chile es en el año 2014 con 998 solicitudes; mientras las cantidades máximas para Perú y Colombia son 167 y 784 respectivamente, ambos en el año 2017.

Grafico N° 01: Cantidad de solicitudes de patente por país



Fuente: OMPI

A continuación, se muestra las entidades gubernamentales que apoyan e incentivan a cada país de estudio; es crucial contar con estas entidades ya que entre los objetivos que tienen es gestionar adecuadamente la protección de Propiedad Intelectual, para contribuir con el emprendimiento e investigación; y vincular a la academia con la empresa y así promover e impulsar el desarrollo e innovación.

Cuadro N° 03: Entidades que incentivan I+D+i por país

Países	Entidades
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual- INDECOPI • Ministerio de Producción- PRODUCE e Innóvate Perú Consejo Nacional de Ciencia, Tecnológica e Innovación Tecnológica- CONCYTEC
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Propiedad Industrial- INAPI • Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación • Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica- CONICYT
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Superintendencia de Industria y Comercio- SIC

• Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Departamento Administrativo de Ciencia,
Tecnología e Innovación- COLCIENCIAS

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados e interpretación

El modelo de regresión por datos de panel es un modelo log-lineal, ya que la variable dependiente se encuentra expresada en logaritmo, para una mejor estimación del modelo. En este modelo por cada unidad de cambio de la variable independiente, la variable dependiente aumentará o disminuirá (dependiendo al signo) multiplicado por 100 al beta (β) asignado a cada variable y el resultado será expresado en porcentaje.

Tabla N° 01: Estimación para el logaritmo de patentes (Panel Data de tipo efectos fijos)

Variables	Regresión 1	Regresión 2	Regresión 3	Regresión 4	Regresión 5
Gasto I+D	0.0000187***	0.0000134***	0.00000937***	0.00000939***	9.39E-06***
	0.00000165	0.00000195	0.00000224	0.00000226	2.27E-06
Investigadores		0.0036781***	0.002413**	0.002188**	0.0021404*
		0.0008774	0.0009213	0.0010848	0.0011081
d1			0.4245902***	0.395158**	0.401123**
			0.1360503	0.1555075	0.1583099
d2				0.0620308	0.0675142
				0.1555145	0.1580514
d3					-0.004897
					0.0191217
Constante	4.453924***	3.96808***	4.17918***	4.203195***	4.209568***
	0.0710747	0.132392	0.1419781	0.1550204	0.158068
Observaciones	75	75	75	75	75
<i>p-value</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
rho	0.7559	(fracción de la varianza respecto a μ_i)			

1/. * significativo al 10%, ** significativo al 5%, *** significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que, para explicar los valores de los coeficientes de cada variable independiente o explicativa, se debe asumir el principio de ceteris paribus, es decir, el valor de un coeficiente para una variable determinada es el establecido por el modelo manteniendo los demás coeficientes de las otras variables constantes.

Adicionalmente, se observa que en el modelo Panel Data, la significancia global es estadísticamente significativa; de igual manera se puede mostrar que los coeficientes estructurales mantienen los mismos signos en las cinco regresiones.

La interpretación se realiza de la regresión final, en este caso es la número 5. El coeficiente del *Gasto I+D* es +9.39E-06 lo que significa que por cada incremento en una unidad del *Gasto I+D*, expresada en este caso en millones de dólares, la *variación de Patentes* aumentarán en un 9.39E04%. Esta relación directa se debe a la importancia que es invertir en la investigación, desarrollo e innovación, se debe apostar por la aplicación del conocimiento

que propicia al desarrollo de nuevas tecnologías que pueden convertirse en innovaciones de procesos, productos o servicios, sujeto a la propiedad intelectual.

La variable Investigadores, presenta un coeficiente de +0,002140, que significa que por cada incremento en una unidad de la variable Investigadores, expresada por cada millón de personas, la variación de Patentes aumentará en 0,214%. El capital humano siempre será un factor indispensable para el crecimiento de un país. Esta variable es importante para el análisis de variación de Patentes, ya que es el motor del desarrollo de una invención, que puede ser detectada como: una necesidad o problema específico en el entorno y luego abordarlo a través de una solución técnica; gracias al conocimiento adquirido por la experiencia del investigador; y al acceso de todo tipo de información que permita enriquecer el proceso de invención. Muchas veces los investigadores realizan la divulgación del conocimiento mediante publicaciones o artículos científicos, dicha divulgación tiene como objetivo informar sobre los resultados de la investigación científica tanto al medio académico, como al público general, y así favorecer la comunicación a la sociedad. Los artículos científicos, pueden contener los resultados de la investigación básica, aplicada y el desarrollo experimental. Los resultados de la investigación básica normalmente no son patentables, ya que a menudo revisten la forma de teorías, leyes y principios científicos, que legalmente son elementos no considerados como invenciones a los fines de la patentabilidad y por tanto, principalmente se divulgan mediante la publicación científica. Por su parte, la investigación aplicada y el desarrollo experimental, generalmente resultan en invenciones patentables, pero que también se divulgan en artículos científicos⁹.

Respecto a la variable d1, la cual es una variable dummy que representa el financiamiento en proyectos de investigación, desarrollo e innovación a las empresas (pequeñas, medianas y grandes) y a emprendimientos de base tecnológica, por parte del estado de cada país. Por ende, gracias al financiamiento a empresas por fondos concursables, la variación de Patentes se incrementarán en 40.11% más que sin dicho financiamiento. Esta clase de fondos concursables, hace que las empresas se incentiven en investigar por su misma cuenta o asociarse con alguna entidad de investigación y desarrollo, para que en conjunto realicen diversos proyectos de innovación que mejoren la productividad de la empresa. La unión entre el sector privado y la academia es fundamental para el incremento de patentes y transferencia tecnológica, ya que se crean en dichos proyectos de innovación patentes de invención o modelos de utilidad.

Respecto a la variable dummy d2, la cual representa la utilización del mecanismo PCT (Tratado de Cooperación en materia de Patentes) por cada país de estudio. Por lo cual la interpretación de este resultado es que al utilizar el mecanismo PCT, la variación de Patentes aumentará en 6.75% más que sin usar dicho mecanismo. PCT ofrece asistencia a los solicitantes que buscan protección internacional por patente para sus invenciones y asiste a las Oficinas en las decisiones sobre el otorgamiento de patentes, así como pone a disposición del público el acceso a la extensa información técnica con relación a las invenciones. Al presentar una solicitud internacional de patente según el PCT, los solicitantes tienen la posibilidad de proteger su invención a nivel mundial en un gran número de países. PCT facilita el trámite de la presentación de una solicitud internacional de patente, ya que tiene requisitos de forma preestablecidos, asimismo, abre una real posibilidad a la transferencia de información

⁹ Mtra. Fernanda Villanueva Kurczyn. Divulgación Científica: Patentes versus Artículos.
https://www.revistahypatia.org/~revistah/index.php?option=com_content&view=article&id=351&Itemid=480

tecnológica con distintas naciones, especialmente en favor de los países en desarrollo.

La variable d3 también es dummy, y representa la crisis económica que sufrió Latinoamérica en el año 2011, dicha variable presenta un coeficiente de -0.0049. La interpretación de este resultado es que con una crisis económica la variación de Patentes disminuirían en 0.49% menos que sin crisis económica. Según el Director General de WIPO, Francis Gurry, “cuando se examinan las estrategias para superar la crisis económica y para lograr una expansión sostenible tras la crisis, conviene dar preferencia a la inversión que se destina a crear nuevos conocimientos y a mantener un sólido sistema de propiedad intelectual que asegure el adecuado equilibrio entre las necesidades y los intereses de los productores de conocimientos, los inversores y la sociedad”.

Tabla N° 02: Test de Hausman

	-----Coefficients -----			
	(b) Fixed	(B) Random	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
Gasto I+D	0.00000939	0.0000174	-0.00000804	0.00000158
Investigadores	0.0021404	0.0041878	-0.0020474	0.0013489
d1	0.401123	-0.1971679	0.598291	0.1105145
d2	0.0675142	0.1457375	-0.0782232	0.1333152
d3	-0.0048968	0.0035239	-0.0084207	0.0042729

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\text{chi2}(2) = (b-B)[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$$

$$= 29.43$$

$$\text{Prob}>\text{chi2} = 0.000$$

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se analiza el Test de Hausman (Tabla N° 02), la hipótesis nula (H_0) del test es que los estimadores de efectos aleatorios y de efectos fijos no difieren el valor de sus coeficientes sustancialmente. Si se rechaza la H_0 , los estimadores sí difieren, por ende los efectos fijos resulta más conveniente que efectos aleatorios. De lo contrario, si no podemos rechazar H_0 , preferimos efectos aleatorios que es un modelo más eficiente.

Se observa que el resultado test de Hausman es $p - \text{value} = 0.000 < 0.05$, por lo tanto, la mejor especificación se obtiene mediante un modelo de efectos fijos que uno de efectos aleatorios. Hausman demostró que la diferencia entre los coeficientes de efectos fijos y aleatorios ($\beta_{ef} - \beta_{ea}$) puede ser usada para probar la hipótesis nula de que el error individual U_i y X las variables no están correlacionadas.

5. Discusión y análisis

En el presente documento se estimó los factores que influyen a las patentes, empleando una estructura de base de datos de tipo panel de efectos fijos, se evaluó que el factor gasto I+D, número de investigadores, el financiamiento en proyectos de investigación, desarrollo e innovación, y el uso del mecanismo PCT; presentan relación directa con la cantidad de solicitudes de patentes; mientras que una crisis económica presenta relación inversa.

Hace varias décadas atrás, no se analizaba un factor crucial en el crecimiento de la productividad de las empresas como es el progreso técnico o innovación. En el contexto actual, el presupuesto que dedican los países en investigación tiene pendiente positiva, pero también se debe considerar que no es suficiente invertir en la creación de nuevos conocimientos, estos conocimientos deben estipular condiciones para ser comercializados. La propiedad intelectual es uno de los mecanismos indispensables gracias a los cuales los conocimientos se pueden plasmar en bienes comerciales. Los derechos de propiedad intelectual crean condiciones seguras para que se invierta en la innovación. Es por ello, que uno de los principales motivos por los que los inventores e instituciones deciden invertir sus recursos para patentar sus creaciones, resalta el desarrollar un producto que pueda alcanzar la comercialización directa. Mientras, en el caso de inventores de centros de investigación y universidades, obtener reconocimiento por sus inventos y avanzar en su prestigio profesional es un motivo de igual importancia.

Una variable importante en la regresión del modelo es Financiamiento en proyectos de investigación, desarrollo e innovación, la articulación entre instituciones de investigación y el sector empresarial es crucial para el desarrollo como país, ya que los resultados de investigación principalmente los realizan las instituciones de investigación (universidades, institutos de investigación, entre otros), y estos resultados de investigación deben ser transferidos a las empresas para que sean adecuadamente explotados y utilizados.

El actual desarrollo de los países depende de su capacidad para generar, utilizar, transferir y difundir el conocimiento científico y tecnológico (Santos, 2010). Es por ello, que la transferencia tecnológica se encuentra entre el ámbito de ciencia y tecnología y el sector productivo; es decir, la etapa entre la investigación y la explotación de los resultados por parte del sector productivo definen el proceso de transferencia tecnológica que empieza por la identificación de los resultados de investigación con potencial de ser transferidos. Luego de esta identificación preliminar se procede con la aplicación de estrategias de protección de propiedad intelectual, las cuales son definidas por el tipo de resultado de investigación generado y el mercado potencial al cual se quiere transferir (patentes, softwares, diseños industriales, secretos industriales). En una etapa posterior se procede a la valoración donde se determina el valor económico y de mercado de la tecnología a transferir para finalmente proceder con la etapa de comercialización, que implica una serie de negociaciones entre la institución de investigación proveedora y las potenciales empresas receptoras. Hay que mencionar que la comercialización de la tecnología puede darse por medio de la licencia o cesión de derechos de propiedad intelectual. Adicionalmente, la transferencia tecnológica puede darse por medio de los proyectos de investigación colaborativa con las empresas. En este caso también se da un proceso de valoración del aporte de las instituciones de investigación e investigadores en el proyecto con la finalidad de poder establecer los acuerdos y derechos de propiedad intelectual de los resultados de investigación. (CONCYTEC¹⁰)

6. Conclusiones

Las patentes son herramientas fundamentales para la protección de los derechos de propiedad intelectual y el crecimiento de las economías, las cuales son títulos de propiedad emitidos por el Estado y que permiten ejercer la exclusividad sobre la producción y comercialización de invenciones, por un tiempo determinado y en un territorio en particular.

En el presente estudio se evaluó las variables que influyen a las patentes, en un periodo de anual de 1993 al 2017 para tres países Sudamericanos (Perú, Chile y Colombia), usando el

¹⁰ Consejo Nacional de Ciencia, Tecnológica e Innovación Tecnológica- Perú

método de Panel Data tipo efectos fijos. Entre las variables estructurales influyentes en el modelo de regresión son la inversión de gasto en I+D+i, el número de investigadores, mientras las variables de control son tres variables *dummy* (financiamiento a proyectos I+D+i por fondos concursables, uso del mecanismo PCT¹¹, crisis económica). Para el estudio se utilizó la cantidad de solicitud de patentes (como variable dependiente) y lo más apropiado hubiera sido cantidad de patentes otorgadas, para tener un mejor análisis; sin embargo, la obtención de la data fue complicada, por tal razón se buscó una variable próxima que fue la cantidad de solicitud de patentes.

En el análisis econométrico, se analizó las variables mencionadas en el párrafo anterior, y dio como resultados que las variables estructurales (gasto en I+D+i, y número de investigadores) y las variables *dummy*, (financiamiento a proyectos I+D+i por fondos concursables, y el uso del mecanismo PCT) presentan relación directa con la variación de la cantidad de solicitudes de patentes. Lo que demuestra, que invertir en I+D+i tendrá resultados positivos en mediano y largo plazo, se debe apostar por programas nacionales que incentiven a instituciones públicas y privadas a investigar e innovar. Asimismo, el número de investigadores es otro factor crucial, ya que a través del registro de patentes, los investigadores o inventores pueden llegar a obtener reconocimiento, mejorar su evaluación y remuneración profesional e inclusive participar de las regalías que podría conllevar la comercialización de una patente por parte de la institución o empresa para la cual se desempeñen. Los fondos concursables están orientados a fortalecer la articulación de la academia con la empresa por medio de la realización de proyectos de innovación en colaboración, y así aumentar el stock de conocimiento. Los mecanismos que simplifican gastos y tiempo para patentar en diferentes lugares mundialmente es una gran ventaja para el solicitante.

Por otro lado, en la regresión econométrica se observó que la tercera variable *dummy* (crisis económica) presenta relación inversa, ya que una crisis económica contrae el crecimiento económico, sin embargo, el impacto respecto a la variación de las patentes no es muy fuerte, debido a que los derechos de propiedad intelectual crean condiciones seguras para que se invierta en la innovación.

7. Referencias

- Arellano, M. (1991). *Introducción al análisis econométrico con datos de panel*, Banco de España. Recuperado de https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSerias/DocumentosTrabajo/92/Fich/dt_9222.pdf
- Baronio, A., & Vianco, A. (2014). *Datos de Panel*, Universidad Nacional de Río Cuarto. Recuperado de <http://www.econometricos.com.ar/wp-content/uploads/2012/11/datos-de-panel.pdf>
- Cottrell A., & Lucchetti, R. (2005). *Gnu Regression, Econometrics and Time-series*, Wake Forest University. Recuperado de http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/2991/mod_resource/content/1/T_1C%2CA_668/Gretl/Gretl_Guia_Instrucciones.pdf
- Greene, W. (1999). *Análisis Econométrico*. España: Prentice Hall.
- Idris, K. (2003). *Intellectual Property - A Power Tool for Economic Growth*. World Intellectual Property Organization. Recuperado de <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=3167&plang=EN>
- Manco, E. (2017). *Las Patentes y su importancia en la Investigación Científica*, INDECOPI. Recuperado el 17 de octubre de 2018, de Presentación website: <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/203175/LAS+PATENTES+Y+SU+IMPORTANCIA+EN+LA+INVESTIGACION+ECONOMICA.pdf/9b789a1d-3537-3ebc-4e2d-4a94ddf4a72c>

¹¹ Tratado de Cooperación en materia de Patentes

- Rojas, L. (2017). *Situación del financiamiento a pymes y empresas nuevas en América Latina*. Recuperado de <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1076/FINANCIAMIENTO%20A%20PYMES%20y%20EMPRESAS%20NUEVAS%20EN%20AL-300617.pdf>
- Rojas, K. (2011). *¿Por qué el país debe invertir en investigación, desarrollo e innovación?* Investiga.TEC, 11, 4-5.
- Romo, B. (2016). *Modelo de datos de panel para el análisis del efecto de variables macroeconómicas en los procedimientos concursales de empresas españolas*, Universidad Pontificia Comillas ICAI-ICADE. Recuperado de http://www.clubgestionriesgos.org/wp-content/uploads/TFM_Bryan_A_Romo.pdf
- Rosales, L. (2010). *Técnicas de medición económica*, Universidad Nacional de Piura. Recuperado de <https://tecmedecon.files.wordpress.com/2010/05/panel-data.pdf>
- Ritter, M. (2010). *The science transfer series: technology transfer from academia to industry and its impact on university management*. Revista Odonto Ciência, 25, 118-119. Consulta: 2019, enero 5, De Scientific Electronic Library Online, SciELO Base de datos.
- Woo.J. (2014). *Propuesta de reforma del sistema de patentes para mejorar la competitividad del Perú desde la perspectiva de un examinador coreano*, Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5504/WOO_PARK_JAE_SISTEMA_PATENTES.pdf;sequence=1

Proceso de construcción de indicadores de transferencia de tecnología en México

Sara Ortiz

ITESO, Centro para la Gestión de la Innovación y la Tecnología, México

sortiz@iteso.mx

José Luis Solleiro

UNAM, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, México

solleiro@unam.mx

Resumen

La transferencia tecnológica (TT) es la plataforma de colaboración que permite incrementar las capacidades de las instituciones y empresas, permitiendo que los conocimientos de una de ellas pasen a otra para ser adoptados y usados en su beneficio. El abanico de mecanismos para la transferencia es muy amplio, cubre actividades tradicionales de capacitación hasta actividades más complejas en el plano competitivo como el licenciamiento de propiedad intelectual, la creación de empresas spin-off y los parques tecnológicos.

En 2017, la Secretaría de Economía lanzó el Observatorio Mexicano de Innovación (OMI) como instrumento de política pública apoyado por el Comité Intersectorial para la Innovación con la finalidad de fortalecer el ecosistema mexicano de innovación, específicamente a través de indicadores orientados a evaluar la posición de México en el ámbito internacional. Entre los indicadores que monitorea están la ciencia y tecnología, la transferencia de tecnología (TT), la innovación, el emprendimiento y la internacionalización.

Dada la importancia que tiene la medición de las actividades de transferencia, el objetivo del presente trabajo es describir y analizar el proceso de construcción indicadores que midan la TT en el país para conocer con mayor detalle su estado actual, su evolución, el desempeño y la rentabilidad de apoyos para fomentar la TT otorgados por el Gobierno Federal.

También se presenta de manera sintética el resultado de la aplicación piloto de la encuesta para formar los indicadores, aplicada en 2018. Así, se ha encontrado que estos indicadores son útiles para medir insumos y resultados, pero que se requiere un trabajo continuo para avanzar en la aplicación de los de impacto.

Palabras clave

Transferencia, tecnología, indicadores, México

1. Antecedentes

En los últimos años, en México, el Conacyt, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (IMPI) y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT) han realizado esfuerzos para medir el ecosistema de innovación, en forma aislada, sin trascender en la creación de una herramienta que relacione toda la información disponible. Motivada por esta situación, la Secretaría de Economía (SE) creó el Observatorio Mexicano de Innovación como instrumento para manejar una amplia gama de indicadores sobre esta materia.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es el documento rector de la política de innovación a nivel nacional, de él se desprenden el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e

Innovación (PECITI) y el Programa de Desarrollo Innovador (PRODEINN) de la SE, que contempla las directrices de una política de fomento industrial y de innovación, y da respuesta a los objetivos de innovación del PND. Operativamente, la política de innovación se concreta en programas de las diferentes secretarías, el CONACYT y otros organismos del gobierno.

Por lo anterior la SE constituye el OMI¹ apoyado por el Comité Intersectorial para la Innovación² con el objeto de fortalecer el ecosistema mexicano de innovación, mediante la especificación de indicadores que permitan evaluar la posición de México en el ámbito internacional, así como la rentabilidad y el alineamiento de las políticas públicas de innovación.

Los objetivos generales del OMI son:

1. Consolidarse como el instrumento de política pública que, a través de sus indicadores, evalúe la posición del ecosistema mexicano de innovación en el concierto internacional, así como el alineamiento y la rentabilidad de las políticas públicas de innovación.
2. Posicionarse como una institución mexicana de consulta obligada en el ámbito de la innovación, a través de la generación de contenidos de calidad y que estén dirigidos a satisfacer los requerimientos de su mercado meta, integrado por agentes del sector público, empresas privadas, instituciones académicas y sociedad en su conjunto.

Los objetivos específicos son:

- Realizar la evaluación, el seguimiento y el análisis de impacto de los principales planes y programas de apoyo al ecosistema mexicano de innovación.
- Elaborar y aplicar metodologías y procedimientos que garanticen la homogeneización y confiabilidad de la información contenida en la base de datos de indicadores y que responda satisfactoriamente a las necesidades de información de los agentes integrantes del mercado objetivo del OMI.
- Presentar información de manera oportuna, accesible y de fácil consulta a través de su portal web.
- Generar información (estudios, análisis, mapeos, etc.) que contribuya al conocimiento del ecosistema mexicano de innovación, sus integrantes, su evolución y sus principales tendencias tecnológicas.
- Integrarse en las redes de observatorios y en comisiones técnicas de indicadores de innovación a escala nacional e internacional.

En materia de indicadores, a nivel global existen diferentes herramientas que evalúan la innovación de cada país; en México se definió el Índice Mexicano de Innovación (IMEXI) para medir la efectividad y eficiencia de la actividad innovadora en el país y facilitar la toma de decisiones de los actores del ecosistema y es tomado en cuenta en la cadena de valor de la innovación diseñada por el OMI. El IMEXI considera 34 indicadores distribuidos en tres subíndices o categorías: insumos, resultados e impacto. Los de insumos tienen el propósito de determinar los esfuerzos y condiciones iniciales (factor humano, capital y tecnología) que requiere toda política de impulso a la innovación; los de resultados cuantifican el efecto inmediato que genera la innovación; y los de impacto identifican los posibles beneficios de mediano y largo plazo derivados de las actividades implementadas para innovar.

¹ La descripción del OMI se basa en información de su sitio web <https://omi.economia.gob.mx/Pages/Qu%C3%A9-es-el-OMI.aspx>

² Comité Intersectorial para la Innovación está conformado por Secretaría de Economía, Conacyt y Secretaría de Educación Pública

Cada uno de los subíndices se encuentra dividido en cinco ejes correspondientes a los eslabones que conforman la cadena de valor del OMI:

- Ciencia y Tecnología: contempla las investigaciones y desarrollos de tecnologías que, además de contribuir a incrementar el conocimiento, generen productos, procesos nuevos o significativamente mejorados, que contribuyan a mejorar la competitividad del país.
- Transferencia de Tecnología: identifica las relaciones entre empresas en el ámbito de la innovación, la gestión de propiedad intelectual e industrial, la concesión de licencias, el apoyo en la participación y/o creación de nuevas empresas de base tecnológica o basadas en el conocimiento, la promoción de actividades cooperativas de I+D y el flujo de conocimientos derivado de la prestación de servicios tecnológicos.
- Innovación: evalúa la gestión eficaz de la innovación, con la finalidad de introducir al mercado productos o procesos nuevos o significativamente mejorados.
- Emprendimiento: contempla la creación o emprendimiento de nuevos negocios.
- Internacionalización: evalúa la incursión a los mercados internacionales de las empresas, las investigaciones, los desarrollos tecnológicos y las innovaciones.

Este trabajo se refiere al proceso seguido para generar los indicadores de transferencia de tecnología y a su aplicación piloto en 2018.

2. Metodología

La metodología para desarrollar el presente trabajo consistió en las siguientes actividades: La Red OTT lanzó una convocatoria dirigida a las OTT reconocidas por SE-CONACYT para que, junto con la Dirección de Innovación de la Secretaría de Economía se conformara el equipo interdisciplinar para desarrollar la propuesta, con base en sus conocimientos técnicos y su experiencia en gestión de la innovación.

Para la construcción de los indicadores se tomó en cuenta la metodología del marco lógico (MML) para alinear los objetivos e indicadores en sus diferentes niveles de agregación. La MML se basa en el análisis sistemático de una situación específica, sus problemas clave y las opciones para abordarlos, el centro de la metodología se basa en la definición de objetivos, los resultados deseados y la forma como se medirán.

La metodología contempla dos etapas (USAID, 2012):

- Identificación del problema y alternativas de solución, comprende el análisis de la situación presente, la visión de la situación deseada y las alternativas para lograr la visión. Implica el análisis de los involucrados, de los problemas, de los objetivos deseados y de las alternativas para lograr lo deseado.
- La etapa de planificación, en la que se traduce la idea del proyecto en un plan operativo que apoya la ejecución, el monitoreo y evaluación. En esta etapa se elabora la matriz de marco lógico, especificando las actividades y los recursos, requeridos en determinado tiempo.

Para la primera etapa, se integró un árbol de problemas y, a partir de él, se buscó definir los diversos medios de TT, que servirían para diseñar un cuestionario que diera cuenta de los

procesos de transferencia desarrollados en México y permitiera el análisis comparativo del estado y dinámica de ellos a nivel nacional y/o internacional.

Con base en el marco conceptual de la transferencia de tecnología, se construyó un glosario de los diversos mecanismos de transferencia, se identificaron los indicadores para cada uno de ellos, se determinó su relevancia y la forma de recabar la información sobre su uso por las OTT. El cuestionario que se envió a las oficinas para la prueba piloto contiene preguntas intuitivas, fáciles de responder y adaptables a plataformas digitales.

El análisis de la información obtenida se realizó por dos equipos, uno de la SE y otro de la Red OTT, los resultados de ambos grupos fueron similares, pero esta experiencia fue útil, pues se logró complementar la evaluación de los indicadores para poderlos mejorar.

3. Marco teórico

Las principales referencias que orientan la gestión de la innovación y de la tecnología a nivel global son los Manuales de Oslo (OCDE, 2005), el de Frascati (OCDE, 2002), asimismo, se identificó bibliografía complementaria como el Manual de Bogotá (RICYT / OEA / CYTED, 2001), Manual de Santiago (RICYT, 2007), Manual de Antigua (RICYT y OIE, 2015), Manual Iberoamericano de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico -Manual Valencia (RICYT y OEI, 2017) y el Manual de Transferencia de Tecnología y Conocimiento (González Sabater, J, 2011). Todas ellas, ya sea desde conceptos generales o específicos, apoyaron en la definición del marco de referencia sobre indicadores y el proceso de medición de TT.

Actualmente la innovación juega un papel esencial en el desarrollo socioeconómico de cualquier país, fomentar la introducción de nuevos productos, procesos o métodos considerablemente mejorados, cada vez más necesarios, para impulsar el crecimiento, el empleo y mejorar los niveles de vida (OCDE, 2010). La tecnología y el conocimiento fluyen entre los actores del proceso de innovación: empresas, instituciones de educación superior (IES), centros públicos de investigación (CPI), gobierno, personas, etc. Por ello, actualmente las innovaciones son el resultado de relaciones complejas y de actividades de TT.

Tecnología es crear competencias y se expresa en entidades tecnológicas que consisten en aparatos, procedimientos y habilidades (Van Wyk, 2004). Es decir, la tecnología es el conocimiento técnico del negocio que se incorpora y adopta en diferentes actividades económicas como productos, servicios, maquinaria y equipo, sistemas de producción y comercialización (UNIDO, 1996).

De acuerdo con Kuhan (2004), se puede considerar a la tecnología de diferentes formas:

- Como una comprensión teórica y una práctica general de cómo hacer las cosas (know-how o información);
- Como objetos (bienes o herramientas);
- Como técnicas de producción (procesos);
- Como el saber hacer y las habilidades personales de los trabajadores (habilidades).
- Como marco de referencia organizacional y sistemas administrativos

Todas ellas, de acuerdo con Salanță et al (2018, p 424), se pueden agrupar en "...las 4Ps de la TT, en componentes duros (prototipos y patentes) y suaves (procesos y personas). Estos cuatro elementos pueden convertirse fácilmente en la estructura de un conjunto de buenas prácticas en la transferencia."

Económicamente hablando, la tecnología tiene valor de uso y de cambio, "el primero

tiene que ver con la eficiencia de una tecnología para resolver un problema concreto en el ámbito del sector productivo. Por su parte, el segundo se relaciona con la cantidad que una persona está dispuesta a pagar por hacer uso de la tecnología que ha sido desarrollada por otra persona, la cual eventualmente se ha apropiado de ella a través de instrumentos diversos de propiedad intelectual” (Solleiro, J.L. y Castañón, R., 2008, p272).

Bajo esta perspectiva la tecnología va de una persona y/o institución a otra, a través de un proceso de transferencia. De manera general se le entiende como el paso de conocimiento o técnicas de una organización a otra, con el objeto de adoptarla y usarla en la producción de servicios y/o productos diferenciados (Solleiro, J.L. y Castañón, R., 2008). Este proceso implica su implementación en los procesos y actividades del receptor, su adaptación a sus necesidades particulares y la absorción por toda la organización para procurar su explotación efectiva (UNIDO, 1996).

La TT, en general, es el medio a través del cual el conocimiento llega a los usuarios; entre sus mecanismos más comunes están los siguientes: generación de empresas *Spin off*; licenciamiento; servicios de ingeniería y consultoría; publicaciones; investigación y desarrollo en colaboración; gestión de incubadoras y parques científicos; y transferencia de *know how* mediante mecanismos de capacitación y asistencia técnica. Todas estas modalidades se evalúan a través de indicadores los cuales deben responder qué, por qué, para qué y cómo medir. Cada indicador “...deberá ser construido a partir de criterios conceptuales compartidos y mediante el empleo de procedimientos equivalentes o semejantes para la captación de información” (RICYT, OEA y CYTED, 2001, p14). De esta manera, los indicadores dan cuenta del desempeño de las organizaciones involucradas y las líneas de desarrollo futuro que siguen. Cuando los indicadores son aplicables a las regiones extensas y con características distintas permiten hacer comparaciones bien fundamentadas de los resultados obtenidos.

“Los indicadores constituyen un elemento de diagnóstico y, por lo tanto, los más aptos son aquellos que resultan ser más funcionales al tipo de diagnóstico que se pretenda realizar”³ (Albornoz, 1994, p 133). Su intención es contar con parámetros comunes de medición que responda a la creciente necesidad de sistematizar criterios y procedimientos, identificar cambios y diferencias en el tiempo, entre organizaciones participantes y regiones, fortalezas y debilidades en cuanto al desempeño tecnológico y evaluar la contribución de los actores al ecosistema de innovación.

Con base en el Manual de Santiago (2007), se identifican seis criterios para la selección de indicadores de TT, ver Tabla 1.

Tabla 1. Criterios para la Selección de Indicadores

Criterio	Definición
Relevancia	Importancia del indicador para caracterizar la TT
Comparabilidad	Importancia del indicador para la comparación de la información entre regiones y países
Viabilidad	Facilidad de acceso de información necesaria para la implementación del indicador

³ Cuando existen diferencias conceptuales en los términos y elementos a evaluar producen efectos negativos, como limitación en diagnósticos, comparaciones no equitativas, divergencias en resultados y evaluaciones, lo que provoca una limitación en la explotación de los resultados.

Cobertura	Amplitud de criterio de viabilidad entre las OTT y los países
Autonomía	Grado de independencia del indicador respecto a otros
Utilidad	Grado de importancia del indicador para la toma de decisiones de política pública.

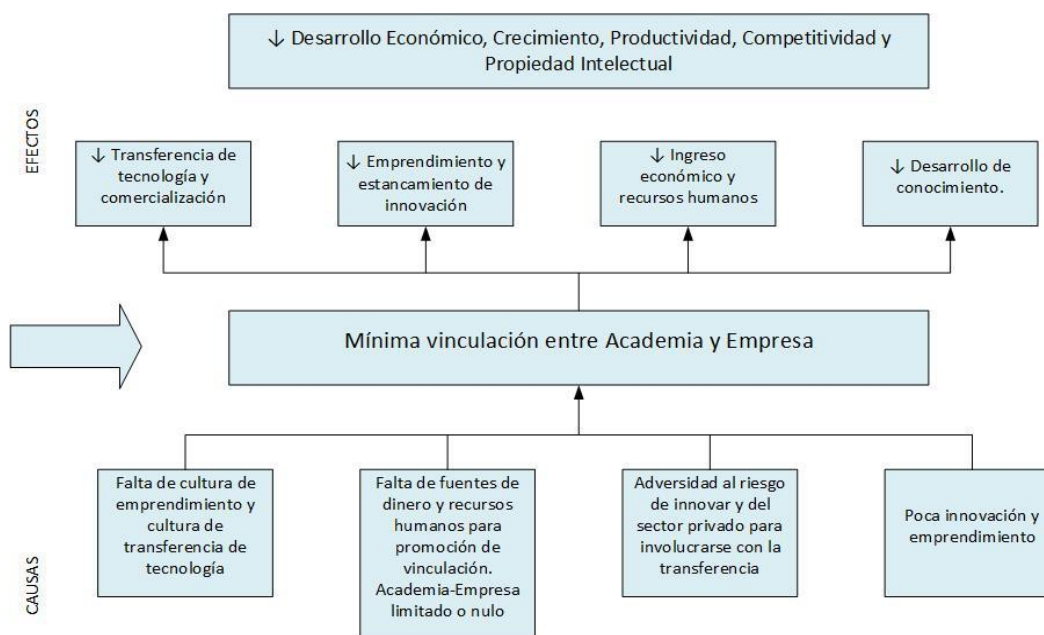
Fuente: Adaptado del Manual de Santiago (RICYT, 2007, p105)

4. Proceso de construcción de los indicadores de TT para el OMI.

En enero de 2017 la Dirección de Innovación de la Secretaría de Economía presentó el OMI ante el Consejo Directivo de la Red OTT. Fue evidente la carencia respecto a indicadores de TT, pues se contaba con tres indicadores de resultados, uno de insumos y ninguno de impacto⁴. Por ello, se decidió definir un modelo basado en indicadores que midan la TT en el país, para conocer con mayor detalle su estado actual y evolución, así como el desempeño y rentabilidad de los apoyos otorgados por el Gobierno Federal para fomentar la TT. También se planteó aplicar el modelo de forma piloto para medir los resultados obtenidos en las OTT, de manera que se pudiera hacer los ajustes pertinentes al modelo e incorporar los indicadores al OMI.

En términos del MML, se identificó que la problemática principal era que había mínima vinculación entre oferentes y demandantes de conocimientos. Entonces, se analizó el problema que se deseaba intervenir a partir de la construcción de un árbol de problemas para identificar las causas y efectos, y conocer con a detalle la situación prevaleciente (ver Figura 1).

Figura 1. Árbol de Problemas de la TT en México



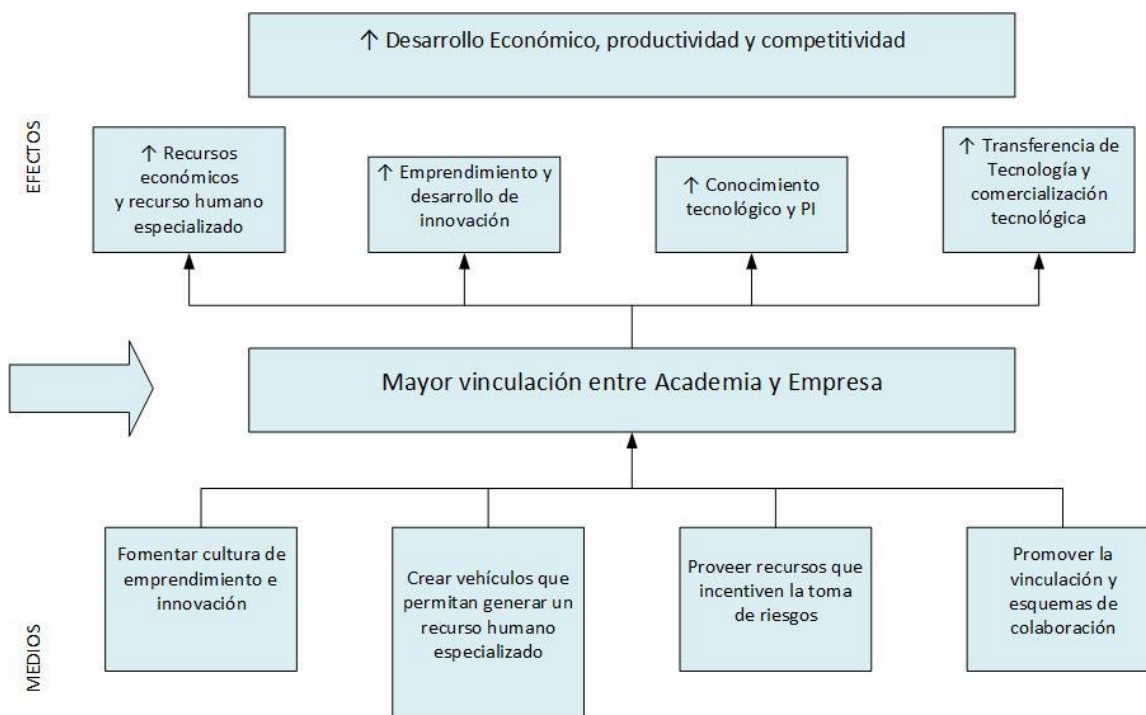
Fuente: Secretaría de Economía

⁴ El gobierno actual, señala en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 que la innovación será coordinada y definida por Conacyt; para eso se solicitó la información sobre indicadores de transferencia de tecnología del 2018

El análisis del árbol de problemas reveló que el limitado desarrollo económico, crecimiento, productividad, competitividad y producción de propiedad intelectual deriva de la escasa actividad de TT y comercialización de conocimiento; el bajo nivel de emprendimiento y escalamiento de innovaciones en el mercado; el bajo flujo económico entre los actores participantes; la escasez de recursos humanos preparados en el tema de innovación, transferencia y comercialización de tecnología y propiedad intelectual. Todo ello como efecto de la limitada vinculación entre el sector académico y las empresas.

La conversión de los problemas identificados en soluciones supone que el fomento y la promoción de la cultura de emprendimiento y la innovación, el desarrollo de recursos humanos especializados, provisión de recursos que incentiven la toma de riesgos, y la promoción de vinculación y esquemas de colaboración entre academia y empresas, son medios necesarios para incrementar los resultados e impactos, lo cual retribuiría en el desarrollo económico, la productividad y la competitividad de México (ver Figura 2).

Figura 2. Alineación de Política Pública y Actividades de TT en México



Fuente: Secretaría de Economía

Como comprobación de la alineación de los objetivos con las soluciones propuestas, se revisaron y contrastaron los documentos rectores de la política de innovación del país con las soluciones propuestas en el árbol de problema (Tabla 2).

Tabla 2. Comprobación de Alineación

Incrementos en: <ul style="list-style-type: none"> • actividades de transferencia y comercialización de tecnología. • incentivos de emprender y desarrollar proyectos innovadores • la propiedad intelectual y generación de conocimiento tecnológico 	FIN (META)	Plan Nacional de Desarrollo (PND) Estrategia 3.5.4. Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las IES y los CPI con los sectores público, social y privado
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la vinculación entre academia y empresa, así como el fomento de actividades de transferencia de tecnología 	PROPÓSITO	Programa de Desarrollo Innovador (PRODEINN) 2.6.2. Incentivar la transferencia de conocimiento para facilitar su aprovechamiento económico. 2.6.6. Promover esquemas de colaboración como la innovación abierta, el trabajo en redes globales, co-creación y co-diseño. 3.1.4. Incrementar el desarrollo y registro de propiedad industrial
<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar cultura de emprendimiento e innovación. • Generar recurso humano especializado. • Diseñar mecanismos que incentiven la toma de riesgos. • Promover la vinculación y esquemas de colaboración. • Generar mecanismos de apoyo económico. 	COMPONENTES Y ACCIONES	Prosoft - Innovación Fondo Sectorial de Innovación Incrementar las oportunidades de vinculación entre instituciones generadoras de conocimientos y el sector privado al ofrecer una serie de servicios que facilitarán la transferencia de conocimiento vía la consultoría, licenciamiento y <i>start-ups</i> , a través de la creación de oficinas de transferencia de conocimiento.

Fuente: Secretaría de Economía

Con base en el árbol de problemas presentado por SE, el equipo determinó que los medio a través de los cuales se realiza la transferencia de tecnología son: asistencia técnica, capacitación especializada, investigación colaborativa, licenciamiento, transferencia de know how y creación de spin offs. Para la integración de los indicadores se establecieron criterios fundamentales para su elección, como:

- trazabilidad, fácil comprensión y confiabilidad;
- facilidad de medición;
- relevancia;
- comparabilidad;
- factible de responder por los actores del ecosistema; y
- útil para la toma de decisiones en materia de política de TT.

Se validaron las preguntas en una prueba piloto, para la cual se seleccionaron cinco OTT, una de universidad privada y una pública, una de centro de investigación, una de empresa y una de oficina de gobierno. Para la recolección de datos se utilizó la plataforma informática de QuestionPro a la cual se accedió a través del portal de la Red OTT México⁵. La encuesta estuvo integrada por varios documentos: 1) invitación a responderla, 2) instrucciones, 3)

⁵ Se aseguró la privacidad del tratamiento y uso de la información y la aceptación de las políticas de Privacidad de la Encuesta de Indicadores de Transferencia de Tecnología (TT) www.redott.mx/download/encuesta/Avisto.pdf

glosario, 4) preguntas divididas en cuatro secciones:

- i. Identificación de la OTT: Información básica para identificar a la Oficina de Transferencia Reconocida por el Fondo Intersectorial para la Innovación Secretaría de Economía-Conacyt
- ii. Caracterización de la OTT: Descripción del personal con el que cuenta la oficina, así como el presupuesto asignado para operar.
- iii. Mecanismo de Transferencia de Tecnología: Da cuenta de las actividades esenciales para realizar la transferencia tecnológica: Asistencia Técnica; Capacitación de Recursos Humanos; Investigación y Desarrollo por Contrato; Propiedad Intelectual y Licenciamiento; Transferencia de Know-How, y Creación de Empresas de Base Tecnológica
- iv. Colaboración con el ecosistema: alianzas y relaciones: Identifica el alcance de las Oficina de Transferencia para desenvolverse en el ecosistema a través de colaboraciones con otros organismos.

Después de la prueba piloto, se ajustaron algunas preguntas y se hizo el lanzamiento de la encuesta el 5 de junio de 2018; se dieron tres semanas para responderla. Se envió la encuesta a las 56 OTT reconocidas por la SE, todas la respondieron⁶.

El análisis de la información obtenida llevó a la identificación de los indicadores de insumos (incluyendo procesos), resultados e impacto⁷.

Al hablar de los de insumo nos referimos a aquellos relacionados con los esfuerzos iniciales realizados por las OTTs para impulsar la generación de conocimientos científicos y tecnológicos. Los de resultados son aquellos que miden el efecto inmediato de las políticas y actividades de apoyo al desarrollo científico y tecnológico y, por último, los de impacto buscan medir el efecto de las políticas públicas de CTI, al identificar su alineación con los objetivos nacionales en CTI y al mostrar su rentabilidad a medio y largo plazo.

De la información recabada se identificaron seis indicadores de insumo, agrupados en tres temas:

- Caracterización de las OTTs
 - a. Porcentaje de OTTs con personal en áreas especializadas.
 - b. Distribución del personal de las OTTs por tipo de contrato laboral
- Colaboración con actores
 - a. Distribución de contratos de colaboración con organismos del ecosistema

⁶ La fórmula para el cálculo de la población muestra con un universo finito fue:

$$n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{(e^2 \times (N - 1)) + k^2 \times p \times q}$$

N = 57

Nivel de confianza =

95% e = 3%

n = 55

Donde: N = Es el tamaño de la población o universo; n = Tamaño de la muestra; k = Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos. e = El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella

p = Probabilidad de éxito o proporción esperada q = Probabilidad de fracaso

⁷ Cabe aclarar que al relacionar los tipos de indicadores de la literatura: insumo, proceso y resultado con el marco lógico, la SE decidió integrar los indicadores de insumos y procesos bajo el título de insumo, agregar lo indicadores de impacto y respetar los de resultados.

- b. Distribución de actividades colaborativas con organismos del ecosistema y participación de OTTs en dicha actividad.
- Infraestructura
 - a. OTTs reconocidas por el PROSOFT – Innovación, Fondo Sectorial de Innovación administrado por la SE.
 - b. Distribución de tipos de OTTs reconocidas por el PROSOFT – Innovación, Fondo Sectorial de Innovación.

En cuanto a los indicadores de resultado se obtuvieron doce agrupados en siete temas:

- Asistencia Técnica
 - a. Distribución de los servicios de asistencia Técnica de la OTTs
 - b. Número de contratos de consultoría firmados entre las OTTs y los organismos del ecosistema
- Capacitación de recursos humanos
 - a. Distribución porcentual de los principales clientes de capacitación de las OTTs
- Empresa/Mercado
 - a. Empresas que realizaron proyectos de innovación en colaboración con IES y CPI respecto al total de empresas que desarrollaron proyectos de innovación
- Generación del conocimiento
 - a. Figuras de protección de propiedad intelectual otorgadas a nacionales por cada millón de habitantes.
- Investigación y desarrollo por contrato
 - a. Propiedad intelectual generada de las investigaciones y desarrollos de las OTTs gestionadas internacionalmente
 - b. Distribución porcentual de los principales clientes de I+D de las OTTs
 - c. Número de contratos de I+D firmados entre las OTTs y organismos del ecosistema
 - d. Propiedad intelectual generada por I+D de las OTTs gestionadas nacionalmente
- Know-how
 - a. Contratos de transferencia de know-how realizados por las OTTs
- Propiedad intelectual y licenciamiento
 - a. Contratos de licenciamiento, cesión total y cesión parcial de propiedad intelectual
 - b. Patentes nacionales otorgadas respecto a empresas que realizaron proyectos de IDT

Los indicadores de impacto son tres, agrupados en dos grandes temas:

1. Creación de empresas de base tecnológica:
 - a. Porcentaje de participación de las OTTs en la creación de empresas de base tecnológica
2. Económico
 - a. Valor monetario de los mecanismos de transferencia tecnológica
 - b. Valor del mercado de los mecanismos de transferencia tecnológica respecto al producto interno bruto (PIB)

Para cada indicador se desarrolló una ficha a fin de facilitar su seguimiento, evaluación y reproducción; cada una de ellas incluye:

- Datos generales del indicador: fuente, responsable de la ficha, periodicidad,

disponibilidad de datos, fecha de actualización, tipo de indicador, clave, unidad de medida, etc.

- Datos de la variable: descripción de variables, frecuencia de medición, unidad de medida.
- Fórmula del cálculo para cuantificar los resultados
- Descripción general del indicador
- Medio a través del cual se obtuvo la información

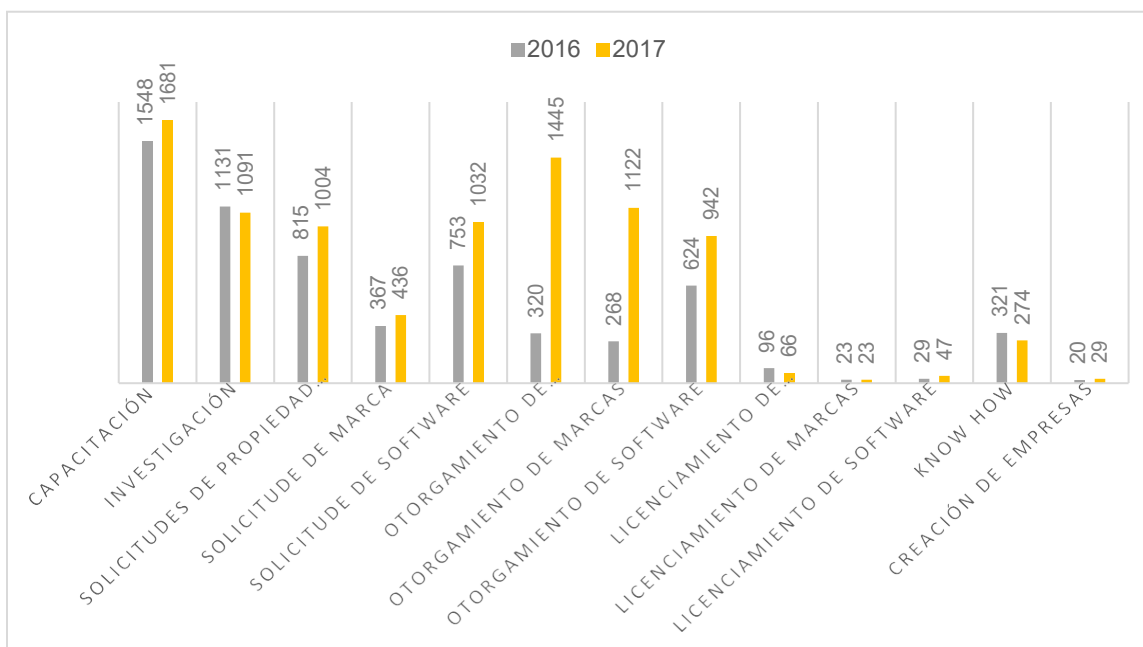
En la página del OMI, se pueden revisar cada uno de los indicadores, en forma específica, en la sección de indicadores de transferencia de tecnología,

<https://omi.economia.gob.mx/Pages/CatalogoIndicadores.aspx?Eje=2>. La Figura 3 ilustra el comportamiento de los principales indicadores para los dos años que cubrió la encuesta. Es claro que las OTT han aumentado su actividad en cuanto a la solicitud de títulos de propiedad intelectual y que el establecimiento de contratos de transferencia tuvo una ligera disminución.

El monto de los ingresos por estas actividades de TT alcanzó en 2016 los 3 mil millones de pesos y en 2017 superó los 2,500 millones de pesos⁸ (acumulando un total de 5,500 millones en esos dos años). Estos ingresos crecieron en las OTT privadas (de 951 millones en 2016 a 1,187 millones en 2017). Estas cantidades son significativas, pues son comparables con la inversión pública realizada en el Programa de Estímulos a la Innovación- PEI (4,123 millones en 2016 y 1,741 millones en 2017, con un acumulado de 5,864 millones de pesos).

También cabe destacar que la colaboración entre las OTT ha crecido, lo cual es un indicador relevante sobre la articulación del ecosistema de innovación (ver Figura 4).

Figura 3. Indicadores de Transferencia de Tecnología 2016 y 2017 (56 casos reportados)



Fuente: Elaboración Propia

⁸ La disminución se debe a la reducción de los ingresos por investigación cooperativa, hecho que deriva de la drástica reducción de los recursos ofrecidos por CONACYT a través del PEI

Figura 4. Actividades de colaboración de las OTT con otras OTT



Fuente: OMI (2018) Tercera sesión presencial del Grupo de trabajo de indicadores de Transferencia de Tecnología

5. Conclusiones

El principal valor de los indicadores de TT es ofrecer información útil en relación con los objetivos planteados para los que se construyeron. El trabajo realizado permitió definir un proceso metodológico que facilita la identificación y clasificación de las actividades de transferencia de tecnología para México, lo cual fue la base para recabar información y analizarla en términos de tres tipos de indicadores: los insumos requeridos, los resultados, que de cierta forma miden la productividad de las actividades de TT, y los impactos que miden la relevancia final de los resultados.

Los indicadores de resultado son básicos para definir los indicadores de impacto de TT, orientados a medir las capacidades obtenidas y la satisfacción de necesidades por parte de los beneficiarios del producto o servicio, quienes a final de cuentas son los que concretarán el impacto de la transferencia. Si el producto o servicio derivado de la tecnología no es aplicado, no se capitalizará impacto alguno. Con la información disponible actualmente, resulta difícil rastrear los productos y los clientes que los adquirieron. Además, normalmente, el tiempo que transcurre entre el momento en que se formaliza una transferencia de tecnología y la llegada del producto resultante al mercado suele ser largo. Por ello, la medición de impacto es todavía un aspecto a mejorar, es factible medir el consumo del producto en relación a los clientes que los adquirieron o comparando las capacidades generadas con las previas a la transferencia.

En términos de la evaluación de una política de innovación, la medición del impacto real de la TT implica identificar su adicionalidad, es decir comparar las capacidades anteriores a la aplicación de la política, y las capacidades logradas con la aplicación de ella. Esta medición requiere de un período de evaluación más largo para evidenciar el impacto real. Por ello, es indispensable que el OMI realice estos ejercicios de medición de manera regular, para poder medir la evolución de los indicadores.

Al tratar de relacionar los indicadores de impacto mostrados en el OMI con las líneas de acción de la estrategia de innovación del PRODEINN no se encontró relación⁹, pues los impactos deberían dar cuenta del desarrollo de capacidades, incremento de nuevos productos, nuevos mercados, etc. Hablar de la participación de las OTT en la creación de empresas no permite evaluar si se generaron nuevas capacidades, productos, servicios o procesos, tampoco si se logró impactar las líneas de acción de las estrategias de innovación del PRODEINN, es decir de la política pública de innovación. Por eso es muy importante trabajar en la redefinición de indicadores de impacto, de manera tal que tengan alineación plena con la política de la nueva administración.

Analizar y relacionar los indicadores entre los elementos de la cadena de valor de la innovación sería otro elemento de trabajo futuro. En otras palabras, se deberían poder correlacionar los indicadores de ciencia y tecnología con los de TT. Para el caso de Ciencia y Tecnología (insumo) y Transferencia de Tecnología (resultados), deberíamos poder determinar si la inversión en el desarrollo de investigación y desarrollo en el sector productivo, centros públicos de investigación e instituciones de educación superior, se traduce en la generación de innovación (nuevos productos, procesos, patentes, servicios, etc.). Otro tema pendiente sería identificar la eficacia del número de patentes solicitadas en términos de generación de nuevos productos, desarrollo de nuevos mercados y modelos de negocio innovadores, pues las patentes son sólo un insumo de innovación y no resultado.

Respecto de los objetivos específicos del OMI, hasta este punto no se puede decir que se cumple cabalmente con la evaluación, el seguimiento y el análisis de impacto de los principales planes y programas de apoyo al ecosistema mexicano de innovación, respecto del eje de transferencia de tecnología. Se recomienda tomar cada una de las líneas de acción de las estrategias y definir sus indicadores e identificar sus relaciones, de tal manera que se pueda contar con indicadores de resultado e impacto que permitan evaluar la política de innovación del país.

Por el momento se tienen indicadores con mediciones que muestran datos estáticos de los instrumentos de transferencia definidos, sin embargo, no son capaces de mostrar cómo se relacionan unos con otros en las etapas de la cadena de valor de la TT y determinar su impacto real. Con los datos actuales se desconoce el uso del conocimiento que hace quien los adquiere; tampoco se puede determinar si hay asimilación de la tecnología en los procesos propios del adquiriente. Asimismo, se desconocen los impactos reales de la adquisición de nuevas capacidades para aquel que recibe la transferencia de tecnología.

Por otro lado, por ser éste el primer ejercicio, no se puede ver la evolución de los indicadores. Por lo tanto, para poder ponderar las fortalezas y debilidades de la TT de México, se tiene que mantener la disciplina de medición. Dada la información que se tiene los indicadores son un punto de partida para constituir referentes para perfeccionar la transferencia de tecnología.

De acuerdo a el objetivo definido del estudio se logró tener un modelo de evaluación de la transferencia de tecnología que pasa por las OTT, sin que permita conocer sobre otros

⁹ El PRODEINN 2013 – 2018, establece dos estrategias para la innovación, la primera habla de promover la innovación en los sectores, bajo el esquema de participación de la academia, sector privado y gobierno (triple hélice), la segunda consiste en promover la innovación en el sector servicios bajo el esquema de participación academia, sector privado y gobierno (triple hélice).

procesos de transferencia que se hacen entre empresas. Ésta es otra asignatura pendiente.

Como primer ejercicio de medición de los indicadores de TT se puede considerar que se cumplió un primer paso, que es importante. No debe olvidarse que se trata de una experiencia piloto que sienta las bases para poder avanzar en la medición y desempeño de la innovación en México.

6. Referencias citadas.

- Albornoz, M. (1994). Indicadores en ciencia y tecnología. *Redes*, 1(1), 133-144.
- González Sabater, J. (2011). Manual de Transferencia de Tecnología y Conocimiento. The Transfer Institute. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://www.negociotecnologico.com/wp-content/uploads/2014/03/Manual-de-transferencia-de-tecnologia-y-conocimiento.pdf.pdf>
- Kuhan, G. (2004). *Technology Transfer: Strategic Management in Developing Countries*. New Delhi, India. Sage Publications Pvt. Ltd.
- Lundquist, G. (2003). A rich vision of Technology Transfer Technology. Value Management. *Journal of Technology Transfer*. 28 (3, August), 265-284.
- OCDE (2013). Manual de Frascati. Propuesta Prácticas Estándar para Encuestas sobre Proyectos de Investigación y Desarrollo Experimental. F-Iniciativas Ltda. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://www.f-niciativas.cl/manual-de-frascati.pdf>
- OCDE & Eurostat. (2005). Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://www.dgi.ubiobio.cl/dgi/wp-content/uploads/2010/07/manualdeoslo.pdf>
- OECD (2010). The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow. ISBN 9789264083479 (PDF) Recuperado el 12 de enero de 2019, de DOI:<https://dx.doi.org/10.1787/9789264083479>. https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-oecd-innovation-strategy_9789264083479-en#page1
- RICYT, OEA y CYTED. (2001). Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Colciencias. Recuperado a partir d Recuperado el 12 de enero de 2019, de http://www.ricyt.org/manuales/doc_view/5-manual-de-bogota
- RICYT (2007). Manual de Indicadores de Internacionalización de la Ciencia y la Tecnología - Manual de Santiago. Recuperado el 12 de enero de 2019, de http://www.ricyt.org/manuales/doc_view/1-manual-de-santiago
- RICYT y OEI. (2015). Manual de Antigua - Indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://www.ricyt.org/files/MAntigua.pdf>
- RICYT y OEI. (2017). Manual Iberoamericano de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico. Manual Valencia. RICYT y OEI. Recuperado el 6 de febrero de 2019, de http://www.ricyt.org/files/manual_vinculacion.pdf
- SALANȚĂ, I. I., BELEIU, I. N., MIHĂILĂ, A., & CRIȘAN, E. L. (2018). Technology Transfer Related Concepts. *Review of International Comparative Management / Revista de Management Comparat International*, 19(4), 422–435. Recuperado el 23 de enero de 2019, <https://doi.org.ezproxy.iteso.mx/10.24818/RMCI.2018.4.422>
- Secretaría de Economía (2013). Recuperado el 23 de enero de 2019, de https://www.economia.gob.mx/files/prodeinn/Programa_de_Desarrollo_Innovador2013-2018.pdf
- Sigurdson, K., Sá, C. M., & Kretz, A. (2015). Looking under the street light: Limitations of mainstream technology transfer indicators. *Science & Public Policy (SPP)*, 42(5), 632–645. Recuperado el 6 de febrero de 2019, <https://doi- org.ezproxy.iteso.mx/10.1093/scipol/scu080>
- Solleiro, J.L. y Castañón, R. (2008), *Gestión Tecnológica: conceptos y prácticas*. Ed. Plaza y Valdez. México, D.F.
- UNIDO (1996). *Manual on Technology Transfer Negotiation*, Viena
- USAID (2012). Technical Note. The Logical Framework. USAID. N. 2, Versión 1.0, Dec 2012. Recuperado el 23 de enero de 2019, de https://usaidlearninglab.org/sites/default/files/resource/files/2012_12_logical_framework_technical_note_final_2.pdf

Van Wyk, Rias J. (2004), A template for Graduate Programs in Management of Technology (MOT), Report to the Education Committee, International Association for Management of Technology (IAMOT). Recuperado el 23 de enero de 2019, de <http://www.iamot.org/homepage/2004-MOTTemplate-Education.pdf>

Incubadora compartilhada: uma estratégia diferenciada de transferência de tecnologia

Alanna Lima e Silva
Faculdade Luciano Feijão, Brasil
alanna-lima@live.com

Teresa Lenice Nogueira da Gama
Mota Faculdade Luciano Feijão, Brasil
teresa_mota@yahoo.com.br

Resumo

O presente trabalho objetivo mostrar uma estratégia diferenciada de Transferência de Tecnologia que vem sendo vivenciada pela Incubadora de Empresas Compartilhada da Faculdade Luciano Feijão – INCUBA.LF visando o desenvolvimento econômico da Região Norte do Estado do Ceará, Brasil, localizada no município de Sobral. A INCUBA.LF trabalha com o Sistema Local de Inovação dando suporte às empresas já existentes no mercado que absorvam projetos inovadores, oriundos de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico das Instituições de Ciência e Tecnologia - ICTs do município de Sobral, oferecendo orientação de competitividade, inovação, sustentabilidade, a partir de conhecimentos compartilhados. Trabalha, ainda, estimulando a criação de novas empresas, a partir de referidos conhecimentos, originando spin-offs que possam vir a se constituir como startups ou apoiando startups já existentes no mercado. Dessa forma, a Incubadora promove o apoio e suporte necessários às empresas nascentes ou já atuantes no mercado, através da Transferência de Tecnologia - TT permitindo-as se inserirem e permanecerem em ambientes competitivos, com garantia de propriedade intelectual. O fato da Incubadora de Empresas Compartilhada da Faculdade Luciano Feijão trabalhar em parceria com as ICTs de Sobral possibilita identificar as diversas fontes de tecnologia de modo a atender as demandas das empresas, ou a estimular a criação de novas empresas ou induzir demandas que tornem as existentes mais competitivas. Tal fato, confere importância a estratégia de TT que vem sendo implementada por referida Incubadora. São perceptíveis resultados como melhoramento de indústrias tradicionais, spin-offs que se utilizam de insumos regionais até pouco subutilizados e startups que acelerando o desenvolvimento das empresas já existentes. Pode-se concluir, portanto, que a estratégia de incubação deve ter como principal resultado um processo de TT que resulte em inovações e desenvolvimento econômico.

Palavras-chaves

Transferência de Tecnologia; Mecanismos de Inovação; Incubadora de Empresas; Spin-Offs; Startups.

1. Introdução

O desenvolvimento econômico exige a inovação como fator de competitividade. Por outro lado, sabe-se que a inovação embora dependa do conhecimento empírico é fruto do conhecimento acadêmico. Assim, instrumentos capazes de reunir essas duas formas de conhecimento tornam-se importantes mecanismos de inovação. Portanto, buscar uma estratégia diferenciada de Transferência de Tecnologia torna-se fundamental. O presente trabalho tem como objetivo mostrar a experiência da INCUBA.LF que, trabalhando de forma diferenciada,

vem promovendo o desenvolvimento econômico do município de Sobral.

A experiência que se relata no presente trabalho reflete o estudo de caso da INCUBA.LF, que trabalha em parceria com outras 05 (cinco) Instituições de Ensino Superior, sejam elas: Universidades ou Faculdades, públicas ou privadas, além de um dos maiores Institutos de Pesquisa Agropecuária do País – a Empresa de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Caprino – EMBRAPA – Caprinos.

A Faculdade decidiu implantar uma Incubadora, capaz de imprimir um diferencial pela forma como atua no processo de TT, promovendo, a sinergia entre as Instituições de Ciência e Tecnologia - ICT's locais e delas com o empresariado existente e potencial, e com o sistema de fomento, fazendo surgir um novo mecanismo de inovação.

Isso porque o município de Sobral se ressentia de mecanismos de inovação capazes de promover a competitividade das empresas já existentes e de criar novas empresas competitivas, alavancando o desenvolvimento econômico da Região.

Tendo como base um referencial teórico sobre Transferência de Tecnologia, Mecanismos de Inovação, Incubadora de Empresas, Spin-Offs e Startups iniciou-se um processo de pesquisa-ação (Thiollent,1985) visando responder a pergunta se, quando o processo de incubação apresenta estratégia diferenciada os resultados, em termos de competitividade e desenvolvimento econômico são mais eficazes.

2. Metodologia

O presente trabalho teve como propósito realizar uma pesquisa exploratória uma vez que, procurando entender melhor a temática sobre Transferência de Tecnologia, Mecanismos de Inovação, Incubadora de Empresas, Spin-Offs e Startups, foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre esses temas. O propósito descritivo também se fez presente pois foi feita uma análise detalhada do objeto de estudo, para que se pudesse entender particularidades e definir uma estratégia diferenciada de Transferência de Tecnologia no processo de incubação de empresas.

Utilizou-se, também da análise documental, para compreender o potencial de cada ICT; a missão, visão e objetivos das empresas já estabelecidas, com as quais se estaria trabalhando; e as características das Instituições de Fomento que poderiam apoiar no processo de inovação. Como assinalam Ludke e André (1986), a análise documental constitui uma técnica importante na pesquisa qualitativa, seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema. Posteriormente, quando se identificou os fatores que contribuíram para a ocorrência do fenômeno, utilizou-se do propósito ou da pesquisa explicativa.

Trabalhou-se com abordagem qualitativa e com o método da pesquisa-ação para investigar os problemas práticos levando à uma análise e reflexão do problema estudado.

Para Thiollent (1985), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa centrada na questão do agir e supõe uma participação dos interessados na própria pesquisa organizada em torno de uma determinada ação planejada para intervenção com mudanças dentro da situação investigada.

Fez-se uso do estudo de caso, que conforme afirma Yin (2015) é utilizado visando compreender os diferentes fenômenos sociais. Como parte do estudo de caso, partiu-se para a etapa metodológica da análise dos dados, conforme registro das diversas ações de Transferência de Tecnologia promovida pela Incubadora, seja através de documentação, de

registros em arquivos, seja por observações diretas tipo observações participantes, selecionando e interpretando os instrumentos utilizados no processo. Conclui-se com uma descrição apresentando uma estratégia diferenciada de Transferência de Tecnologia, que na verdade se constitui de um relatório narrativo, conforme defende Yin (2015) como sendo uma das formas de comunicação e propagação dos resultados de um estudo de caso.

3. Discussão

A discussão sobre a estratégia diferenciada de TT no processo de incubação de empresas se deu a partir de uma base teórica sobre: Transferência de Tecnologia, Mecanismos de Inovação, Incubadora de Empresas, Spin-Offs e Startups, conforme se descreve a seguir. Particularmente a análise documental sobre startups foi, também, mola propulsora para a pesquisa-ação.

4. Transferência de tecnologia

Transferência de Tecnologia nada mais é do que a transferência de conhecimento resultantes das pesquisas produzidas pelas ICTs para as empresas, possibilitando a obtenção de vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes (CLOSS & FERREIRA, 2012; DIAS & PORTO, 2013). Closs & Ferreira (2012) e Dias & Porto (2013) destacam que as empresas podem inovar em produto, processo, marketing ou gestão através de métodos de transferência do conhecimento como treinamentos, consultorias, ou comercialização de patentes, compartilhando custos entre ICTs e empresas.

Os mecanismos de interação entre universidade e o setor produtivo são, portanto, meios de transferência do conhecimento, que no contexto da legislação, se apresentam de diversas formas. Entre os principais, tem-se, de acordo com Garnica e Torkomian (2009) e Dias e Porto (2013):

i) licenciamento garantia de permissão ou de uso de direitos de certo produto, desenho industrial ou processo; ii) projetos de pesquisa & desenvolvimento cooperativos com o setor produtivo; iii) joint venture de pesquisa, quando uma empresa estabelece uma entidade de pesquisa independente; iv) financiamento de pesquisa, quando a empresa financia pesquisa exploratória da universidade ou instituto de pesquisa; v) publicações, na forma de artigos publicados em periódicos acadêmicos e encontros científicos, entre outros.

O processo de Transferência de Tecnologia deve levar em conta um modelo de boas práticas de gestão, que considere variáveis externas e internas, tais como fatores ambientais, marco legal, gestão organizacional, gestão de recursos humanos e estratégia de negócios (DIAS & PORTO, 2013).

Cohen et al. (2009) assinalam que o processo de TT é dito bem-sucedido se a tecnologia mudou do estágio de pesquisa e desenvolvimento em laboratório e tornou-se um produto ou parte de um dele, ou ainda propiciou um aprimoramento importante de um processo de produção. Ao contrário, um processo de Transferência de Tecnologia é malsucedido quando uma tecnologia que tenha deixado o estágio de pesquisa e desenvolvimento, não se torne um produto, parte dele ou de um processo.

Os fatores essenciais de sucesso no processo de Transferência de Tecnologia são: i) identificação de fontes profícuas de tecnologias, por meio das quais se constroem redes sólidas e formais de relacionamentos que permitirão à empresa selecionar aquelas que

satisfaçam sua necessidade em termos da solução tecnológica mais adequada; ii) instrumento jurídico adequado; iii) atores envolvidos no processo com fortes habilidades de negociação, a fim de garantir uma solução satisfatória para todas as partes; iv) equipe da empresa com capacidade para executar o projeto e criar meios para internalizar o conhecimento adquirido. (TIDD, BESSANT, PAVITT 2008).

A Transferência de Tecnologia requer, portanto, uma relação de parceria entre ofertantes e demandantes. Pressupõe duas condições mínimas: o transferidor precisa estar disposto a transferir, e o receptor precisa ter condições de absorver a tecnologia e o conhecimento transferidos. (TAKAHASHI, 2005).

Como assinala Tigre (2006), empresas inovadoras geralmente buscam diferentes fontes de tecnologias, tanto de origem interna, quanto de origem externa, visando fortalecer a capacidade de inovação.

A Transferência de Tecnologia pode se dar por um processo de oferta. Bekkers e Freitas (2008) identificam uma série de canais formais e informais característicos de tal situação, algum deles já mencionados e outros inéditos: i) publicações científicas em periódicos ou livros; ii) outras publicações, incluindo publicações e relatórios profissionais; iii) participação em conferências e workshops realizados pelos pesquisadores da universidade; iv) contatos pessoais (informais); v) emprego de graduados e pós-graduados; vi) contratação de estudantes como estagiários; vii) intercâmbio temporário de pessoal (programas de mobilidade); viii) projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em parceria; ix) contratos de pesquisa; x) financiamento de projetos de doutoramento; xi) consultoria por membros da equipe da universidade, xii) spin-offs universitárias, xiii) uso compartilhado de instalações (por exemplo, laboratórios, equipamentos) da universidade; e xiv) licenciamento de patentes e de know-how.

Nas ICTs devem existir organizações especializadas em transferir tecnologia ou conhecimentos para outras organizações. Referidas organizações têm como missão central aumentar as chances de que as descobertas se convertam em produtos e serviços úteis dos quais a sociedade possa se beneficiar. Como as possibilidades para realizar Transferência de Tecnologia são variadas, o escopo de referidas organizações vai além da gestão da propriedade intelectual (PI) e dos contratos de licenciamento. Requer a gestão de projetos de P&D em parceria; o fomento e apoio à criação de empresas spin-offs; a incubação de empresas, entre outros. (CAPART; SANDELIN, 2004)

Loof e Brostrom (2008) destacam que o processo de Transferência de Tecnologia é relevante em razão do potencial de inovação que proporciona. Esse é o motivo de se estudar os diversos mecanismos de inovação.

5. Mecanismos de inovação

A história da inovação nasce na busca do ser humano em enfrentar e superar desafios na luta pela sobrevivência. No ambiente empresarial, a sobrevivência das empresas depende da sua capacidade de criar e vislumbrar vantagens competitivas. Assim, um empreendimento deve ser inovador e capaz de gerar uma gama de oportunidades, que os leve à sustentabilidade no longo prazo. (ARANHA, 2016).

A capacidade de criar e vislumbrar vantagens competitivas gera demandas crescentes dos empreendedores inovadores que não podem mais ser atendidas por um único mecanismo ou espaço de apoio. Elas exigem muito mais opções e dinâmicas diversas de

interação. De acordo com o segmento de atuação, o estágio de desenvolvimento dos negócios e até a fonte da inovação vai se definir o tipo de parceria e o melhor mecanismo de apoio para abrigar o empreendimento inovador. (ARANHA, 2016).

Ambientes de Inovação trazem embutidos no seu conceito os Mecanismos de Inovação já que, conforme Aranha (2016), envolvem duas dimensões: as Áreas de Inovação e os Mecanismos de Geração de Empreendimentos o que chamamos de Mecanismo de Inovação.

Por Áreas de Inovação ou Ecossistema de Inovação entende-se: i) Parques Científicos e Tecnológicos; ii) Cidades Inteligentes; iii) Clusters; iv) Distritos de Inovação; v) Comunidades de Inovação; entre outras.

Entre os Mecanismos de Inovação pode-se destacar: i) Incubadora de Empresas; ii) Aceleradoras - mecanismos, geralmente privados, de apoio a startups que agregam em seu entorno empreendedores, investidores, pesquisadores, empresários, mentores de negócios e fundos de investimentos; iii) Coworking - é a união de um grupo de pessoas, empresas e organizações que trabalham independentemente uma das outras, mas que compartilham espaços; iv) Living Labs - laboratórios vivos, que promovem inovação aberta, atuando na etapa de validação de uma solução, testando produtos e serviços em campo, com o público alvo em ambiente real, antes de comercializá-los; entre outros.

Um empreendimento inovador resulta em maior desenvolvimento econômico e social, porém vai requerer um ambiente propício, apoiado por Mecanismos de Inovação.

Um dos Mecanismos de Inovação bastante conhecido são as Incubadoras de Empresas, cujos processos mais tradicionais estão mudando e vem incorporando novos atores, como será visto a seguir.

6. Incubadora de empresas

O modelo precursor do processo de incubação de empresas, como conhecemos hoje, surgiu em 1959 no estado de Nova Iorque (EUA), quando uma das fábricas da Massey Ferguson fechou, deixando um significativo número de novaiorquinos desempregados. Joseph Mancuso, comprador das instalações da fábrica, resolveu sublocar o espaço para pequenas empresas iniciantes, que compartilhavam equipamentos e serviços. Além da infraestrutura física das instalações, Mancuso adicionou ao modelo um conjunto de serviços que poderiam ser compartilhados pelas empresas instaladas no local, como secretaria, contabilidade, vendas, marketing e outros, o que reduzia os custos operacionais das empresas e aumentava a competitividade. Uma das primeiras empresas instaladas na área foi um aviário, o que conferiu ao prédio a designação de “incubadora”. Durante os anos 1980, o modelo proposto por Mancuso se consolidou nos Estados Unidos – os americanos percebem, neste momento, a importância e o valor de se expandir e criar novos negócios para sustentar economias locais – e foi sendo replicado em diferentes regiões do país. Como resultado desse movimento, em 1985 foi criada, por lideranças industriais, a National Business Incubation Association (NBIA), com a missão de promover treinamento, desenvolvimento e apoio à gestão de empresas com alto potencial de crescimento. (ARANHA, 2016)

As incubadoras de empresas são, portanto, ambientes dotados de capacidade técnica, gerencial, administrativa e infraestrutura para amparar o pequeno empreendedor. Elas disponibilizam espaço apropriado e condições efetivas para abrigar ideias inovadoras e transformá-las em empreendimentos de sucesso (ARANHA, 2006) além de oferecem um

leque de serviços diferenciados, bem como um passaporte para o mercado exterior e contato com empresas âncoras e capitalistas interessados em investir em novas empresas (DORNELAS, 2006).

As incubadoras devem dispor de infraestrutura, disponibilizar treinamentos, recursos humanos, assessorias e consultorias com serviços especializados que auxiliem as empresas em suas atividades, como elaboração de plano de negócios, gestão empresarial, gestão da inovação tecnológica, engenharia de produção, contabilidade, marketing, assistência jurídica, propriedade intelectual, captação de recursos e acesso a mecanismos de financiamento, apoio ao e-business e aspectos relacionados a tecnologias de comunicação e informação, acesso e comercialização de produtos e serviços no mercado doméstico e externo, incluindo apoio à exportação e busca de parceiros no exterior (ANPROTEC e SEBRAE, 2002; EUROPEAN COMMISSION, 2002; HACKETT e DILTS, 2004; CELTA, 2007).

As Incubadoras evoluíram de um processo linear de incubação, com tipos de apoio e fases rígidas como pré-incubação, incubação e pós-graduação, para modelos híbridos de incubação, muito mais complexos e com formas múltiplas de interação com as empresas apoiadas, ficando apenas a proposta de que são entidades que tem por objetivo oferecer suporte à empreendedores, para que eles possam desenvolver ideias inovadoras e transformá-las em empreendimentos de sucesso. (ARANHA, 2016). O importante é transformar em negócio a tecnologia gerada nas ICT's, através de um processo de gestão, ofertando apoio gerencial, serviços de orientação/consultoria, assessoria e qualificação, visando ampliar a probabilidade do sucesso do negócio, com o estímulo ao empreendedorismo.

As Incubadoras auxiliam no desenvolvimento de novas ideias e, através da TT, na consolidação ou surgimento de novos empreendimentos no País, ajudando a aumentar não só o número de empregos, como a qualidade do que é produzido no Brasil. Incubadora de Empresas devem, portanto, apoiar Empresas Inovadoras, Spin-offs e Start-ups.

7. Spin-offs

De origem inglesa o termo “spin-off” refere-se tanto ao resultado como ao processo que gera esse resultado. A spin-offs acaba representando uma nova empresa composta de empreendedores e tecnologias que se originam na empresa ou organização mãe. (FILION, LUC; FORTIN, 2003; MEYER, 2003; PIRNAY, SURLEMONT; NLEMVO, 2003).

Chama-se spin-offs universitário ou spin-offs acadêmicos aquelas cuja organização mãe é uma Universidade ou ICT. Delas surgem os empreendedores sejam eles, estudantes de graduação ou pós-graduação ou professores e pesquisadores. (PIRNAY, SURLEMONT; NLEMVO, 2003; SHANE, 2004). Mas, é possível que a spin-off acadêmica seja criada por um empreendedor externo, tendo a ICT o papel de Transferência de Tecnologia e de apoio na criação da nova empresa. (RADOSEVICH, 1995).

A organização-mãe, o empreendedor e a tecnologia compõem os três principais componentes que atuam na geração de spin-off universitário (BORGES, 2010). A Transferência de Tecnologia, contudo, é o ponto fundamental de uma spin-offs acadêmica, independente do deslocamento de pessoas. (O'SHEA et al. 2007). Até porque pessoas da academia tem pouca experiência em gerir negócios. (LEITCH; HARRISON, 2005).

No Brasil, um dos principais instrumentos de suporte das universidades à geração de

spin-offs são as incubadoras de empresas, onde se concentram vários serviços de apoio (VERSIANI; GUIMARÃES, 2003, 2006; WOLFFENBÜTTEL, FRACASSO; BIGNETTI, 2004). A estrutura de apoio oferecido pelas universidades, especialmente pelas incubadoras nelas instaladas, varia muito. Algumas instituições oferecem apenas serviços básicos, enquanto outras oferecem apoio mais bem estruturado, que inclui acompanhamento por um longo período e ajuda na comercialização e financiamento do novo negócio (CLARYSSE. et al. 2005).

A ajuda na comercialização e no negócio é fundamental na sobrevivência das spin-offs. Exemplo disso são as startups, empresas que nascem baseadas em processos de Transferência de Tecnologia da área da tecnologia da informação, normalmente oriundas das ICMS e que não sobrevivem no mercado por falta do empreendedor e não da startup, como destaca Hashimoto (2016). Um pouco sobre startups é o que veremos na seção seguinte.

8. Startup

Uma startup é uma empresa que nasce de um negócio inovador baseado num diferencial tecnológico ou buscando a solução de um problema social ou ambiental. A startup geralmente começa apenas com uma ideia criativa, embrionária ou ainda em fase de constituição, ligada à pesquisa ou desenvolvimento, e que precisa de clientes. Em sua fase inicial, startups buscam modelos de negócios, enquanto as empresas existentes já executam esses modelos. (ARANHA, 2016)

As startups, portanto, visam transformar o conhecimento em valor para o cliente, seja sob a forma de produto ou serviço, e crescer enquanto negócio sustentável, repetível e escalável, atuando em diversos ramos de atividade (ANPROTEC, 2016; BLANK e DORF, 2012; RIES, 2012).

Para o especialista Startup Gitahy (2011), startup é um modelo de empresa jovem em fase de construção de seus projetos, que está vinculada fortemente à pesquisa, investigação e desenvolvimento de ideias inovadoras, no qual se encontra um grupo de pessoas à procura de um modelo de negócios repetível e escalável, trabalhando em condições de extrema incerteza. Segundo Victorazzo et al., (2014) os investidores aplicam seus recursos financeiros em startups, para que estas possam utilizar-se de tecnologia, flexibilidade e infraestrutura, com o objetivo de atingir a escalabilidade.

Conforme Gitahy (2011) a partir de 1990 começou a se popularizar o conceito “startup” em empreendedorismo, quando surgiu a “bolha” da internet nos Estados Unidos. Entretanto, somente no período de 1999 a 2001 foi que o termo começou a ser difundido no Brasil.

Dessa data em diante, parcerias com startups vem ajudando a melhorar a eficiência de grandes empresas no Brasil, como é o caso da Votorantim, Saint-Gobain, Gol, TIM, Renault e Visa. Através da inovação aberta e ampliando o ecossistema empreendedor popularizou-se a parceria com empresas iniciantes. A Votorantim, por exemplo, promoveu em 2017, o 1º Ciclo Open Innovation com sete desafios voltados para a indústria 4.0, com a participação de 107 startups, das quais 12 foram selecionadas e 07 avançaram no processo com mentoria. (MAHLMESITER, 2018).

Uma das maiores produtoras agrícolas brasileiras lançou no último dia 09 de abril um programa de conexão com startups objetivando otimizar e aprimorar processos internos com a ajuda da tecnologia. Depois de pesquisar as melhores experiências de mercado e as

melhores formas de ter contato com as startups, a SLC agrícola lançou um desafio para: rastreamento de cargas de algodão; gestão de informações sobre clima e outros fatores com impacto na produtividade agrícola; monitoramento das culturas de forma automática; análise de teores de nutrientes no solo; gestão de aplicações terrestres de defensivos agrícolas, identificação de avarias em grãos; identificação de contaminantes; e até conferência automática de relatórios de conciliação fiscal e contábil. (STARTSE, 2018)

As startups que atingem valor de mercado de US\$ 1 bilhão são chamadas de unicórnios e no Brasil já temos 07 startups unicórnios. Em um ecossistema em torno de 06 mil startups o estado de Santa Catarina é o estado com maior densidade (procurar matéria). No entanto, o Ceará registra um crescimento de 36% na criação de novas startups e alguma delas tem se colocado entre as startups mais inovadoras no Brasil, nos últimos 20 anos, como é o caso da RapaduraValley (SEGALA, 2019). Por ocasião de um dos Programas de startups que estão consolidando no País, no caso um Demo Day “evento de um dia para demonstração, exposição e apresentação de startups a investidores” (ARANHA, 2016), promovido pelo Governo do Estado do Ceará no último dia 13 de abril, a startup Smart Health uma das cinco que representou a cidade de Sobral no Evento, recebeu menção honrosa.

Todos esses fatores geraram a motivação para se trabalhar com estratégia diferenciada de Transferência de Tecnologia na INCUBA.LF.

9. Análise

A etapa da análise de dados foi feita a partir do registro das diversas ações de Transferência de Tecnologia. Por sua vez, essas ações foram impulsionadas pelo referencial teórico e documental, anteriormente referido, pelas oportunidades das ofertas de tecnologias existentes nas ICTs locais e pela demanda identificadas nas empresas do território.

Dos Mecanismos de Inovação estudados, optou-se pelo conceito mais moderno de Incubadora, esquecendo-se as fases rígidas de pré-incubação, incubação e pós-graduação e trabalhando-se com diversas formas de interação com empresas ou potenciais empreendimentos tendo como propósito único transformar ideias inovadoras em negócios de sucesso.

Os primeiros registros da Incubadora da Faculdade Luciano Feijão, que começou a funcionar em 2014, filiando-se à Rede de Incubadoras de Empresas do Ceará – RIC, em 2015, já apresentavam proposta de parceria com as demais Instituições de Ciência e Tecnologia de Sobral e definiam os seguintes objetivos:

“... I- Criar condições favoráveis para o desenvolvimento de projetos emergentes de empresas de setores tradicionais da economia, de empresas de base tecnológica, ou capazes de revitalizar comunidades tradicionais; II - Contribuir para a melhoria do nível de especialização dos profissionais das empresas ou das comunidades com projetos incubados; III- Oferecer apoio para os empreendimentos incubados através de orientação/ consultoria, assessoria e qualificação para ampliar a probabilidade de sucesso do negócio com o estímulo ao empreendedorismo; IV - Apoiar os empreendimentos de forma estratégica durante os primeiros anos de

existência; V - Possibilitar aos empreendimentos pré-incubados, Incubados, Graduados e Associados, Residentes ou Não-Residentes conforme definidos no Regimento Interno, o uso dos serviços e de toda a infraestrutura oferecidos pela Incubadora, bem como a participação em eventos realizados pela mesma, através de contratos firmados entre as partes; VI - Buscar para as empresas e comunidades o acesso às inovações, estimulando o associativismo entre elas e o contato com os parceiros e outros órgãos que apoiam a Incubadora, aproximando-as de seus segmentos de mercado; VI - Contribuir para o desenvolvimento econômico e social da cidade de Sobral e da Região, através do aumento da competitividade das empresas beneficiadas e da revitalização das comunidades tradicionais” (MOTA, RIBEIRO & SILVA, 2016).

Uma das primeiras ações registradas da INCUBA.LF iniciou-se a partir de um diagnóstico baseado na metodologia Centro de Referência para Apoio a Novos Empreendimentos – CERNE, criada pela Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores - ANPROTEC em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. De acordo com referida metodologia as empresas eram abordadas a partir de 05 (cinco) eixos norteadores, quais sejam: empreendedor, tecnologia, capital, mercado e gestão. Como consequência do diagnóstico expunha-se na empresa uma devolutiva com proposta de ações em cada um dos eixos analisados. Ratificou-se a necessidade da parceria com as demais ICTs para solução dos problemas identificados, recebendo a Incubadora a denominação de Incubadora de Empresas Compartilhada – INCUBA.LF e passou-se a trabalhar, efetivamente, com as demais ICTs do Município.

Para a melhor consecução dos objetivos, com o apoio da RIC, a INCUBA.LF promoveu investimentos em formação de recursos humanos no segmento empresarial e nas ICTs parceiras, visando aprimorar o processo de Transferência de Tecnologia e inovação. Mostram os registros que, também, como forma de estimular o processo de Transferência de Tecnologia, e com a parceria do Núcleo de Inovação Tecnológica - NIT da Faculdade Luciano Feijão, a INCUBA.LF vem, desde 2016, enviando, sistematicamente, para empresas e pesquisadores com os quais compartilha ações, matérias estimulando o processo de inovação. Gradativamente vem ganhando a confiança do empresariado local, inclusive, por apresentar tecnologias passíveis de serem transferidas em linguagem comercial, bem como fontes de financiamento que viabilizam o processo de Transferência de Tecnologia. A primeira ação através de uma Vitrine Tecnológica (<http://redenit.com.br/vitrinevirtual/>) e a segunda através de Boletins mensais divulgados com os principais interessados e disponíveis na página da Faculdade (<https://flucianofejiao.com.br/novo/nit/>).

Na linha do apoio à mecanismos de financiamento mostram os registros a ação de prestação de serviços da INCUBA.LF submetendo projetos empresarias à Editais públicos. Recentemente, os que fazem a gestão da Incubadora perceberam a importância de atuarem com dois segmentos promissores no tocante à inovação: as spin-offs e as startups. Dessa forma, aproximaram-se das Empresas Juniores, convidando-as, inicialmente, para vivenciarem as experiências de Transferência de Tecnologia da INCUBA.LF, como forma de estimular o surgimento de spin-offs.

Aos mesmos estudantes vem disponibilizando informações especializadas, através de uma biblioteca física e virtual, sobre tecnologias e processo de gestão inovadores.

Também com a parceria das Empresas Juniores, a INCUBA.LF iniciou um programa de formação especializada “Academia de Startup” que visa transformar ideias em negócios inovadores, através de uma proposta imersiva das principais técnicas para modelagens de negócios. Os registros mostram, também, que reforço aos novos negócios é oferecido através de uma parceria da INCUBA.LF com o Ministério da Educação e Cultura e o SEBRAE.

A mais recente experiência com startups está sendo vivenciada por estudantes de duas ICTs de Sobral, a Faculdade Luciano Feijão e a Universidade Federal do Ceará – Campus de Sobral, com integrantes das Empresas Juniores. A exemplo de empresas brasileiras que vem realizando conexão com startups, a INCUBA.LF retomou o diagnóstico na metodologia CERNE, em algumas empresas que já são clientes da Incubadora e em algumas startups, participantes de programas de Governo, entre elas a que recentemente recebeu Menção Honrosa no Demoday, conforme anteriormente citado. A proposta é solucionar ou melhorar processos das empresas atendidas pela Incubadora, a partir do diagnóstico, com a ajuda da tecnologia das startups. Por outro lado, a INCUBA.LF deverá contribuir com as startups, também, a partir do diagnóstico, solucionando as dificuldades que forem identificadas, sejam elas gestão empresarial, marketing, assistência jurídica, captação de recursos, acesso a mecanismo de financiamento, entre outras.

Os diversos instrumentos, anteriormente citados, que vem sendo utilizados pela INCUBA.LF no processo de Transferência de Tecnologia já apresentam resultados que são registrados na seção seguinte.

10. Resultados

Desde o início do seu funcionamento, a INCUBA.LF vem cumprindo com os objetivos a que se propôs e apresentando resultados promissores. Ainda em abril de 2015, uma atuação na Comunidade de São Domingos, Sobral, foi capaz de dinamizar um setor tradicional da economia do semiárido, o leite de cabra. A partir de prospecção pela equipe da INCUBA.LF, visitando comunidades que trabalham com culturas tradicionais, foi possível discutir e implementar projetos inovadores, com o apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus de Sobral - IFCe, como o aproveitamento do leite de cabra para a fabricação de sorvetes, doces e iogurtes, até então consumido apenas in natura.

Outro resultado bastante satisfatório foi fruto do diagnóstico com a metodologia CERNE aplicado em doze empresas dos setores de indústria, comércio e serviço quando, através das devolutivas, foi possível oferecer apoio de consultoria e formação de recursos humanos, para que os empreendimentos, associados à Incubadora, inovassem nas áreas tecnológica, de produto e processo, de marketing e organizacional.

Os resultados da cultura da inovação vêm avançando, tanto é que a INCUBA-LF tem conseguido, através da mobilização de ICTs e empresas submeter e captar com êxito recursos de fomento através de Editais públicos.

Setores tradicionais da economia sobralense também são objeto de atenção da INCUBA.LF. Por essa razão, a Incubadora vem trabalhando com empresas que beneficiam a palha da carnaúba, palmeira nativa da região. A fabricação de chapéu de palha de carnaúba emprega inúmeras pessoas. No entanto, o processo de fabricação e embalagem é totalmente artesanal. Esforços da UFC e IFCe, Campus de Sobral, na área de automação e reconhecimento de

imagem estão sendo desenvolvidos em parceria com duas empresas do Município, associadas à Incubadora.

Embora não se tenha ainda nenhum spin-off para apresentar como resultado, o número de estudantes universitários em que se tem investido em formação empreendedora e possibilitado o acesso às Vitrines Tecnológicas, permite inferir que, muito breve a INCUBA.LF poderá estar apontando vitórias fruto desse esforço.

O número de empresas que se associam à referida Incubadora mais que duplicou em relação ao ano de 2016, totalizando vinte e três, incluindo-se startups. Esse resultado vai além do quantitativo. Apresenta uma informação qualitativa, quando se sabe que foi incontestável a receptividade para o projeto piloto de conexão empresa-startup, que deverá ir à campo em maio próximo, reunindo oito empresas, sendo seis associadas à INCUBA.LF e duas que pretendem se associar.

Dessa forma, com tantos aspectos positivos em termos de uma ação moderna e compartilhada de incubação de ideias é possível concluir, refletindo-se como avançar e que políticas se fazem necessárias ao referido avanço. É o que se pretende na seção seguinte.

11. Conclusões

De todo exposto conclui-se que é necessário trabalhar com um conceito moderno de incubação que considere a cultura participativa, a economia colaborativa, com o objetivo de compartilhar ideias, ferramentas e conhecimentos.

É fundamental encorajar os empreendedores e futuros homens de negócios a colocar a “mão na massa”, usando a metodologia Do It Yourself – DIY. Assim, spin-offs terão estabilidade no mercado.

A ideia de empresários já consagrados e com experiências serem estimulados a contribuir para o desenvolvimento de novos negócios através do compartilhamento de conhecimentos e experiências vividas em sua trajetória empreendedora é um avanço que os processos de incubação modernos devem incorporar, inclusive a própria INCUBA.LF. Da mesma forma, promover oficinas de criatividade a partir de tecnologias expostas em Vitrines Tecnológicas das ICTs é outro avanço que deve ser perseguido. Com empresários já estabelecidos, utilizar ferramentas para recriar seu próprio negócio, em parceria com pesquisadores universitários deve tornar-se uma sistemática nos processos de incubação.

Gestão de Negócios integrada à tecnologia com visão do consumidor presente e futuro é outra proposta de oficina que pode vir a ser trabalhada por Incubadoras modernas. Finalmente, apoiar ambientes inovadores que sejam capazes de fomentar o surgimento e a consolidação de empresas inovadoras, que se baseiam em diferenciais tecnológicos ou buscam a solução de problemas ou desafios sociais e ambientais torna-se fundamental e deve ser objeto de políticas públicas.

No Brasil está em consulta pública um Termo de Referência do Programa Nacional de Apoio aos Ambientes Inovadores, criado em função do Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, conforme Decreto 9.283, de 07 de fevereiro de 2018, que visa alcançar todos os ambientes promotores da inovação do País. No referido Termo de Referência, Incubadora de Empresas são vistas como estruturas que objetivam estimular ou prestar apoio logístico, gerencial e tecnológico a qualquer empreendimento, cujo diferencial seja a inovação. Conclui-se, ressaltando que, há muito a se fazer para se vencer as barreiras à transferência de tecnologia e a geração da inovação. No entanto, é importante não perder de

vista, que a inovação é localizada e trabalhar de uma forma capaz de fortalecer todo ecossistema inovador.

12. Referências

- Aranha, J. A. S. (2016). Mecanismos de geração de empreendimentos inovadores: mudança na organização e na dinâmica dos ambientes e o surgimento de novos atores. Brasília, DF. ANPROTEC.
- Bekkers, R.; Freitas, I. M. B. (2008). Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter? *Research Policy*, v. 37, p. 1837-1853.
- Borges, C. (2010). Os spin-offs universitários e seus componentes principais. In: GIMENEZ, F.A.P.; FERREIRA, J.M.; RAMOS, S.C. (Orgs.). Empreendedorismo e estratégia de empresas de pequeno porte. Curitiba: Champagnat, p. 9- 16.
- Capart, G.; Sandelin, J. (2004). Models of, and missions for, transfer offices from public research organizations Disponível em: <http://otl.stanford.edu/documents/JSMissionsModelsPaper-1.pdf/>.
- Clarysse, B. et al. (2005). Spinning out new ventures: a typology of incubation strategies from European research institutions. *Journal of Business Venturing*, v. 20, n. 2, p. 183-216, 2.
- Cohen, H.; Keller, S.; Streeter, D. in Burgelman, R.; Christensen, C.; Wheelwright, (2009). *S.Strategic Management of Technology and Innovation*. 5 ed. New York: MCGraw-Hill Irwin., cap. 738-746.
- Closs, Lisiane et al.(2012). Intervenientes na transferência de tecnologia universidade-empresa: o caso PUCRS. *RAC- Revista de Administração Contemporânea*, v. 16, n. 1.
- Dias, Alexandre Aparecido; PORTO, Geciane Silveira. (2013). Technology transfer management at in ova Unicamp. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 17, n. 3, p. 263-284.
- Filion, L. J; Luc, D; Fortin, P.-A.(2003). *L'essaimage d'entreprises - Vers de nouvelles pratiques entrepreneuriales*. Montreal: Les Éditions Transcontinental.
- Garnica, Leonardo Augusto et al. (2009). Gestão de tecnologia em universidades: uma análise do patenteamento e dos fatores de dificuldade e de apoio à transferência de tecnologia no Estado de São Paulo. *Gestão & Produção*, v. 16, n. 4, p. 624-638.
- Hashimoto, Marcos. (2019). O que fracassa não é o negócio, é o empreendedor. *Pequenas Empresas & Grandes Negócios*. Disponível em: <http://revistapegn.globo.com/Revista/Common/0,,EMI334120-17141,00-O+QUE+FRACASSA+NAO+E+O+NEGOCIO+E+O+EMPREENDEDOR.html>.
- Leitch, C. M.; Harrison, R. T. (2005). Maximising the potential of university spin-outs: the development of second- order commercialization activities. *R&D Management*, v. 35, n. 3, p. 257-272.
- Löf, H.; Broström, A. (2008). Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness? *The Journal of Technology Transfer*, v. 33, p. 73-90.
- Meyer, M. (2003). Academic entrepreneurs or entrepreneurial academics? Researchbased ventures and public support mechanisms. *R & D Management*, v. 33, n. 2, p. 107-115.
- Mota, T. L. N. G., Ribeiro, Z. M. O. B., Silva, A. L., (2016). Capítulo 37: Estudo de caso – Incuba.LF – Incubadora de Gestão e seu diferencial. Vinculación de las universidades con los sectores productivos Casos en Iberoamérica Coordinadores: Celso Garrido Noguera Domingo García Pérez de Lema ISBN: 978-607-8066-26-1 Volumen 2 “Casos de otras dimensiones de la vinculación”.
- O’shea, R. P. et al. (2007). Delineating the anatomy of an entrepreneurial university: The Massachusetts Institute of Technology experience. *R&D Management*, v. 37, p. 1-16.
- Pirnay, F.; Surlemont, B.; Nlemvo, F. (2003). Toward a typology of university spinoffs. *Small Business Economics*, v. 21, n. 4, p. 355-369.
- Radosevich, R. (1995). A model for entrepreneurial spin-offs from public technology sources. *International Journal of Technology Management*, v. 10, n. 7-8, p. 879- 893.
- Shane, S. (2004). *Academic entrepreneurship: university spinoffs and wealth creation*. Cheltenham: Elgar.
- Segala, M. (2019). Rapadura valley. Polos de empreendedorismo que ganham força no brasil. Disponível em: <https://revistapegn.globo.com/Startups/noticia/2019/01/rapadura-valley-5-polos-de-empendedorismo-que-ganham-forca-no-brasil.html>.
- Startse. (2019). SLC. Agrícola lança programa de conexão com startups. Disponível em: <https://www.startse.com/noticia/conteudo-patrocinado/63036/slc-agricola-lanca-programa-de-conexao-com-startups>.
- Takahashi, V. P. (2005). Transferência de conhecimento tecnológico: estudo de múltiplos casos na indústria farmacêutica. *Gestão & Produção*, v. 12, p. 255-269.

- Tidd, J.; Bessant, J.; Pavitt, K. (2008). *Gestão da inovação*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Thiollent, Michel. (1985). *Metodologia da Pesquisa - ação*: Coleção "Temas básicos de ...", T. Cortez Editora. São Paulo.
- Tigre, P. B. (2006). *Gestão da inovação: a economia da tecnologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier, 282.
- Versiani, A.; Guimaraes, L. (2003). Aprendendo a estruturar um novo negócio - o papel das incubadoras na constituição das pequenas empresas de base tecnológica. In: encontro da associação nacional de pós-graduação e pesquisa em administração, 27. 2003, Atibaia. Anais... Atibaia [s.n.t.].

The performance of the technology transfer's office of ceará in light of the effectiveness of its technology transfer processes

Roberta Dutra de Andrade
Universidade Federal do Ceará, campus Quixadá,
Brazil robertadutraandrade@gmail.com

Elda Fontinele Tahim
Universidade Estadual do Ceará, PPGA, Brazil
fontineletahim@gmail.com

Emiliano Sousa Pontes
Universidade Federal do Ceará, PPAC, Brazil
emipontes@gmail.com

Gisele Aparecida Chaves Antenor
Universidade Estadual do Ceará, PPGA,
Brazil giseleantenor@gmail.com

Fabiola Gomes Farias
Universidade Estadual do Ceará, PPGA, Brazil
fariasgfabiola@gmail.com

Abstract

Considering relations between universities and productive sector, the Technology Transfer Offices (TTOs) play a fundamental role in fostering innovation and in the process of technology transfer (TT), since they are responsible for studies of technological prospecting and competitive intelligence and their protection in the field of intellectual property (IP). The present study has the objective of identifying the effectiveness of TT processes as a measure for the performance of Ceará's Science and Technology Institutions (STIs) TTOs in the light of the analysis of their technology, innovation promotion policies and intellectual property protection. It regards qualitative, exploratory-descriptive research, with a multiple case study method. The data collection was done through documentary research and semi-structured interviews with three groups of actors who have already participated in TT processes: researchers, TTO managers, and company managers. Through the triangulation of data, the results show that these institutions do not yet have adequate adherence to the models of business innovation management used by the local productive sector and lack bidirectional planning. Despite the advancement of the scope and quality of services offered by TTOs and the amounts of technology contracts, there has been an extensive effort to improve the communication channels and to promote innovation. With the identification of factors that contribute to and hamper the promotion of change in the Ceará' scenario, the characteristics that group STIs in different stages of maturation were detected.

Keywords

Performance. Technology Transfer. Intellectual Property.

1. Introduction

The relationship between universities and companies (U-C) has amplified higher partnerships in between government, university and industry to increase the indexes of generation and transfer of scientific knowledge (Baldini, Borgonhoni, 2007). The university began to assume an increasingly important role in the socioeconomic context, contributing with technological changes that can positively affect the richness of the nations (Dagnino, 2008; Kenney; Mowery, 2014; Gimenez; Bonacelli, 2013).

Need to highlight the triple-helix model proposed by Etzkowitz and Leydesdorff (2000), as one of the most referenced ones for the different agents of the process of generation, diffusion of knowledge, innovation, and transfer of technologies necessary for the development of society where the government has a fundamental role as a catalyst (Closs; Ferreira, 2012).

In the academic revolutions context and the constant need to adapt universities and research centers, the social mission of the Science and Technology Institutions (STIs) began to cover physical and intangible elements in the economic, legal and ethical fields of their strategies. A higher goal to generate benefits for society and strengthen institutional commitment through policies and activities that positively affect the internal public, community, and all stakeholders.

In the face of the U-C relationship, the Technology Transfer Offices (TTOs) play a crucial role in fostering innovation and in the process of technology transfer (TT), since they are responsible for technological prospecting and competitive intelligence and their protection in the field of intellectual property (IP). Brazilian TTOs models still have inefficiencies to be solved, and their processes are not entirely replicable (Dias; Porto, 2013).

At the same time, the TT process becomes necessary for the industry to make advances in industrialization and competitiveness. To Philbin (2008) and Malik et al. (2011) cooperation could provide knowledge improvements and academic experiences, by following the quick technologies' changes and integrating new products into their portfolios. On the other hand, universities could access to different funding sources and a better understanding of current strategies and future ideas of companies.

According to Torkomian (2009), only 18% of Brazilian TTOs are located in the Northeast region, mostly linked to universities and with lots of problems to be. In an attempt to overcome obstacles, TTOs tend to group in networks to be more effective in their actions. Since 2010, Ceará' TTOs, have been grouped on REDENIT, which has made significant advances in the state's innovation scenario, as well as stimulating the emergence of new TTOs, helping to structure and strengthen it through the foment of good practices in partnership with stakeholders (Silva, 2016).

Regarding the maturity level pointed by Silva (2016), only 20% of Ceará' TTOs present high development referring to structural and institutional aspects. Among the various bottlenecks, the lack of actions' effectiveness, characterized by the absence of administrative and financial autonomy and the lack of institutional regulation by STIs, reflecting the breadth of her activities and decision-making process.

The question is: how effective are technology transfer mechanisms for the promotion of innovation, protection of intellectual property and the increase of technology contracts of Ceará's STIs managed by their TTOs? And, what is the performance of Ceará TTOs in this TT' process?

The main objective is to identify the effectiveness of TT processes as a measure for the TTOs performance in light of the analysis of their technology contracts and IP promotion policies. To accomplish it, we seek to: recognize the characteristics of STIs by identifying their

strategies for promoting innovation, IP and technology transfer; to verify the TTOs' performance in Ceará, comparing indicators of activities developed, objects of IP protection and technology contract' amounts; and characterize the strategies and mechanisms of TT and IP' effectiveness.

Is expected to contribute to the theoretical advance towards the model's construction for measuring TTOs performance considering the three main stakeholder groups involved' visions: TTOs and companies' managers and researchers.

2. Technology transfer offices and technology transfer process

On the primary sources of innovation by Vasconcelos (2002) pointed out the importance of technology acquisition through contracts between industries and universities, highlighting the fundamental role of research institutes to help companies to detect, select, negotiate and implement technological opportunities. Faced with the new universities' tasks, TTOs emerging to support technology management and strategies. Their essential roles are: to support the development of technological practices and marketing sites; to facilitate the market' introduction of new or improved technologies to optimize the production process, reducing costs and improving the quality and favoring the creation of new businesses with reduced risks provided by the technical and scientific opportunities coming from the universities. In this scenario, the role of TTOs is discussed in light of their collaborative tools for closer relations between U-C (Santos, 2008). For Siegel et al. (2003), the TT process usually follows essential internal rites where a researcher communicate a scientific discovery, TTO evaluates patenting viability and then, the patent can be requested from the National Institute of Intellectual Property - INPI. With the copyright in hand, the TTO should seek ways to license it. As the TT process depends to a great extent on the actual performance of the TTOs, they are expected to perform functions beyond those already predicted, promoting the creation of an environment conducive to TT and IP protection in their respective STIs (Santos; Toledo; Lotufo, 2009).

The speed with which TTOs were structured in Brazil, according to Costa (2013), ended up hampering their performance since, in many cases, there was not enough time for the elaboration of clear objectives, concrete and prioritization criteria, besides the already existing bureaucracy in universities and research institutes. In a relevant percentage of Brazilian TTOs, the structuring was commanded by professionals from other areas and without any action with the particularities of a TTO, creating a bottleneck between the needs of the organ and the qualification of the professionals that lead it.

Along the maturing path of TT processes, some barriers to cooperation between academia and the productive sector are verified, such as the lack of regulation of each STI, the length of project time and its degree of uncertainty, and the excess of bureaucracy in academic structures. Aware that it is of no use that the production of innovations by STIs if they do not leave their counterparts towards productive environments that can take them to the consumer market, the legal changes approved in 2016 promoted the increase of the minimum competencies of TTOs, so that these could, in fact, foster this migration of technology developed in STIs through transfer contracts.

Such contracts usually comprise (a) acquisition of knowledge through the provision of technology and provision of technical and scientific assistance services, (b) patent rights license or use of trademarks and (c) franchise agreements. At this point, the law also allows the

TTO to act as a negotiator of STI in the mediation of intellectual property rights, through financial compensation or not, so that there is no harm to any of those involved (Marinho, Corrêa, 2016; Segatto- Mendes; Sbragia, 2002).

From this perspective, Table 1 shows the relationship between the main critical factors and challenges for TTOs related to TT.

Table 1 - Critical factors for technology transfer

ASPECTS	AUTHORS
<ul style="list-style-type: none"> - Institutional policies and norms; - Norms' institutionalization; - Established mission; - Legal model; - Management practices and identification of outstanding elements in the process of technology transfer; - Financial autonomy; - Networks development between researchers, entrepreneurs and technology managers; - University employees' high level of commitment to developing interaction; - The existence of technology transfer agents and offices (TTO); - Intellectual protection structure and organization; - Processes standardization; - Selection and qualification of technology managers capable of mediating relationships and playing critical roles; 	Santos; Toledo; Lotufo, 2009.
<ul style="list-style-type: none"> - Management skills; - Transfer modes; - The absorption capacity of the receiving company. 	Takahashi; Sacomano, 2009.
CHALLENGES	AUTHORS
<ul style="list-style-type: none"> - International Technology Protection; - Marketing of university technology; - Delayed internal procedures for universities; - Need to raise awareness in other sectors of the university; - Human resources management; 	Garnica, Torkomian, 2009.
<ul style="list-style-type: none"> - Bureaucracy; - Publicity of information by the university / TTOs/ companies; - Access to information; - Human resources management. 	Silva, Mazalli, 2011.

Source: Prepared by the authors

Factors raised by the authors can be considered as fundamental premises for the existence and functioning of TTOs, according to the law that establishes them. Although they are necessary conditions of structuring, determinant for the success or failure of the market interaction and technology transfer efforts (Garnica; Torkomian, 2009; Santos; Toledo; Lotufo, 2009). Also, which in some measure determine the degree of maturity among TTOs, there are still challenges to be overcome even by TTOs considered mature.

An important aspect is the high turnover of professionals in TTOs, mainly due to the contracting model, based on temporary contracts or internships. The search for the establishment of these human resources fundamental for the continuity of actions has been done through hiring by public tenders, in the cases of public STIs (Santos; Toledo; Lotufo, 2009). Other critical factors for the success of the negotiations are the identification of suitable business partners for the licensing of patents or the realization of joint R&D, communication and valuation of technology with reliable methodologies (Garnica; Torkomian, 2009). Without waiting to exhaust the challenges, but to list those more recurrent in the literature, it is still possible to highlight the slow pace of internal procedures and the need to sensitize other sectors of the university, which sometimes prevents the continuity of successful partnerships and transfers.

Based on the recognition by the government of the need to change some points in the innovation-related legislation to reduce bureaucracy and reduce legal obstacles and give greater flexibility to the actors of the National Innovation Systems (NIS) in January 2016 Law 13.243 / 2016, known as the new legal framework for innovation or a unique code for science, technology and innovation, was enacted.

The new legal framework focuses on strengthening national research and production, particularly the promotion of supportive environments for scientific, technological and innovative products in the country. A great deal of attention has been given to the establishment of mechanisms that can encourage and give greater legal certainty to the interaction between STIs, productive sector and the agents that intermediate this relationship: support institutions and TTOs (Rauen, 2016).

Among the changes proposed in the new code are: minimization of barriers to the importation of inputs to be used in R&D, formalization of far-reaching innovation stimulus grants, formalization of private STIs and expansion of TTOs functions, including the possibility of supporting foundations play this role (Rauen, 2016; Marinho, Corrêa, 2016). Among the changes with the most significant impact are: change in the concept of STI, the possibility of sharing and permission to use its facilities, the provision of technological services, partnerships agreements in innovative activities, resources to cover operational expenses and in the attributions of TTOs.

The new legislation added the figure of private STI, a private non-profit legal entity, disciplined the counterparts of public STIs, extended the possibility of sharing and permission to use public STI facilities for financial or non-financial colleagues. Formalized the feasibility of financial contributions from support foundations, did not restrict sharing only to micro and small businesses and added individuals, extended the incubation for other STIs as well, in addition to the companies already planned. It also inserted the concept of intellectual capital among the permits for innovation projects and maintained the requirement of equal opportunities for companies and institutions interested in sharing public STIs (Rauen, 2016).

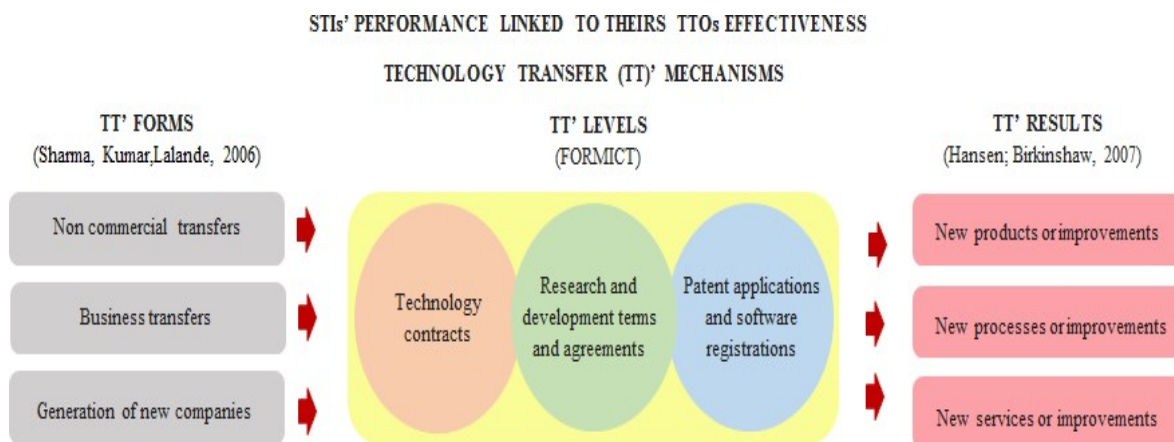
The main change in the provision of technological services is the type of service rendered, which becomes technical-specialized and the formalization of financial counterparts through support foundations. In the comparison of partnership agreements in innovative activities, there was the inclusion of services that gave students the possibility of participating in innovation projects and gave the STI perspective to assign the intellectual property rights to the partners (Rauen, 2016;). On the TTOs theme, the new framework allowed them to have their legal personality and that these could be taken over by foundations of support, conferred new powers and empowered its manager to represent the public STI in subjects related to its policy of innovation (Marinho, Corrêa, 2016).

Law 13.243 / 2016 brought significant changes that consisted in optimizing the process of technology management and transfer, as well as intellectual property, now with an expanded concept and with the elaboration and negotiation of technology contracts exercised by TTOs. The products with potential for innovation developed through partnerships also started to have differentiated treatment of consumer goods already consolidated in the market (Marinho, Corrêa, 2016).

Finally, knowing that the purpose of the productive sector is profit; it is imperative that ICTs develop technological prospecting and competitive intelligence efforts so that technology research and transfer contracts will be of benefit to both parties and that the results generated will serve their social mission and serve the best to the interests of society (Marinho, Corrêa, 2016).

The effectiveness of NITs is taken as a necessary measure of evaluation and is understood as their contribution to academic, economic and social development through the continuous implementation of mechanisms to promote innovation and technology transfer - TT of the institutions to which they are linked. A study model based on the criteria enumerated by FORMICT, the forms of TT proposed by Sharma, Kumar, and Lalande (2006) and the TT results postulated by Hansen and Birkinshaw (2007) is recommended, as shown by the figure 1.

Figure 1 - Study framework - Effectiveness of TTOs performance



3. Methodology

This study is classified as exploratory-descriptive research, with a qualitative approach and a multiple case study was carried out. The study objects were the 19 TTOs constituted in the STIs of the state of Ceará, in different levels of maturity (Silva, 2009), that had already made some effort of TT, besides the companies that had participated in the process of transference and the researchers-inventors of technologies.

Of the NITs in the state, 12 responded to the latest edition of the Form for information on the intellectual property policy of the Scientific and Technological Institutions of Brazil (FORMICT). Thus, the delimitation of the sample was determined by the survey of how many of the twelve NITs located in Ceará answered the last edition of FORMICT and attempted to do some formally established technology transfer process.

For the data collection, the sources of evidence of data highlighted by Yin (2005, p. 74) were considered: "documentation and records in archives, interviews, direct observations, participant observation, physical artifacts, and photographs." As for documentation and records in archives, the questionnaires answered annually by the TTOs and compiled by FORMICT. Copies of non-secretive technology transfer and research contracts were analyzed to describe the strategies of the institutions for innovation and to provide subsidies for to observe possible changes in their policies and the progress of the activities developed by TTOs.

Sixteen semi-structured interviews were also carried out, totaling approximately 22 hours of meetings: 5 researchers (R), 7 TTO' managers (TM) and four companies' managers (CM) mapping. Through the triangulation of data among the researched stakeholders, the institutional practices and their perceptions about the changes resulting from the new legislation, as well as to detect if these changes interfered in the companies' final result and the performance of the institutions.

Table 2 - Summary of the volume of data analyzed.

INSTITUTION	FORMICT	INTERVIEWS		
		TTO' MANAGERS	COMPANIES' MANAGERS	RESEARCHERS
CENTEC	3	0	0	0
EMBRAPA	0	1	0	2
IFCE	3	1	0	0
INSTITUTO ATLÂNTICO	2	1	0	0
NUTEC	3	2	1	1
PADETEC	0	1	0	0
SENAI-CE	1	0	0	0
UECE	3	1	2	1
UFC	0	0	1	1
UNIFOR	2	0	0	0
UNILAB		Unable to evaluate - Very recent TTOs		
URCA		Unable to evaluate - Very recent TTOs		
INTA		Unable to evaluate - no response		
UVA		Unable to evaluate - no response		

Source: Prepared by the authors

The analysis is structured into categories related to the three groups of respondents, namely: Regarding TTO, it is intended to understand: i. Institutionalization and operation of the TTO, which includes the existence of a policy or similar that establishes the management of the intellectual property of the institution and its norms, legal model, financial autonomy, human resources; ii. Processes, which include the organization of the structure of protection and transfer of technology, standardization of processes, management practices, marketing; iii. Collaborations with: (a) productive sector, as established partnerships, collaboration strategies among researchers, entrepreneurs and technology managers, perception of difficulty factors and stimulus to TT; the ability of companies to absorb technology; cooperation with external institutions and inherent expectations; (b) inventors, perception issues regarding access to TTO, support received in IP and TT protection processes. Part of this can be found in Silva's (2016) research, however, not addressing the TT process, which is the shortcoming of the present study.

The analysis of the data was done through the technique of content analysis (Bardin, 2011) through three stages: pre-analysis, analysis and exploration, and interpretation. In the pre-analysis stage, transcripts of the interviews were organized into thematic content sheets for

the investigation of the sense nucleus and subsequent recognition of agglomerations in themes. In the analysis and material exploration stage, we wanted to search for meaningful results by coding the lines organized in spreadsheets, sorting them and classifying them in: excerpts> central idea> category> theme.

Finally, we interpreted the data based on empirical materials and available theoretical references, seeking to establish relationships, verify contradictions and understand the phenomena of the research to find meaning in what the data treated revealed.

4. Results analysis

Among the 10 STIs studied, three are private, and seven are public. Regarding the time of existence and functioning of their respective TTOs, 4 have 1 to 3 years of activity, and six have worked for more than three years.

How many of its managers in public STIs, most of them have been formally linked to the STI for more than ten years and hold the position of researcher or effective teacher as TTO manager for three years or more. In private STIs, their managers have a history of passages more than once by the institution, totaling a minimum of 6 total years in STI in diverse functions and, on average, two years in the position of TTO manager.

4.1 Strategies for promoting innovation and protecting intellectual property

Regarding the critical factors along with the technology transfer processes pointed out in the literature (Santos, Toledo; Lotufo, 2009; Takahashi; Sarcomano, 2009), all the interviewees highlights could be checked on Table 3:

Table 3 - Results per TTOs critical factors for technology transfer in Ceará

Results per TTOs critical factors for technology transfer in Ceará		
Santos; Toledo; Lotufo, 2009.	Institutional policies and standards	Only Embrapa, UECE and IFCE, have policies that are formally completed, disclosed and fully implemented. NUTEC is in the process of updating its IP policy and, at the moment, it is not disclosed on the site. The other STIs have only informal parameters, and some of them are in the process of elaborating their policies;
	Institutionalization of norms	Most STIs do not yet have norms and policies, 6 of them follow already institutionalized processes of TT and IP protection;
	Mission established	All the STIs surveyed have established missions, since the TTOs in specific, do not have a specific mission. There is a tacit understanding that the role of a TTO is to develop regulatory policies for IP, to market and promote TT;
	Legal model	All public STIs have a private legal sector, commonly called a prosecution, which deals with matters related to legislation that do not have the skills to work with issues directly related to IP. The common practice is the hiring of external offices that provide specific legal advice to TTOs. For most public STIs, the use of this external consultancy is carried out via REDENIT through notices so that affiliated STIs can request services such as writing patents, software registrations, and international deposits. Some of these STIs do not even have this type of aid yet. Only Embrapa claimed to have a legal sector for internal TT issues.

Santos; Toledo; Lotufo, 2009.	Selection and qualification of TT managers capable of mediating relations and playing critical roles	Despite the fact that TMs have enough time to establish institutions, none of them judged themselves capable of valuing technologies and, in no small extent, also showed insecurity when negotiating assets of IP, and is limited to following the law nº 13.243 / 2016 art. 9th. The common practice among respondents is to allocate 1/3 for each party involved in the process of TT: STI, researcher, and company. All expressed discomfort to carry out these critical roles since they lack the training or market knowledge to carry out such negotiations or massive market approaches;
Santos; Toledo; Lotufo, 2009.	Management practices	<p>All TTOs implement to some extent many of the practices listed by FORMICT. Among the main ones are the follow up of orders and maintenance of IP titles.</p> <p>Regarding the maintenance of the institutional policy and incentive to IP protection, TTOs with more than three years of operation already provides standard contract models, terms for their researchers and partner companies, as well as promoting awareness of the internal body to the university regarding the importance of protection. About the dissemination of research results and creations developed within the framework of STI, there are different initiatives, such as newsletters, mailing list, and events of market approximation. STIs, in general, carry out some follow-up of the results of research projects and partnership agreements, although there is no specific index to classify the evolution of the projects, making it difficult to fully comply with timetables, in addition to the fact that a will necessarily produce a patent or software. Among the private STIs, all of them demonstrated the ability to receive demands from external researchers and inventors, and the free ones only the UECE. Most TTOs use events and capacities promoted by REDENIT to train and update their members.</p> <p>The relationship with the market is made preponderantly through the personal contacts of researchers and managers of TTOs. No STI has presented a database of possible companies that might be interested in their technologies. Contacts are often scarce and punctual, making it difficult to negotiate projects and IP assets;</p>
	Financial autonomy	No TTO, public or private, presented financial autonomy or outstanding budget. The only margin reported is the incentive linked to some research project that allows to make some purchase or contracting and, in the case of public STIs, linked to the law of bidding. Such limitations imposed by this law end up causing slowness to the processes of TT;
	Network development	A significant part of the TTOs are associated with REDENIT, adopt their practices and enjoy their network to benefit from the group's contact with the market to forge partnerships;
	High employee commitment	A common problem for all STIs revealed was the lack of staff of employees or employees effectively engaged and dedicated exclusively to TTO activities. The existence of scholars in this sector is dominant, causing the turnover rate to be quite high and knowledge is lost to each exchange of collaborators. The few STIs that manage to allocate employees are unable to do so in their entirety as these members accumulate functions;
	Existence of transfer agents	All STIs pointed to the existence of some sector or department with the main purpose of fostering innovation, TT and IP protection, some of them in the embryonic phase and some reported the existence of incubators and accelerators;
	Organization of the intellectual property structure	in some ways, each TTOs specialized in some specific area and, when within the same scope, try not to compete with each other. Such segmentations were never imposed nor formally instituted, emerged from the culture of each STI and the evolution of its expertise;
	Standardization of processes	Although NITs affirm that all its members would be able to carry out a cycle of technology transfer from start to finish, only Embrapa, UECE, UNIFOR and PADETEC presented structured and advertising processes;

Takahashi; Sacomano, 2009.	Management capacities	the most cited as basilar by the three groups studied were: technical knowledge, managerial practice, operational experience, and leadership capacity. All agreed that there is a long way to go by all actors involved in the process of maturity of approach and commitment among stakeholders;
	Modes of transfers	The most cited non-commercial transfers resulting from TT processes were scientific publications, participation in congresses and conferences, and networking expansion. For commercial assignments, collaborative research, technical services and consulting and licensing and sale of PI assets were mentioned, although few STIs in Ceará have reached this stage, and are still in R&D. In the generation of new companies, only UECE, Embrapa, IFCE, NUTEC, PADETEC, and UNIFOR were able to list spin-offs that reached the market;
	The absorption capacity of the company receiving the technology	It has been verified that there is a current attempt to approximate between STI x researcher x market for conversations and prior negotiations to formalize any R & D agreement precisely to avoid that the result from the academy is not in fully absorbed by the technology recipient.

Source: Prepared by the authors

This research findings related to the critical factors coincide with the literature and point out the lack of definition of specific strategies to make the work of TTOs more efficient, often generated by the lack of human, technological and / or financial resources, causing the slowness of responses to the demands of the productive sector and the low TT rate (Santos *et al.*, 2009).

Regarding recent changes in the national innovation support legislation cited by Rauen (2016), none of the groups interviewed showed effective changes, the STIs did not finalize their internal regulations, and legal uncertainty remains. In the tangent of the possibility of sharing and allowing the use of laboratories, equipment and facilities of STIs with the market, both groups: CMs and TMs point to the current economic conditions of the country as a major inhibiting factor. Other difficulties for STIs, in fact, to feel changes deriving from the new legal framework were: the shortage of public promotion notices and the complexity of accountability on the part of companies that adopted the benefits of the Information Technology Law.

About the possibility of greater involvement and dedication of the researchers to the R&D, some of them attribute to the stagnation of their activities to the economic factors and the delay of the STIs to conform to the new milestone and to formally regulate. Pointing to some cultural aspects as a significant obstacle to the adoption of improvements such as the lack of information from colleagues about the need to broaden the university-company relationship and even oppose this movement, in line with the findings of Cruz, Cavalcante, and Reis (2015).

4.2 STI' performance and effectiveness of its TT mechanisms

Regarding the formal modes and means of TT adopted by Ceará' STIs, according to the interviews (TM2,3,4,6,7 and R1,2,4,5), there is a tendency and willingness to cooperate between STI. There has not been a significant increase in the total amount of technology contracts in the last three years. Specially after the enactment of the new legal framework for science and technology, it was not possible to perceive any difference and added the fact that accounts in situations that fall under incentives such as computer law, lack of experience in relation to STIs, and excessive bureaucracy and slowness of processes to initiate a

collaborative R&D process.

Among the forms of TT pointed out by Sharma, Kumar, and Lalonde (2006) and used in our study model, the noncommercial transfers pointed out in the interviews were publications, informal contacts, and exchanges. Collaborative research and consulting and technical services were widely cited as cases of commercial assignments. As for the generation of new companies, six of the institutions claimed to have some relevant case of spin-offs, all of them have incubators. Of the 10 ICTs surveyed, only Embrapa has finalized the licensing and sale of IP assets with royalties.

Other forms of TT and business models were cited in the interviews and find space in other authors' models, such as Ades (2013): scientific cooperation with other STIs, scientific services without generation of patents, sharing of laboratories, covenants and co-creation, and, on the part of the companies, acquisitions of startups technologies, acquisition of startups and staggering of their techniques.

To clarify the differences between the maturation stages of the TTOs, the STIs studied were grouped by similarities in groups with different and compared characteristics. In Table 4 it is possible to verify in an illustrated way the stage of the TTO trajectory of Ceará, towards a later phase to be reached from an alignment of the current difficulties of Embrapa that results in a new aspect of maturation. In the fifth stage, the state has no institution yet.

Table 4 - Stages of the evolution of the Ceará' TTOs and their characteristics

INTERNSHIP I	INTERNSHIP II	INTERNSHIP III	INTERNSHIP IV	INTERNSHIP V
URCA UNILAB UFC	UNIFOR CENTEC SENAI-CE NUTEC INSTITUTO ATLÂNTICO	UECE IFCE PADETEC	EMBRAPA	O
* registered patents, trademarks and registered software;	* improvement of processes and internal flows related to IP and TT;	* scientific cooperation with other national STIs;	* scientific cooperation with national and international STIs;	* acquisitions of startup technologies;
* sharing of laboratories	* actions and events to disseminate STI' technologies;	* existence of co-creation and co-authoring of researchers with other STIs, external researchers or productive sector;	* the social impact of TT research and processes as infrastructure improvement, sustainability, education, and social interactions;	* startups' acquisitions;
* absence of patent generation services such as the search for prior art and writing of patents; only forward the patent filing application to the INPI;	* patent generation services: search of the prior art, writing of patents, filing of patents and registration of software and trademarks;	* good relationship with the public and productive private sector for the dissemination of their technologies and establishment of partnerships;	* consolidated teams and capacities formed mostly by capable STI members and with low turnover;	* staggering their technologies in progress;
* absence of contract models and delay in their elaboration and internal procedures;	* teams already trained already in training and training, although they still have high turnover and a high percentage of members with no direct employment relationship with STI;	* internal procedures and flows already regulated effectively implemented and widely disseminated;	* balance of publications and resources for TT and IP;	* good adherence to the business innovation management models used by the local productive sector;

* technology transfer contracts in force;	* promotion of networking with actors of the local Innovation System;	* capacity to accommodate researchers outside STI;	* international patent filing;	* Expanded and consolidated distribution and communication channels;
* publications and patents already registered;	* higher speed in the conclusion of contracts and terms of the partnership due to the existence of pre-elaborated contract models;	* existence of incubation and acceleration environments;	* already enjoy a financial return from their TT processes, mostly royalties;	* technology valuation service already consolidated;
* interruption of research due to internal bureaucracy to STI;	* promotion to the general learning actions of its team and researchers;	* improvement in the management of contracts presenting some speed in the processes of protection to IP and TT;	* has its specific legal sector for matters related to IP and TT, and also has an external legal industry for the same purposes;	* existence of a person who negotiates STI technologies directly with the market, such as a broker;
* TTO in the implementation stage of operation for less than one year;	* good relationship with the local public sector and low involvement with the productive private sector;	* Teams already qualified but still with high turnover, some of its members presented direct employment relationship with STI;	* technology valuation service still incipient and done within the TTO itself with the help of the respective legal departments;	* speed of the processes of the conclusion of contracts, agreements and partnerships as quickly as possible;
* standards, regulations, and contracts being drafted;	* absence of specific legal department for matters related to IP and TT, the only general attorneys general of the STI;	* presents spin-offs as a result of TT processes;	* generates by-products from existing TT processes and new research;	* wide range of services that generate patents already implemented and easily accessible by internal and external researchers;
* reduced teams, in the process of formation, with high turnover and low number of competent members of the STIs;	***	* next start to get a financial return from your TT shares as royalties, stakes, and others;	***	***
* actions aimed at raising the awareness of its researchers about the importance of protecting IP;	***	* access to external legal advice for IP and TT protection purposes, as well as individual offices for general matters;	***	***

Source: prepared by the authors

In addition to the differences in stages, some difficulties are common to all STIs: challenges in consolidating and expanding their channels of communication and distribution and communication with the productive sector. Growing work teams and retaining their members avoiding turnover and loss of knowledge, improve internal processes and reduce bureaucracy to increase the speed of response to the market, more excellent understanding in assessing convenience and valuation of technologies, among others. These difficulties and challenges are addressed below.

4.3 Overview, Challenges and New Directions of Ceará NITs

By triangulating the data from the 16 interviews, it is possible to list opinions and

feelings common to the three groups. The lack of human, technological and financial resources aside from the lack of autonomy and a specific budget for the sectors of technology transfer that, according to Santos et al. (2009) culminates in the absence of the use of local vocations and the poor management of intellectual capital. Another collective opinion is that there can be no deviation of the functions of TTO researchers and managers since they need time, maturity and training to understand and dedicate themselves to the entire TT process and allocate them partially. For Stern, El-Ansary, and Coughlan (1996), this deviation from function means loss of knowledge.

As a challenge to improve the services, relationships and results offered and demanded by the three main actors of the system; it is necessary that the communication and marketing areas of the institutions usually focused on the government, focus on the client. For Rush et al. (1996), it is necessary to identify and meet the technological needs of the market by establishing processes that help STIs to understand the support needs of their stakeholders and connect them to the capacity of generating STI technologies, identifying and managing potential customers and buyers to the academy offers.

Garnica and Torkomian proposed some challenges for TTOs in 2009 and these remain current for the economic scenario of Ceará. There is still a need to move towards reducing delays in the internal processing of STIs, raising the awareness of other sectors of STIs to the importance of involving all stakeholders in the TT process and their importance to the length of their mission. For some surveyed, it is necessary to end the idea that the researcher is a usurper of the university assets because he is transferring academic knowledge to the market. The results of the TT mechanisms should be informed to all possible stakeholders so that the TTO can promote a continuous, reliable and prolonged approach with the productive sector and for its internal public to have access to the information.

Is essential to note some TTOs and companies' managers and companies, in the absence of a person qualified within the STI to market the results of R&D and IP, and the impossibility of hiring one. It is poignant to look for the figure of a broker to proceed with the commercialization of technologies so that these are not just waiting for a future and distant moment of marketing.

5. Final considerations

The present study aimed to identify the effectiveness of the technology transfer processes as a measure for the performance of the Technological Innovation Centers of the Science and Technology Institutions of the state of Ceará in light of their technology contracts and policies to promote the intellectual property. It is believed that this objective was reached, once it was perceived that the institutions of Ceará are, to a certain extent, moving towards the maturation of their mechanisms of technology transfer, protection of intellectual property and promotion of innovation.

About the characteristics of STIs and their policies to promote innovation, intellectual property, and technology transfer, it was found that, in general, these institutions still do not have adequate adherence to the business innovation management models used by the local productive sector. They are suggesting the detailing and adequacy of stakeholders, management of conflict points and expansion of communication channels not contemplated in current practices. There are different views among the actors that participate and influence the relations between STIs and companies and that even conflict between researchers and managers of the same institution.

It is necessary that the actors involved in the various forms and processes of TT are considered as tools for generating value where the benefits offered by each part are taken into account in the negotiation processes with a view to collaboration and exchange of results.

Regarding the performance of the TTOs of Ceará, comparing the indicators of activities developed, objects of intellectual property protection and amounts of technology contracts, it was possible to verify the progress of the coverage of the services offered by TTOs, the quality of the services provided to its external public and contracts and the amounts of technology contracts.

Regarding the effectiveness of the strategies and mechanisms for transferring technology and intellectual property of STIs in the state of Ceará, there is a general effort to promote innovation in all economies, a factor that affects the conception of competitiveness among STIs and requires faster negotiations with the productive sector and in the deposits of patents and software registries. To reach results a shared business vision between STIs and companies is necessary so that the commercial relations and the formation of strategic alliances can be advanced as a consequence of shared experience and mutual trust between the parties.

According to the data collected in the research, the structuring and implementation of TTOs did not generate a perception of improvement in the relationship between STIs and productive sector according to the managers of companies. On the other hand, the vision and the different interests among the groups surveyed pointed to the need for higher training among TTO professionals and managers within the STIs, as well as the reduction of bureaucracies and the adoption of multivariate strategies to approach academia and the market. The existence of culture and infrastructure with technical teams enabled to promote interlocution with researchers and the transfer of technology, both in the institutions and in the market, were aspects considered as more impacting for the efficiency of the TT processes than the formalization of the structure of the TTOs.

The adoption of TT mechanisms in Ceará's panorama still lacks two-way planning so that companies can demand products, services, and processes and that STIs can be able to offer, in time, business possibilities. To do so, the improvement of the communication channels was a recurrent aspect in the speeches between all groups and indicated as a viable way to counteract the demand and supply of knowledge, to ensure the progress of the processes and to generate joint solutions to impede the relationships between the actors. Understanding the motivation of researchers to innovate and create new ways of recognizing success in transactions appeared in the discourses as suggestions to promote the awareness and greater adherence of the STI staff to the TT processes.

It is possible that the highest theoretical contribution of this study has been the triangulation of data, visions, and aspirations of the different actors and interested in the effectiveness of TT mechanisms, besides the identification of factors that contribute to and hamper the promotion of innovation in the Ceará scenario. As suggestions for future studies, the research could be replicated in similar situations in other states or countries for the purpose of comparison and creation of models and communication channels capable of detailing aggregated values by a higher number of stakeholders such as: government and society, besides the already studied: researchers, industries and managers of TTOs. Another suggestion would be the creation and validation of a system of new metrics to evaluate the performance of TTOs and researchers in addition to those already used by FORMICT, as well as the creation of indicators that can determine the capacity to innovate specific to STIs.

6. References

- Ades, C. (2013). *Modelo de difusão da inovação para instituto de pesquisa no Brasil* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Baldini, J. P., & Borgonhoni, P. (2008). A relação universidade-empresa no Brasil: surgimento e tipologias. *Caderno de Administração*, 15(2), 29-38.
- Bardin, L. (2011). Organização da análise. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições, 70.
- Benedetti, M. H., Hanashiro, D. M. M., & Popadiuk, S. (2004). Liderança: uma relação com base no gerenciamento de stakeholders, a partir da ótica dos liderados. *Organizações & Sociedade*, 11(31), 59-76.
- Brasil. (2016). Lei n.º 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.
- Closs, L. Q., & Ferreira, G. C. (2012). A transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto brasileiro: uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009. *Gestão e produção*. São Carlos, SP. Vol. 19, n. 2 (2012), p. 419-432.
- Costa, C. O. M. (2013). *Transferência de tecnologia universidade-indústria no Brasil e a atuação de núcleos de inovação tecnológica* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Dagnino, R. (2008). *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência*. Unicamp. Dias, A. A., & Porto, G. S. (2013). Gestão de transferência de tecnologia na Inova Unicamp. *Revista de Administração Contemporânea*, 17(3), 263-284.
- 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.
- Garnica, L. A., & Torkomian, A. L. V. (2009). Gestão de tecnologia em universidades: uma análise do patenteamento e dos fatores de dificuldade e de apoio à transferência de tecnologia no Estado de São Paulo. *Gestão & Produção*, 16(4), 624-638.
- Gimenez, A. M. N., Bonacelli, M. B. M., & Carneiro, A. M. (2016). A universidade em um contexto de mudanças: integrando ciência, tecnologia e inovação. *PIDCC: Revista em propriedade intelectual direito contemporâneo*, 10(1), 115-133.
- Hansen, M. T., & Birkinshaw, J. (2007). The innovation value chain. *Harvard business review*, 85(6), 121.
- Kenney, M., & Mowery, D. C. (Eds.). (2014). *Public universities and regional growth: Insights from the University of California*. Stanford University Press.
- Malik, M. I., Ahmad, A., Gomez, S. F., & Ali, M. (2011). A study of the work environment and employees performance in Pakistan. *African Journal of Business Management*, 5(34), 13227-13232.
- Marinho, B. C., & Corrêa, L. D. P. (2016). Novo Marco Legal da Inovação no Brasil: Breve Análise dos Reflexos das Alterações na Lei Nº 10.973/2004 para os Núcleos de Inovação Tecnológica. *Revista de Direito, Inovação, Propriedade Intelectual e Concorrência*, 2(1), 43-58.
- Philbin, S. (2008). A process model for university-industry research collaboration. *European Journal of Innovation Management*, 11(4), 488-521.
- Rauen, C. V. (2016). O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT-Empresa?.
- Rush, A. J., Trivedi, M. H., Ibrahim, H. M., Carmody, T. J., Arnow, B., Klein, D. N., & Thase, M. E. (2003). The 16-Item Quick Inventory of Depressive Symptomatology (QIDS), clinician rating (QIDS-C), and self-report (QIDS-SR): a psychometric evaluation in patients with chronic major depression. *Biological Psychiatry*, 54(5), 573-583.
- Santos, M. (2008). Webfolio de Investigação Educacional. *Tomar, Portugal*.
- Santos, M. (2009). dos; Toledo, PTM; Lotufo, RA Transferência de Tecnologia: Estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica. *Agência de Inovação da Unicamp, Campinas*.
- Sharma, M., Kumar, U., & Lalonde, L. (2006). Role of university technology transfer offices in university

- technology commercialization: a Case study of the Carleton University foundry program. *Journal of Services Research*, 6.
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2003). Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university-industry collaboration. *The Journal of High Technology Management Research*, 14(1), 111-133.
- Silva, L. E. B. D., & Mazzali, L. (2010). Parceria tecnológica universidade-empresa: um arcabouço conceitual para a análise da gestão dessa relação. *Parcerias Estratégicas*, 6(11), 36-47.
- Silva, V. M. S. Níveis de capacidade de transferência de tecnologia dos núcleos de inovação tecnológica do Ceará. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016.
- Stern, L. W., El-Ansary, A. C., & Coughlan, A. T. AT (1996): Marketing channels.
- Takahashi, V. P. (2005). Transferência de conhecimento tecnológico: estudo de múltiplos casos na indústria farmacêutica. *Gestão & Produção*, 12(2), 255-269.
- Torkomian, A. L. V. (2009). Panorama dos núcleos de inovação tecnológica no Brasil. *Transferência de tecnologia. Campinas: Komedi*, 21-37.
- Vasconcelos, E. M. (2007). *Complexidade e pesquisa interdisciplinar: epistemologia e metodologia operativa*. Vozes.
- Vorley, T., & Nelles, J. (2008). Institutional development of and beyond the third mission. *Higher Education Management and Policy*, 20(3), 119.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso-: Planejamento e métodos*. Bookman editora.

A experiência da incubadora da Unicamp (Incamp): uma discussão sobre processos e resultados alcançados entre 2005 e 2015

Julia Angeli

Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Departamento de Administração, Brasil
23juliaangeli@gmail.com

Pollyana de Carvalho Varrichio

Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Departamento de Administração, Brasil
pollyana.carvalho@unifesp.br

Resumo

Em um ambiente no qual a competição, a globalização e o desenvolvimento de novas tecnologias ganha cada vez mais espaço, as empresas precisam diferenciar-se para se manterem competitivas. A inovação é considerada de grande importância para a geração de vantagem competitiva e para um crescimento econômico saudável. Como forma de auxílio às inovações, as incubadoras de base tecnológica, em conjunto com universidades e centros de pesquisa, visam auxiliar com infraestrutura, apoio técnico e gerencial e rede de contatos o desenvolvimento de empresas de base tecnológica, além de incentivar relacionamentos entre universidades e empresas e o fomento à inovação tecnológica. O objetivo deste estudo foi analisar os processos de incubação vivenciados por empresas entre os anos de 2005 a 2015 na incubadora da Unicamp, denominada Incamp. A metodologia utilizada nessa pesquisa foi exploratória e qualitativa a partir da sistematização e análise de dados primários e secundários. A pesquisa concluiu que o perfil dos empreendedores incubados é composto em sua maioria por discentes da Unicamp, de faixa etária jovem, em sua maioria de áreas como Engenharia e sem experiência profissional anterior, que buscam a incubação afim de uma maior proximidade com a Universidade, diminuição de custos e capacitação técnica e gerencial para desenvolvimento de seus negócios.

Palavras chaves

Incubadora tecnológica, empreendedorismo, Unicamp, Cooperação Universidade-Empresa (U-E).

1. Introdução

Em economias emergentes, como o Brasil, a busca por estímulos ao processo de inovação passou por diversas mudanças e que refletem a necessidade do país de possuir dispositivos legais para o delineamento de um cenário favorável ao desenvolvimento científico, tecnológico e ao incentivo à inovação nas últimas décadas. Entretanto, de acordo com Global Innovation Index (GII), o Brasil ocupa a 69ª. posição no ranking mundial da inovação, o que nos mostra que ainda há elementos a serem superados no país mesmo diante dos avanços conquistados.

Uma das formas de manter-se competitivo no mundo globalizado ou em situações como crises econômicas é por da adoção de inovação tecnológica na estratégia dos países e das

empresas, que pode ser definida como a criação bem-sucedida de algo novo ou como a transformação incremental de algo já existente, de modo que a competitividade é definida pela capacidade que as empresas possuem em inovar (Porter, 1989). Além disso, Schumpeter (1998) considera a inovação um fator chave para o crescimento econômico dos países.

Por este motivo, o papel das incubadoras de empresas de base tecnológica sediadas nas universidades é estratégico como um mecanismo de promoção da interação Universidade-Empresa (U-E), por isso, as estatísticas de sua presença são crescentes no país. Dessa forma, este trabalho busca apresentar conceitos fundamentais como inovação tecnológica, relação universidade-empresa, empresas spin-offs, incubadoras de empresas, além de discutir resultados alcançados pela incubadora da Unicamp, a Incamp. Segundo dados da Revista Inovação (2016), da própria Inova Unicamp, a Região Metropolitana de Campinas é reconhecida internacionalmente como o maior pólo tecnológico da América Latina, sendo responsável por 15% da produção de tecnologia do país, por 7,8% do PIB paulista e por 1,7% do PIB nacional, reforçando a expressão “Vale do Silício brasileiro” e atraindo, cada vez mais, a instalação de novas empresas e startups.

Nesse contexto, podemos destacar a importância da relação U-E, que se intensificou nos últimos anos devido às novas tecnologias e oportunidades tecnológicas, fortalecendo assim tais mecanismos mutuamente enriquecedores para todos os participantes, que podem buscar esse tipo de cooperação por inúmeros motivos, seja pela falta de recursos financeiros de uma instituição de ensino, por exemplo, até a escassez de conhecimento sobre uma determinada tecnologia por parte da empresa. A interação universidade-empresa-governo é bem delineada pelo modelo Triple Helix ou Hélice Tripla, discutido por Etzkowitz & Leydesdorff (2000), que estabelece redes trilaterais e organizações híbridas, e propõe uma relação dinâmica entre Estado, a ciência desenvolvida na universidade e a tecnologia desenvolvida pelas empresas.

A união de inovações que geram maior competitividade, interações entre universidade-empresa que produzem benefícios para todas as partes, surgimento de empresas spin-off e incentivos legais à inovação, como a Lei n. 13.243/2016, que disponibiliza estímulos ao desenvolvimento científico, pesquisa, capacitação científica e tecnológica além da inovação, e aumenta ainda mais a interação entre cientistas e técnicos em ações de desenvolvimento entre o meio público e privado e o Código de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) estimulam o surgimento de incubadoras de empresas. As incubadoras de empresas possuem como objetivo, segundo Medeiros (1998) estimular a criação e o fortalecimento de empresas, oferecendo-lhes condições apropriadas e dotando-as de maiores capacidades técnicas e gerenciais. Nesta perspectiva, conforme Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec, 2005), havia no Brasil, em 2004, 283 incubadoras de empresas de diversos setores localizadas em 23 Estados e no Distrito Federal. Essas incubadoras empregavam cerca de 10.200 pessoas, considerando os gestores das próprias incubadoras, os empreendedores e os colaboradores das empresas incubadas, e havia 1.500 empresas incubadas, 1.100 graduadas e 1.000 empresas associadas.

Este trabalho aborda as incubadoras denominadas incubadoras de base tecnológica (EBTs), que são organizações com foco de atividade e diferencial competitivo embasados na tecnologia de processos ou produtos. Essas empresas diferem das micro e pequenas empresas (MPEs) tradicionais pois necessitam de maior rapidez quanto ao tempo de resposta para nortear as demandas de mercado no que se refere à concorrência no setor de atividades, criando um ambiente de maior flexibilidade organizacional (Rothwell & Dogson, 1989). Outro fator importante a ser destacado é que as EBTs apresentam um potencial de crescimento maior do que as empresas de outros setores (Markusen & Hall, 1986; Meyer & Roberts, 1988). A criação

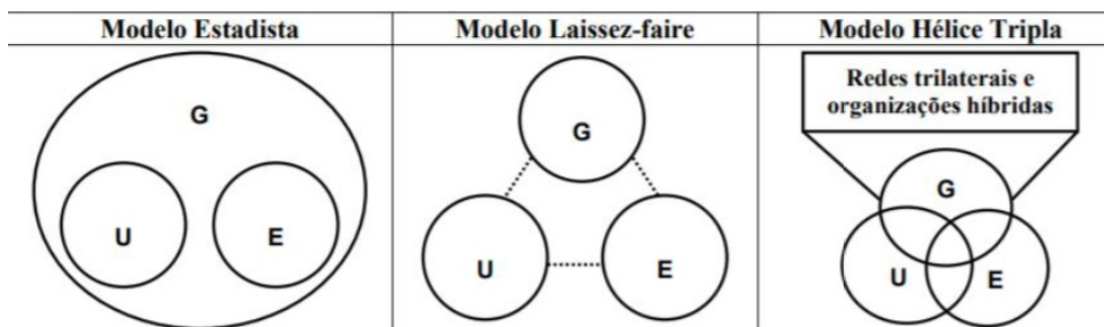
de EBTs vem crescendo e transformando-se em uma grande fonte de crescimento econômico para o país, consolidando-se, pois, muitas vezes, possuem o apoio de incubadoras de base tecnológica que unem tecnologia, capital e know-how para desenvolver talento empreendedor e acelerar o desenvolvimento de novos empreendimentos.

2. Referencial teórico

2.1 A abordagem triple helix

As interações entre Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), que abrangem institutos de pesquisa e universidades, privadas ou públicas, empresas privadas ou públicas e o governo, por meio das políticas públicas de fomento a inovação constituem a abordagem *Triple Helix* ou Hélice Tripla, utilizada como um dos modelos conceituais para a compreensão da dinâmica da inovação em um Sistema Nacional de Inovação (SNI). O modelo de hélice tripla, proposto por Etzkowitz & Leydesdorff (1996) e Etzkowitz (2004), afirmam que as parcerias evoluem até o surgimento de redes envolvendo as empresas, as universidades e o governo enquanto organizações independentes, que cooperam para melhor competir, podendo ainda contar com o apoio de organizações criadas para apoiar esta interface, além de auxiliar na compreensão da dinâmica entre os atores do SNI. Outros autores, como Carayannis e Campbell (2009) incorporam nesse modelo uma quarta hélice, relacionada com as abrangências globais e locais, valorizando o pluralismo e a diversidade de agentes e organizações. Assim, pode-se concluir que o modelo de *triple helix* possui diferentes formas de cooperação entre universidades e empresas e que este propõe uma relação dinâmica entre o Estado, a ciência desenvolvida na universidade e a tecnologia fornecida pela empresa. Na imagem abaixo, é possível analisar alguns dos modelos de cooperação já existentes.

Figura 1. Interação entre Universidade, empresa e governo: modelos estadista, laissez-faire e hélice tripla



Fonte: Adaptado de Etzkowitz e Leydesdorff (2000).

Na primeira possibilidade (estadista), as cooperações são esquematizadas com o governo (G) englobando as universidades (U) e empresas (E), direcionando as relações a serem estabelecidas. Essa versão foi presente na antiga União Soviética. Na segunda, *laissez-faire* ou triângulo de Sábato, há uma separação institucional entre as esferas, com delimitação de cada uma, mas o governo posiciona-se no vértice superior e, portanto, mantém o papel de incentivador da relação e estimulador do desenvolvimento. Na terceira possibilidade, a hélice tripla, segundo Etzkowitz e Leydesdorff (2000) “está gerando uma infraestrutura de

conhecimento em termos de sobreposição das esferas institucionais, com cada uma desempenhando o papel da outra e com organizações híbridas emergindo destas interfaces” (Noveli e Segatto, 2012). Dessa forma, os autores Porto *et al.* (2011) defendem que o desenvolvimento tecnológico de um país passa pela robustez do seu SNI, que é composto por empresas, instituições de educação, ciência e tecnologia, órgãos de governo e demais organizações, cada qual com suas respectivas políticas de inovação, que atendem a diferentes demandas dentro de um arcabouço institucional, por isso seria a abordagem mais enriquecedora para o amadurecimento institucional do SNI brasileiro.

2.2 A importância da interação U-E e o fomento ao empreendedorismo

No Brasil, a Constituição Federal de 1988 no seu artigo 207 estabelece que as universidades brasileiras devem respeitar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Nas décadas de 1970 e 1980 as discussões são retomadas pelos movimentos sociais, na esteira do processo de abertura política e redemocratização brasileira (Iziuka e Moraes, 2014).

As discussões sobre a cooperação universidade-empresa-governo têm se acirrado desde 1970, principalmente em decorrência do encurtamento do ciclo de vida das inovações. A interação universidade-empresa se intensificou nos últimos anos devido as novas tecnologias e oportunidades tecnológicas, como a computação, a biologia molecular e o material científico. Essa cooperação é definida, segundo Mancini e Lorenzo (2006) como algo mutualmente enriquecedor, e que pode contribuir com que cada participante da interação avance na busca por excelência dentro de sua realidade. Dessa forma, a cooperação é vista como complexa e ativa para aqueles diretamente envolvidos, além de se caracterizar como uma troca de interesses, sendo que as partes buscam benefícios mútuos. Segundo Barcelos e Mocelin (2016), desde o final da década de 90 esse fenômeno está cada vez mais em evidência no país, medido por meio do aumento no número de solicitações de registro de patentes e projetos colaborativos com o setor produtivo e pela formação de empresas intensivas em conhecimento, em incubadoras universitárias e parques tecnológicos. Ainda segundo o autor, o registro de patentes em colaboração com empresas não são práticas atuais, mas o volume crescente de ocorrências pode ser considerado como um novo fenômeno. Por sua vez, a formação de empresas intensivas em conhecimento, com a participação de cientistas ligados às universidades nesses empreendimentos, é crescente desde os anos 2000, indicando maior adesão por parte de alguns pesquisadores a um entendimento ampliado sobre a prática científica. Estas surgiram como investimento na produção de novas tecnologias e incentivo à transferência da pesquisa e conhecimento produzidos na universidade e instituições de pesquisa para o setor produtivo, beneficiando o desenvolvimento econômico e práticas de inovação.

Nos últimos vinte anos, como citado anteriormente, novas políticas passaram a reconhecer a urgência do fomento às parcerias entre instituições públicas de pesquisa e as empresas, visando tanto à estabilização de recursos para a pesquisa nas universidades, quanto à criação de incentivos ao investimento em pesquisa e desenvolvimento no setor privado. A aproximação entre universidades e empresas também deve ser destacada com a criação dos fundos setoriais em 1999, durante o governo Fernando Henrique Cardoso.

No meio acadêmico, a ampliação de ocorrências da relação universidade-empresa, combinada à criação e à adoção de programas de incentivo pelas instituições universitárias, parece caracterizar o início de um movimento de mudança institucional, que abrange concepções e valores arraigados nos pesquisadores. Mesmo sendo uma prática cada vez mais

buscada, as relações entre universidades e empresas são motivadas por diversos fatores e muitas vezes desestimuladas por algumas barreiras. Isso deve-se ao fato de que as organizações possuem naturezas distintas, com objetivos muitas vezes distintos, além de seus valores e princípios antagônicos. Na figura a seguir, pode-se observar as principais barreiras identificadas na relação U-E.

Figura 2. Barreiras à cooperação Universidade-Empresa (U-E)

UNIVERSIDADE	EMPRESA
Falta de regulamentações ou excessiva rigidez das existentes;	Escasso reconhecimento da tecnologia nos planos empresariais;
Não utilização de políticas mercadológicas aplicáveis à oferta tecnológica universitária;	Preferência por licenciar tecnologia ao invés de desenvolvê-la;
Descontinuidade de projetos em decorrência de problemas políticos e/ou trabalhistas;	Visão imediatista dos negócios, que não inclui a pesquisa;
Docentes não preparados para a realização de projetos de P&D e com formação unidisciplinar;	Exigência de segredo e propriedade dos resultados da pesquisa;
Pesquisadores isolados da realidade, sem compreender as necessidades do setor produtivo;	Ambientes e estruturas organizacionais inadequadas para a vinculação, além da falta de recursos financeiros para financiar projetos;
Maior valorização da pesquisa básica do que da pesquisa tecnológica aplicada e sua comercialização;	Pessoal desatualizado e com baixa motivação;
Diferenças culturais, de valores, atitudes e formas de trabalho, dificultando a comunicação, além de diferentes concepções do tempo;	Desconhecimento da capacitação universitária;
Visão do setor produtivo como somente interessado em seus benefícios próprios e não em retribuir à universidade e à sociedade;	Aversão ao risco;
Lentidão nos trâmites burocráticos para aprovação de convênios;	Baixo compromisso com a participação nos projetos;
Falta de recursos financeiros;	Não percepção dos benefícios da vinculação;
Carga horária elevada dos professores.	Visão da universidade como vivendo em um mundo irreal e distante;
	Suspeita e desconfiança nas capacidades da e nos resultados de suas atividades;
	Sentimento de inferioridade com relação aos conhecimentos existentes na universidade;
	Imediatismo da indústria/empresa na busca por resultados.

Fonte: Mancini e Lorenzo (2006); Garnica, Ferreira-Júnior e Fonseca (2005) *apud* Ipiranga, Freitas e Paiva (2010).

Os benefícios das relações universidade-empresa podem ser destacados como maior destaque institucional, afetando organizações de pesquisa científica e práticas sociais desse, em decorrência ad busca em se gerar práticas mais abertas de articulação da pesquisa científica com os negócios (Barcelos e Mocelin, 2016). O crescimento da participação de cientistas e pesquisadores em atividades que articulam ciência e mercado, ampliando os pilares tradicionais de pesquisa, ensino e extensão caracterizam o crescimento das interações. A estrutura de grande parte das universidades públicas na última década mudou e políticas governamentais foram incorporadas pelas mesmas. Uma experiência específica foi a proliferação estimulada de incubadoras e parques tecnológicos nas universidades brasileiras públicas e privadas. A criação desses ambientes de inovação ilustra plenamente a constituição de locais propícios às novas práticas científicas empreendedoras.

As incubadoras de empresas e parques tecnológicos são arranjos favoráveis à cooperação universidade-empresa. As incubadoras, enquanto espaço físico, visam abrigar e apoiar micro e pequenas empresas, sobretudo de base tecnológica, afim de desenvolver e comercializar resultados da pesquisa acadêmica. Segundo Sbragia (2006), as incubadoras são consideradas como uma das principais estruturas que estimulam e facilitam o relacionamento entre empresa, governo e universidade, atraindo diversos grupos de interesse, como empresários, empresários-acadêmicos, agentes financeiros, *venture capitalists* e o governo por meio de suas agências de desenvolvimento. Um relacionamento entre essas partes pode favorecer os interesses e objetivos de cada uma. As universidades são meios complexos, com

suas burocracias e regras, ao contrário de empresas que possuem um lucro relativamente simples, e por este motivo envolvem diferentes partes e objetivos sociais, além dos interesses do corpo docente e membros da comunidade científica (Bercovitz e Feldman, 2006), como ilustram as vantagens a seguir.

Figura 3. Fatores que impulsionam a cooperação Universidade-Empresa (U-E)

UNIVERSIDADE	EMPRESA
Obtenção de novos recursos para pesquisa;	Acesso a recursos humanos qualificados;
Aumento da relevância da pesquisa acadêmica, ao lidar com necessidades da indústria ou da sociedade, e o consequente impacto no ensino;	“Janela ou antena tecnológica” (conhecer os avanços em sua área de atuação);
Possibilidade de emprego para estudantes graduados;	Acesso precoce a resultados de pesquisa;
Possibilidade de futuros contratos de consultoria para pesquisadores;	Solução de problemas específicos;
Possibilidade de futuros contratos de pesquisa.	Acesso a laboratórios e instalações;
	Formação de funcionários;
	Melhoria de sua imagem e prestígio dentro da sociedade;
	Necessidade de aumentar sua competitividade;
	Parte de sua estratégia tecnológica (padrão de competição em seu setor);
	Redução de riscos e custos de pesquisa.

Fonte: Sbragia (2006) *apud* Ipiranga, Freitas e Paiva (2010).

2.3 A expansão das empresas *spin-off*

O termo “*spin-off*” é usado tanto para se referir a um resultado quanto ao processo que gera esse resultado. Como processo, ele faz referência ao fato de uma nova empresa, seus empreendedores, a tecnologia utilizada na nova empresa ou todos estes serem lançados para fora de uma organização já existente, também chamada de organização- mãe. O resultado de todo esse processo é denominado de *spin-off* (Borges e Filion, 2012). Segundo Pavani (2015), na literatura em administração são tratados dois fenômenos distintos: a criação de *spin-offs* de universidades ou centros de pesquisa e *spin-offs* de corporações. Neste artigo são analisadas apenas *spin-offs* de universidades ou centros de pesquisa. Borges e Filion (2012) definem que *spin-off* acadêmico ou universitário é uma categoria de *spin off* chamado tecnológica, e que no geral, são empresas de base tecnológica que possuem relação com uma organização-mãe, outra empresa de base tecnológica, laboratórios de pesquisa ou universidades. *Spin-offs* universitárias são empreendimentos gerados a partir de ativos de conhecimento desenvolvidos em uma universidade, com o objetivo de transformar aqueles conhecimentos em produtos e serviços a serem comercializados. Uma *spin-off* universitária pode ser considerado uma das formas de transferência de tecnologia da universidade para a sociedade. Por possuir impacto nos mais diversos âmbitos, como localidades, países, competitividade, cultura empreendedora, difusão de inovações, geração de empregos qualificados e renda, essas são objetos de interesse de diversos atores. É necessário diferenciar a *spin-off* de uma empresa incubada. A primeira é aquela que de qualquer porte ou setor tenha na inovação tecnológica os fundamentos de sua estratégia competitiva, além disso, essas empresas utilizam técnicas e tecnologias como componentes fundamentais de seus processos produtivos. Já as empresas incubadas são aquelas acolhidas por uma incubadora de empresas, que tem como objetivo oferecer suporte a empreendedores para que possam desenvolver suas ideias e transformá-las em empreendimentos, e que na maioria dos casos são patrocinadas por universidades, centros de

pesquisas, prefeituras, governos estaduais ou associações comerciais. Ou seja, *spin-off* poderão, ou não, buscar incubadoras de empresas.

3. Metodologia

Esta pesquisa foi exploratória e qualitativa, sendo que as unidades de análise foram as empresas incubadas de base tecnológica incubadas pela Incamp, a incubadora de empresas da Unicamp. A finalidade exploratória refere-se ao fato de que é necessário ter um conhecimento mais aprofundado do fenômeno a ser estudado, para que, a partir disso, sejam realizadas discussões e fundamentações teóricas. Por isso, o objetivo da pesquisa exploratória é proporcionar uma visão geral acerca do fato estudado, especialmente quando o “tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis. Muitas vezes as pesquisas exploratórias constituem a primeira etapa de uma investigação mais ampla” (Gil, 2014).

Foram coletados dados primários e secundários. A coleta de dados secundários foi feita por método de levantamento bibliográfico sobre o tema em periódicos eletrônicos, publicações científicas, revistas especializadas, jornais eletrônicos, relatórios, material de publicidade, reportagens e informações na internet sobre as empresas, os empreendedores, as universidades e as incubadoras com sua respectiva análise e sistematização. Para a coleta de dados primários, foi aplicado um questionário estruturado utilizando-se da plataforma *Google Forms*.

A pesquisa foi qualitativa porque fundamentou-se na análise e sistematização dos dados primários coletados através do questionário semiestruturado aplicado às empresas incubadas na Incamp. Assim, a ferramenta utilizada foi um questionário aplicado aos gestores das empresas graduadas entre os anos de 2005 e 2015, sem distinção de setor. A seleção da amostra das empresas entrevistadas foi pautada nos seguintes critérios: (i) empresa incubada e graduada pela incubadora da Unicamp - Incamp; (ii) Empresa de base tecnológica, isto é, gerando e comercializando produtos de elevado conteúdo tecnológico; (iii) empresa com período de existência de pelo menos dois anos e meio, a fim de se permitir uma avaliação preliminarmente válida; (iv) empresa com instituição jurídica legal, de caráter privado; (v) empresa em operação regularmente.

Os dados das empresas graduadas pela Incamp foram disponibilizados à pesquisadora mediante contato via e-mail diretamente com a incubadora. No total, foi disponibilizado uma base de dados de 31 empresas graduadas. Foram escolhidas empresas graduadas até o ano de 2015, pois considera-se que as empresas já teriam um período de pelo menos dois anos e meio de vivência fora da incubadora para analisar e responder o questionário de acordo com sua realidade. Além disso, foram desconsideradas as empresas onde o contato não foi encontrado, não havia informações no site da Incamp ou site não estava disponível. Após a exclusão das empresas que contemplavam os critérios citados acima, obteve-se o número total de 21 empresas, dos quais 14 o contato efetivo, das quais 6 responderam ao questionário enviado. Os 6 (seis) casos analisados são de diferentes setores industriais. Trata-se de empresas graduadas pela incubadora da Unucamp - Incamp entre os anos de 2005 e 2015. A estratégia da pesquisa foi estruturada conforme a figura abaixo.

Figura 4. Etapas da metodologia da pesquisa

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Realizada entre os meses de março a julho de 2018, consistiu em pesquisa bibliográfica detalhada, levantamento e sistematização de dados secundários e elaboração do questionário a ser aplicado nas empresas incubadas	Realizada entre os meses de agosto e setembro de 2018, consistiu em contatar, apresentar-se e enviar o questionário para as possíveis empresas respondentes;	Realizada entre os meses de setembro a outubro de 2018, consistiu na organização, sistematização e análise dos dados finais necessários à pesquisa e elaboração do trabalho de conclusão de curso em sua versão final.	Revisão final do trabalho de conclusão de curso para obtenção de título de bacharel em Administração, além de apresentação dos resultados e defesa para banca pública de avaliação em data, local e horário marcado pela Universidade Federal de São Paulo, no ano de 2018.

Fonte: Elaboração das autoras.

4. Discussão e análise dos dados

4.1 Incamp: breve trajetória e o ecossistema de inovação de Campinas

A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) foi criada em 1966 e embora seja considerada uma universidade relativamente “jovem”, possui relevância nacional no ensino, pesquisa e nas relações que mantém com a sociedade. Possui 68 cursos de graduação e 156 cursos de pós-graduação, no total, sendo que 74 são de mestrado, 68 de doutorado e 14 de especialização e 1.172 cursos de extensão (Gimenez, Bambini e Bonacelli, 2016).

Além disso, a Universidade tem forte tradição de ensino e pesquisa tecnológica e ocupa posição de destaque internacional. Possui mais de 40 mil alunos e 2.000 professores, sendo 96% doutores. A Unicamp é consolidada na pesquisa tecnológica e é nesse ambiente universitário que foi criada a sua Incubadora Tecnológica a Incamp (Frick, Sales e Frick, 2012).

A Incamp (Incubadora de Empresas de Base Tecnológica da Unicamp) foi criada em 2001 com o objetivo de implantar uma estrutura propícia ao surgimento de novas empresas de base tecnológica. Em julho de 2003, a Incamp teve sua gestão assumida pela Agência de Inovação - Inova Unicamp. Segundo Frick, Sales e Frick (2012), no Plano de Negócios da Incamp de 2008 foram definidas como oportunidades a demanda crescente de empreendedores por incubação, com foco em áreas tecnológicas diversa como telecomunicações, eletrônica, informática, novos materiais, química fina, biotecnologia, etc., a possibilidade de realizar parcerias com empresas do setor privado com vocação tecnológica, localizadas na região de Campinas, sua localização geográfica privilegiada, com a existência de parques tecnológicos, incentivos fiscais, ampla rede de comunicação por fibra óptica e existência de um grande número de centros de pesquisa de alta tecnologia.

Além das oportunidades, a Incamp identifica como seus principais objetivos o desenvolvimento de tecnologias ao país, fluxo contínuo de inovações, geração de riqueza e novos empregos, diversificação e desconcentração industrial e valorização da cultura empreendedora (Gomes e Sablón, 2010). Ao longo dos anos de atividade, a Incamp já conta com 31 (trinta e uma) empresas incubadas, conforme dados fornecidos pela própria incubadora. A incubadora é coordenadora de um projeto direcionado ao aprimoramento das ações de prospecção de empresas e transferência de *know-how* para outras incubadoras da região. Em 2008 foi premiada pela Anprotec como Incubadora do Ano, na Região Sudeste. Seu gerente foi eleito Líder Empresarial Setorial 2008 no ramo Incubadoras e Tecnologias de Ponta no Fórum de Líderes Empresariais. Tais premiações e reconhecimentos reforçam seu papel como agente importante do desenvolvimento regional.

A incubadora determinou como fatores críticos de sucesso a seleção criteriosa das empresas a serem incubadas, a prestação de serviços de excelência para essas empresas e o

acompanhamento sistemático das incubadas com o oferecimento de consultorias de alto nível (Frick, Sales e Frick, 2012). Vale destacar que por “empresas incubadas” entende-se aquelas que participaram do processo de incubação da Incamp. As “empresas filhas” da Unicamp são todas aquelas empresas criadas por alunos, não necessariamente associadas às empresas incubadas.

Para executar seus programas de incubação, a Incamp oferece na modalidade de incubação residente módulos de 25m², com ponto de telefone e de internet, sala de reuniões para dez pessoas, auditório para 60 pessoas, secretaria com serviço de atendimento ao público, sala da gerência, sanitários, copa e recepção. Além de seu espaço físico, a Incamp proporciona condições favoráveis para interação da empresa incubada com as unidades de ensino e pesquisa da Unicamp. Nos casos em que as empresas incubadas precisam realizar testes ou desenvolver protótipos industriais, geralmente são utilizados os laboratórios e centros da Unicamp. A Incamp tem procurado estabelecer convênios formais e informais com as diversas unidades da Unicamp para atender essas e outras necessidades técnicas dos incubados. Já a agência de inovação da Unicamp (INOVA), responsável por gerenciar a inovação tecnológica na universidade e por intermediar a transferência de tecnologia e as parcerias entre Unicamp e as empresas, além de administrar o Parque Científico e o Tecnológico da Unicamp e a Incubadora de Empresas de Base Tecnológica (Incamp) completa 15 anos de atuação. No ano de 2003, a Incamp passou a formar parte da Agência de Inovação da Unicamp, com objetivo fortalecer as ações de parceria da universidade com os setores público e privado. Apesar da agência de inovação ser recente, a Unicamp já estimulava a relação universidade-sociedade desde o ano de 1972, quando foi criado o Centro de Tecnologia (CT), para prestar serviços de apoio às unidades de ensino e pesquisa, e em 1990, com a criação do Escritório de Transferência de Tecnologia (ETT) (Gimenez, Bambini e Bonacelli, 2016).

A tabela abaixo apresenta os resultados entre 2013 e 2017 da agência Inova Unicamp, referente a seus avanços em patentes, contratos de licenciamento, convênios, entre outros quesitos.

Tabela 1. Indicadores de desempenho da Inova (2013 – 2018)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Pedidos de patentes depositados no INPI</i>	72	79	58	81	81	72
<i>Pedidos de patentes depositados no exterior (PCT)</i>	16	12	21	33	27	10
<i>Patentes vigentes</i>	876	946	995	1045	1121	n.d.
<i>Pedidos de registro de programa de computador</i>	16	20	12	21	12	n.d.
<i>Contratos de licenciamento vigentes</i>	59	57	71	87	100	115
<i>Convênios de P&D (ano)</i>	15	8	26	26	25	75
<i>Empresas incubadas</i>	8	9	15	13	18	n.d.
<i>Empresas graduadas (acumulado)</i>	37	40	44	44	49	51
<i>Eventos e cursos promovidos pela Inova</i>	17	31	44	60	61	n.d.

Legenda: n.d.: não disponível.

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir do Relatório de Atividades (2017, 2018) da Inova Unicamp.

Outras formas de promoção ao empreendedorismo e à inovação na Unicamp são por meio de prêmios, como o Prêmio Inventores 2017, onde em sua nona edição, foram reconhecidos docentes, pesquisadores, alunos e ex-alunos da Unicamp que realizaram atividades que envolvem a proteção da propriedade intelectual e a transferência de tecnologias

desenvolvidas na Universidade. O Desafio Unicamp, em sua sétima edição, é uma competição nacional de empreendedorismo que visa o desenvolvimento de modelos de negócio baseado em patentes e softwares da Unicamp. A Unicamp conta com outras formas de fomento ao empreendedorismo de base tecnológica, como a *software experience*, Inova Jovem, Prêmio Inova, entre outros. Até o ano de 2018, e segundo informações disponibilizadas no site da respectiva incubadora de empresas, a Incamp possui 3 (três) empresas com pré-incubação em andamento, 7 (sete) empresas com pré-incubação concluída, 11 (onze) empresas incubadas e 31 (trinta e uma) empresas graduadas.

Segundo dados do relatório Inova 2017, a agência obteve algumas conquistas como por exemplo os ganhos econômicos de R\$ 1.349.038,00 - em royalties, taxa de acesso à tecnologia, entre outros- e diminuição da dependência de recursos da Unicamp, uma vez que, atualmente, 56% dos recursos advêm de arrecadação da Inova e 44% são oriundos da Unicamp.

4.2 Caracterização dos processos de incubação

O edital de seleção das empresas a serem incubadas pela Incamp é público e disponibilizado no site da própria incubadora. O processo de seleção é contínuo e a seleção é realizada 4 (quatro) vezes ao ano, por meio da análise de propostas por uma comissão avaliadora. Além do edital, os anexos para apresentação de proposta e a minuta para convênios também são disponibilizados no site da Inova Unicamp e da Incamp. Para participação do edital, é necessário a apresentação de propostas que contemplem projetos de formação de empresas de base tecnológica, nas diversas áreas do conhecimento. O número de vagas é condicionado à capacidade de atendimentos por parte da Incamp e à qualidade das propostas submetidas. É necessário que as propostas sejam entregues com o comprovante de pagamento da taxa de inscrição, no valor de R\$ 350,00. A avaliação é feita com base em uma análise técnica da proposta e de uma avaliação e entrevista pela comissão avaliadora. Os principais critérios de seleção são: elaboração da proposta com preenchimento de todos os campos constantes no anexo 1; qualificação da equipe proponente; perfil empreendedor; aspecto tecnológico (conteúdo tecnológico e grau de inovação); aspecto financeiro (planejamento financeiro e fonte de recursos); potencial de mercado; capacidade de gestão; aderência aos serviços propostos pela Incamp; aderência ao escopo (empresa de base tecnológica); potencial de interação com a Unicamp; disponibilidade de dedicar-se ao negócio. Segundo o próprio edital, os programas e as modalidades de incubação podem ser definidos segundo as modalidades residente e não- residente, sendo que neste último caso não há infraestrutura física envolvida.

Figura 5. Caracterização dos programas de incubação da Incamp

	Pré-incubação	Incubação
Objetivo	Apoiar empreendedores na transformação de ideias e projetos em novas empresas de base tecnológica. O programa é apropriado para projetos embrionários que não tenham originado uma empresa e que precisem de validação técnica e de mercado.	Tem como objetivo apoiar o desenvolvimento de novas empresas de base tecnológica visando seu crescimento. Trata-se de um programa adequado para projetos que já originaram uma empresa ou que estão em vias de originar uma ou ainda, para aqueles que passaram pelo Programa de Pré-Incubação.

Público-alvo	Os empreendedores demandam formação inicial básica, sobretudo em quesitos de gestão e negócios.	Empreendedores que embora precisem aprimorar seus conhecimentos em gestão e negócios, já possuem conhecimento básico sobre como empreender.
Duração máxima	12 (doze) meses	36 (trinta e seis) meses

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Além disso, quando a empresa é considerada “graduada”, significa que após o período limite de incubação (máximo três anos), essa representa a etapa final da empresa na incubadora, onde já está definido o cliente e o produto ofertado possui escalabilidade. Para o programa de pré-incubação, na modalidade residente o valor cobrado pela Incamp é de R\$450/mês e para a modalidade não- residente de R\$350,00. Para o programa de incubação, os valores constam abaixo.

Tabela 2. Valores dos programas de incubação da Incamp nas modalidades residente sala compartilhada, residente sala exclusiva e não-residente

	Valores incubação		
	Residente Sala Compartilhada	Residente Sala Exclusiva	Não-residente
Ano 1	R\$ 450,00/mês	R\$ 700,00/mês	R\$ 400,00/mês
Ano 2	R\$ 550,00/mês	R\$ 800,00/mês	R\$ 500,00/mês
Ano 3	R\$ 650,00/mês	R\$ 900,00/mês	R\$ 600,00/mês

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os principais serviços oferecidos pela Incamp são: permissão de uso de uma sala exclusiva ou compartilhada (exceto para os casos da modalidade não-residente), infraestrutura de uso compartilhado (acesso à internet, limpeza das áreas comuns, sanitários, sala de reunião e auditório com área para reuniões), intermediação da interação com as unidades de ensino e pesquisa da Unicamp para acesso a informações científicas, serviços tecnológicos e projetos de pesquisa, Orientação para elaboração e encaminhamento de projetos para captação de recursos junto a agências de fomento, Orientação para apresentação de projetos a investidores, orientação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia, orientação para elaboração e/ou atualização do plano de negócio e promoção de capacitação em gestão financeira, marketing, planejamento, produção e operações.

4.3 Discussão de resultados

4.3.1 Perfil das empresas incubadas

Quanto ao vínculo dos empreendedores com a Unicamp entre 2005 e 2015, pode-se concluir que toda a amostra possui ou já possuiu algum vínculo com a universidade, em sua maioria como discentes, o que se relaciona com o tema de *spin-offs* discutido anteriormente, visto que nesse caso a organização-mãe pode ser considerada a universidade.

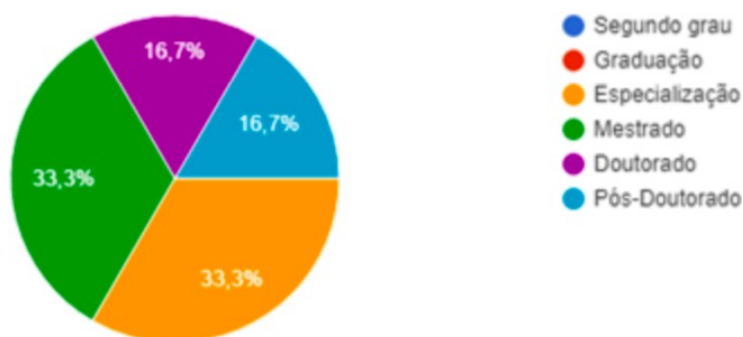
Figura 6. Relacionamento dos empreendedores da Incamp com a Universidade, segundo o percentual dos entrevistados

<i>Relacionamento</i>	<i>Percentual (%)</i>
Discente	50,00%
Pesquisador	33,30%
Docente	16,70%

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados primários.

Pirnay, Surlemont e Nlemvo (2003) afirmam que os empreendedores de *spin-offs* podem ser divididos em duas categorias principais – estudantes e acadêmicos. A primeira categoria é formada por estudantes de graduação ou pós-graduação da universidade e a segunda por professores e pesquisadores da instituição.

Figura 7. Grau de escolaridade dos empreendedores



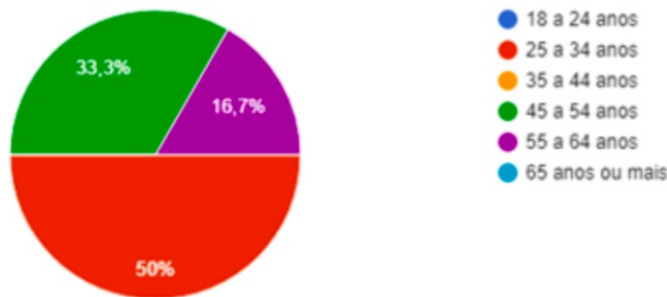
Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados primários.

Quanto à escolaridade, todos os empreendedores possuem elevado nível de escolaridade. Isso nos mostra que o perfil do empreendedor de base tecnológica difere do empreendedor comum, visto que o perfil de escolaridade deste é de primeiro grau completo e segundo grau incompleto, e conforme comentado por Pavani (2015), uma *spin-off* diferencia-se de uma empresa tradicional principalmente pelo perfil de pessoas que estão nela, sendo que tendem a ser mais qualificados do que os que trabalham nas micro e pequenas empresas tradicionais. Grande parte da amostra possui gestores formados na área de ciências exatas, especificamente engenharia, sendo que apenas um considera-se da área de ciências biológicas, especificamente metabolismo e clínica médica, fato que pode explicar o foco em desenvolvimento de novos produtos, tecnologias ou soluções e que compreende um dos quesitos para a seleção no edital da incubadora, e que conversa com os dados sobre principais setores de atuação das incubadoras no Brasil, sendo que o primeiro encaixa-se nas empresas de tecnologia. Desse modo, pode-se caracterizar as empresas como sendo de base tecnológica, cujos produtos, processos ou serviços são gerados a partir de resultados de pesquisas aplicadas, nos quais a tecnologia representa alto valor agregado, conforme discutido por Gomes e Sablón (2010). Pavani (2015) comenta que em *spin-offs*, os tipos de produtos e serviços que são gerados incorporam novos conhecimentos, técnicas ou tecnologias e por isso tendem a ser inovadores. Dessa forma, obtendo-se o perfil de escolaridade e dos produtos gerados possuírem alta tecnologia, é possível concluir que os perfis dos empreendedores de base tecnológica divergem do perfil do empreendedor tradicional brasileiro.

Com relação ao perfil etário dos empreendedores, pode-se perceber que a amostra é composta majoritariamente por jovens de 25 a 34 anos, segundo a figura abaixo, fato que pode ser relacionado com o vínculo dos empreendedores, visto que a maioria são discentes da

universidade.

Figura 8. Faixa etária dos empreendedores



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados primários.

A amostra é composta quase que totalitariamente por homens (83,3%) e apenas uma respondente declarou ser mulher (16,7%), fato que também ocorre no perfil do empreendedor tradicional. Além disso, grande maioria não possuía nenhum tipo de experiência anterior no mercado de trabalho (66,7%), e apenas dois respondentes (33,3%) afirmaram ter tido alguma experiência anterior, como consultor de negócios e gerente de projeto, respectivamente. Dentre as seis empresas respondentes, apenas uma entrou na incubadora utilizando-se da pré-incubação, e o mesmo ocorre com o tipo de incubação, sendo que apenas uma caracteriza-se por não residente. É interessante ressaltar que, apesar da incubação não residente ser ainda pontual - somente 1 frente a 5 residentes, esta já é uma realidade e, muitas empresas já não visam o espaço físico como um grande atrativo para a incubação. Atualmente, outros atributos já parecem ser mais relevantes e atrativos para as empresas, seja pela maior facilidade em encontrar um espaço físico ou custo que este pode representar para a empresa, esse já não é mais o grande foco das empresas incubadas. Grande parte das empresas da amostra (83,3%) informaram que permaneceram na incubadora durante 36 meses, prazo máximo da incubação, o que comprova que houve interesse em manter-se estabelecido durante a permanência máxima na incubadora, e apenas uma (16,7%) ficou estabelecida na incubadora durante 24 meses, e todas afirmam que o período foi muito importante para o desenvolvimento da empresa e que após um tempo, outros tipos de necessidade surgem, como por exemplo de um espaço físico maior, devido ao crescimento da empresa e a busca por independência no mercado. Portanto, pode-se concluir que o perfil dos empreendedores incubados respondentes se caracteriza por discentes, jovens, com alto nível de escolaridade, sem experiência anterior, em sua maioria homens e que optaram pela modalidade forma de entrada por meio da incubação e de modalidade residente.

4.3.2 Processo de incubação

Percebe-se que o custo de instalação e a busca por capacitações são os fatores centrais na busca pela incubadora, além da busca por reconhecimento institucional junto à Universidade, como mostra a figura abaixo.

Figura 9. Objetivos na busca pela incubação

Objetivos da busca pela incubação	Número de vezes apontado	Frequência (em %)
Reconhecimento institucional/proximidade com a Universidade	5	83,3
Custo de instalação/infraestrutura física/recursos materiais	4	66,7
Capacitação/consultorias/formação gerencial e comercial	4	66,7
Facilidade de acesso à insumos tecnológicos/base de dados/ambiente facilitador	2	33,3
Mão-de-obra/capital humano	1	16,7
Desenvolvimento de novos produtos/serviços	1	16,7
Captação de fomento	1	16,7

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados primários.

As empresas destacam que a principal forma de apoio da incubadora está relacionada com a questão de infraestrutura e serviços, seguido por seu ambiente facilitador, diminuição de custos e a rede de relacionamentos, que apresentam a mesma frequência de resposta.

Figura 10. Criação de capacidades e vantagens competitivas

Criação de capacidades e vantagem competitiva	Número de vezes apontado	Frequência (em %)
Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	6	100
Captação de fomento à inovação – nível estadual – PIPE e outros	5	83,3
know-how/aprendizado cumulativo	3	50
experimentação	1	16,7
Conhecimento tácito (consultoria, informações de clientes, treinamento prático, etc)	1	16,7
Conhecimento codificado (livros, manuais, revistas, feiras, exposições, cursos e programas)	1	16,7
captação de fomento à nível federal	1	16,7

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados primários.

Porém, apenas uma empresa apontou que a incubadora auxiliou de alguma forma no apoio à P&D, fato que poderia ser objeto de outro estudo e que talvez seja um *gap* a ser melhor compreendido, visto que muitas empresas buscam parcerias com empresas de base tecnológica e *spin-offs* em busca de soluções de P&D que não conseguiram suprir, relacionando-se com o modelo de interação universidade- empresa e abordagem da *Triple Helix*.

Sobre o licenciamento de patentes, softwares ou outra modalidade de propriedade intelectual, quatro empresas apontaram que nenhuma dessas modalidades foi efetivada, e duas empresas afirmaram que houve realização de um destes processos, fator que nos mostra que muitas empresas não visam somente desenvolver produtos, serviços ou tecnologias durante o período de incubação, e que outros fatores, como é o caso das consultorias, podem ser mais atrativo para as mesmas. Isso não quer dizer que este não seja um dos objetivos da incubadora de base tecnológica, mas na amostra em questão, percebe-se que grande maioria já havia desenvolvido seu produto e/ou serviço e que outros fatores para o desenvolvimento da empresa são importantes para sua entrada no mercado. No que diz respeito à criação de capacidades e vantagens competitivas durante o período de incubação por meio da interação com as universidades, pesquisadores e entre outros, todas as empresas apontaram que houve desenvolvimento de P&D, fator contrastante com a questão de apoio e suporte por parte da Incamp. A conclusão que pode ser gerada é que, durante o período de incubação houve geração de P&D, mas que provavelmente as empresas esperavam um maior apoio por parte da incubadora nesse aspecto. Cinco empresas selecionaram que houve captação de fomento à nível estadual, que ao início do questionário não foi apontado como um fator chave para a motivação da entrada na incubação, mas que provavelmente durante o período incubado, foi necessário para o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias.

Como discutido anteriormente, a combinação de tecnologia, capital e *know how* estimula o empreendedor e acelera o desenvolvimento de novos empreendimentos, e *spin-offs* constituem uma das formas de transferência de tecnologia, *know how* ou conhecimentos da universidade para a sociedade. A questão do conhecimento tácito e codificado está relacionado com o desenvolvimento da tecnologia pela *spin-off*, e que apresentou um apontamento baixo na pesquisa, sendo relativamente contraditório, visto que a tecnologia é a base dos produtos e serviços desenvolvidos pela *spin-off*, mas que pode-se levar em consideração outras formas de

desenvolvimento destes, como é o caso do P&D.

Sobre as principais dificuldades no período de incubação, as empresas destacam o pouco apoio oferecido pela incubadora no que se refere ao acesso a recursos financeiros para viabilizar o negócio, a dificuldade em encontrar investidores de risco, a falta de consultorias e capacitação e a efetivação de vendas.

4.3.3 Pós incubação e trajetória com a Unicamp

Grande parte das interações apontadas relacionam-se com centros de pesquisa, com próprios pesquisadores da universidade e com outras entidades relacionadas com a universidade, como a própria e seus docentes, confirmando as interações entre universidade-empresa. Porém, os dados nos mostram que nem sempre o networking e vínculos são criados após a incubação.

Somente metade das empresas respondentes havia apontado anteriormente o networking forma de assistência disponibilizada pela Incamp para as empresas, ou seja, como sugestão dos próprios respondentes, há grande interesse no relacionamento entre as empresas, que poderiam ser agrupadas por setores, por exemplo, afim de haver uma maior troca de experiências, visto que muitas estão em diferentes períodos de desenvolvimento de seus produtos e serviços.

Na última etapa, o processo de graduação de forma geral foi avaliado por três empresas como muito bom e oportuno, gerando bons resultados. Para as outras três empresas, o processo foi um pouco deficitário, comentando que não houve apoio formal por parte da incubadora na graduação e que não há nenhum processo formal de graduação.

Como principais dificuldades enfrentadas após esse processo, quando as empresas efetivamente foram para o mercado, as que mais se destacam estão relacionadas com a captação de clientes, falta de mercado e investimentos, manter a estrutura da empresa a custos baixos e aumento de custos fixos, além de maiores dificuldades para obtenção de licenças e recursos fora da universidade para alguns setores que demandam maiores burocracias.

Todas as empresas afirmaram que buscariam a incubadora para novos empreendimentos, somente não buscariam atualmente pois já estão com o modelo de negócio desenvolvido.

5. Conclusão

Percebe-se que a maior forma de criação de capacidade competitiva nas empresas incubadas na Incamp no período entre 2005 e 2015 foi por meio das atividades de P&D, fator que corrobora com a criação de novas tecnologias e com os princípios para que as empresas sejam caracterizadas como *spin offs*, de acordo com o perfil de seus empreendedores de maior qualificação profissional, criação de vantagens competitivas e novas tecnologias em associação com a Universidade.

De acordo com as análises, pode-se concluir que o principal foco das empresas incubadas muitas vezes não é do desenvolvimento dos produtos na incubadora e a propriedade intelectual não é atributo de maior relevância, visto que o maior objetivo comentado pelos respondentes o desenvolvimento mais técnico e gerencial de suas empresas, nos mostrando a fragilidade em gestão da inovação e criação de capacidades de liderança e empreendedorismo nas universidades.

Além disso, o networking apesar de ser um fator chave para empresas iniciantes, nem

sempre é um fator bem desenvolvido durante a incubação, e como comentado pelas próprias empresas, uma sugestão seria um maior agrupamento de empresas de setores similares e diferentes tempos de incubação para a troca de experiências e contatos. Além disso, percebe-se que o networking gerado é muito fechado entre as próprias entidades da Unicamp e Incamp, e que vínculos externos poderiam auxiliar na transição para o mercado e para projetos e parcerias futuras.

Como recomendações para as empresas que buscam a incubação, destaca-se a análise dos serviços oferecidos pela incubadora, aproveitamento das oportunidade para alavancar o negócio, e durante o processo relacionar-se com outras empresas e trocar experiências, além de aproveitar as consultorias e o apoio gerencial oferecido e verificar a real necessidade da incubação, estudar o produto ou serviço a ser desenvolvido e se há mercado disponível para este, pois o ambiente é diferente de quando se entra, de fato, em um mercado competitivo.

Já para as ICTs e outras incubadoras de base tecnológica, as empresas destacam a importância das consultorias em áreas não técnicas, como contabilidade, marketing, entre outras, além de um maior acompanhamento no desenvolvimento dos negócios, ou seja, elementos para a construção do negócio efetivamente. Isso demonstra que há um enorme potencial de desenvolvimento de novos negócios a partir da promoção do empreendedorismo tecnológico no país, inclusive nas Universidades. Adicionalmente, iniciativas relacionadas ao empreendedorismo reforçam e destacam o papel da universidade como um agente transformador da realidade¹ e destacam sua importância na promoção do ensino, pesquisa e extensão e geração de resultados para os desafios da sociedade contemporânea.

6. Referências Bibliográficas

Anprotec. *Panorama 2005*. Disponível em:

<http://www.anprotec.org.br/ArquivosDin/Panorama_2005_pdf_11.pdf> Acesso em: 10 dez. 2018.

Barcelos, R. L. G.; Mocelin, D. G. (2016) Ciência e mercado: impasses na institucionalização de práticas empreendedoras em uma universidade pública brasileira. *Revista brasileira de ciências sociais*. São Paulo, SP. Vol. 31, n. 92, p. 1-26.

Borges, C., Filion, L. J. (2012) Evolução do capital social empreendedor dos spin-offs universitários. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas - REGEPE*, v.1, n. 1, p. 3-31.

Carayannis, E. G.; Campbell, D. F. J. (2009). Mode 3 and Quadruple Helix: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, v. 46, n. 3/4, p. 201-234.

Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (1996) *A Triple Helix of University-industry- government relations*. New York: University of New York.

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*, v. 2, n. 2, p. 109- 123.

Etzkowitz, H. (2004) The evolution of the entrepreneurial university. *International Journal of Technology and Globalisation*, v. 1, n. 1, p. 64-77.

Frick, S. T. F.; Sales, D. I.; Frick, O. O. (2012) *Financiamento de Capital Empreendedor para ENBTs: O Caso das Empresas Incubadas na Unicamp*. Artigo no. 488. Disponível em:

<http://www.stratmarket.com.br/publicacoes/financ_capital_emp.pdf> Acesso em: 04 de jul. 2019.

Gil, A. C. (2014). Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª edição. São Paulo: Atlas.

Ilzuka, E.S.; Moraes, G. H. (2014) Análise do potencial e perfil empreendedor do Estudante de administração e o ambiente universitário: reflexões para instituições de ensino. *Administração: ensino e pesquisa*, v. 15, n. 3,

¹ Recentemente o Jornal Folha de São Paulo divulgou uma matéria sobre a importância das incubadoras tecnológicas e entrevistou inclusive a gerente da Incamp, que destacou a carência dos empreendedores na formação de “visão de negócio”. Recomenda-se a consulta em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mpme/2019/04/universidades-ajudam-aluno-a-transformar-ideia-em-negocio.shtml>> Acesso em: 23 de abr. 2019.

- p. 593-630.
- Gomes, A. B.; Sablon, V. I. (2010) O empreendedorismo e a Incamp (Incubadora de base tecnológica da Unicamp) como facilitadores para as empresas semente no Brasil. *Revista Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 18. Disponível em: <<http://www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/89>>. Acesso em: 04 jul. 2019.
- Ipiranga, A. S., Freitas, A. A., Paiva, T. A. (2010) O empreendedorismo acadêmico no contexto da interação universidade – empresa – governo. *Cadernos EBAPE*, v. 8, n.4, dez, 2010, p. 676-693.
- Inova Unicamp, *Relatório Anual 2017*. Recuperado em 21 de abril de 2019 em: <<https://www.inova.unicamp.br/relatorio-de-atividades/>>.
- Markusen, A.; Hall, P.; Glasmeier, A (1986). *High tech America: the what, how, where and why of sunrise industries*. Boston: Allen & Unwin.
- Medeiros, J.A. (1998) Incubadoras de empresas: lições e experiência internacional. *Revista de Administração*. São Paulo, v. 33, n.2, p. 5-20.
- Meyer, M.H.; Roberts, E.B (1988). Focusing product technology for corporate growth. *Sloan Management Review*, v. 29, Summer, p. 7-16.
- Nlemvo, F; Pirnay, F; E Surlemont, B. (2002) A stage model of academic spin-off creation. *Technovation*, v. 22, n. 5, p. 281-289.
- Noveli, M.; Segatto, A. P. (2012) Processo de cooperação universidade-empresa para a inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual. *Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 81-105.
- Pavani, C. (2015) Spin offs universitárias: um estudo multicase de empresas originárias da Escola Politécnica da USP e da COPPE da UFRJ. *Tese de doutorado em ciências*.
- Pirnay, F.; Surlemont, B.; Nlemvo, F. (2003) Toward a typology of university spinoffs. *Small Business Economics*, v. 21, n. 4, p. 355-369.
- Porter, M. E. (1989) *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus.
- Porto, G. S. et al. (2011) Rede de interações universidade-empresa no Brasil: uma análise de redes sociais. *Revista de Economia*, Paraná, v. 37, p. 51-84.
- Rothwell, R.; Dodgson, M. (1989) Technology strategies in small and medium sized firms. In: DODGSON, M. (Ed.). *Technology strategy and the firm*. London: Longman.
- Revista Inovação (2016). *Revista Eletrônica de P, D&I*, Disponível em Inovação: <<https://www.inovacao.unicamp.br/noticias/startups-colaboram-com-o-desenvolvimento-da-rmc/>>. Acesso em: 14 de ago. de 2018
- Schumpeter (1988), J. A. *A teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico*. 3. ed. São Paulo: Nova Cultural.

Modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia de tecnología limpia en la industria de la construcción. Un estado del arte.

Rolando-Arturo Cubillos-Gonzalez

Universidad Pontificia Bolivariana, Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación, Colombia
rolando.cubillos@upb.edu.co

Resumen

La necesidad de innovación en el sector de la construcción en Colombia ha llevado a identificar que las construcciones sostenibles son la base para que el sector sea competitivo a nivel local e internacional. En este aspecto las empresas constructoras colombianas consideran necesario un mejoramiento en los procesos de innovación que permitan orientar el mercado hacia parámetros de sostenibilidad. Un elemento importante para el desarrollo exitoso del proceso de innovación en la industria de la construcción en Colombia es la transferencia de tecnología, ya que por medio de esta se mejora la capacidad de las empresas de construcción para absorber y utilizar nuevas tecnologías. En el caso de las construcciones sostenibles la transferencia de tecnologías limpias se convierte en un factor importante para los procesos de innovación de la industria de la construcción en Colombia. Por otro lado, el desarrollo innovativo del sector construcción a nivel internacional conduce a las empresas constructoras colombianas a cerrar su brecha tecnológica obligándolas a alcanzar mayores niveles de productividad y eficiencia. El objetivo de este estudio es analizar el papel de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción en Colombia. El propósito metodológico de este estudio fue una revisión del estado del arte de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción a nivel internacional. El resultado fue la construcción de un modelo que permite identificar las barreras y oportunidades de la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción en Colombia.

Palabras clave

Transferencia de tecnología, Cambio tecnológico, Desarrollo sostenible.

1. Introducción

La adopción de tecnologías limpias en la producción de construcciones sostenibles es fundamental para implementar la sostenibilidad dentro de la industria de la construcción en Colombia. En este sentido se observan que muchas barreras y oportunidades influyen en la aceptación de este tipo de tecnologías. Por tanto, valorar estas barreras y oportunidades es esencial para la promoción exitosa de la adopción de las tecnologías limpias en el sector de la construcción.

En este contexto, la transferencia de tecnologías limpias al sector de la construcción en Colombia se convierte en un factor clave para fortalecer la necesidad de innovación que en los últimos años ha identificado la industria de la construcción (SENA & CAMACOL, 2015). Sin embargo, al parecer no se identifican estudios nacionales sobre el papel de la transferencia de las tecnologías limpias en el sector construcción, los cuales desarrollen modelos que expliquen las barreras y oportunidades de este tipo de transferencia tecnológica.

Por otro lado, la transferencia de tecnología es un elemento importante para el proceso de innovación que puede transformar y complementar las tecnologías actuales para crear y mantener

mejores niveles de desempeño (Sexton et al., 1999). En este sentido, se identifica que el desempeño en la industria de la construcción mejora a través de la transferencia de tecnología y está influenciado por la capacidad de las empresas de construcción para absorber y utilizar una nueva tecnología.

Es así como, autores como Sexton & Barrett (2004) afirman que el papel de la transferencia de tecnología en la innovación de las empresas de construcción en general, y las pequeñas empresas en particular, es poco conocido y existe una clara necesidad de estudio. Habría que decir también, que en la actualidad en el contexto colombiano se tiende a ver la transferencia de tecnología como un ejercicio desarticulado del proceso de innovación. Efectivamente, según una encuesta realizada por Camacol en el 2018 a sus afiliados, un 39 % considera que se presenta una falta de innovación en el mercado. Mientras que un 32% plantea que se presenta una baja adopción de nuevas tecnologías (ver Figura 1).

Figura 1. Limitaciones de productividad industria de la construcción en Colombia.



Fuente: Elaboración propia. Basado en los datos de la encuesta de afiliados Camacol 2018

Este artículo tiene como objetivo modelar las diversas barrera y oportunidades en la adopción de las tecnologías limpias en el sector construcción en Colombia. La estructura de este artículo es la siguiente. Primero, se presentarán un resumen de la revisión literaria relacionada con el papel de la transferencia de tecnología. Para ello, se identificarán las barreras tecnológicas, las estrategias tecnológicas, la transferencia tecnológica, la adopción tecnológica. En segundo lugar, se propone un modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia tecnológica en la industria de la construcción en Colombia. Tercero, se propone un modelo de articulación del proceso de transferencia tecnológica para la industria de la construcción articulado al sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Por último, se presentan las conclusiones y las referencias.

2. Metodología

El propósito metodológico fue el de realizar una revisión literaria de artículos científicos resultado de investigación que permitan elaborar un estado del arte que nos conduzcan a la

construcción de un modelo conceptual que identifique las barreras y oportunidades del proceso de innovación en la industria de la construcción, además de reconocer el papel que tiene la transferencia de las tecnologías limpias en este proceso. Para ello, se establecieron las siguientes variables de estudio:

- 1) Barreras tecnológicas (technological barriers).
- 2) estrategia tecnológica (technological strategy).
- 3) Transferencia tecnológica (technology transfer).
- 4) Promoción tecnológica (technological promotion) y Adopción tecnológica (technological adoption).

Por otro lado, se estableció un objetivo metodológico general y tres objetivos metodológicos secundarios. Estos fueron:

- El objetivo metodológico principal fue el de seleccionar el material de publicaciones primarias para la construcción del modelo conceptual.
- Los objetivos metodológicos secundarios fueron: 1) seleccionar artículos indexados publicados entre los años 2008 al 2018. 2) Clasificar el material encontrado por temas de acuerdo con las variables seleccionadas y mencionadas anteriormente. 3) Realizar una revisión sistemática en bases de datos científicas.

La Tabla 1 presenta los nueve países más significativos relacionados con las variables de estudio. Se destaca el Reino Unido con un nivel de citación muy alto (1882 citas), seguido de los estados Unidos (1142 citas) y en tercer lugar Australia (264 citas). En la Ilustración 1 se observa el nivel de intensidad de enlace entre los nueve, destacándose Estados Unidos (con un nivel de intensidad de 7), seguido de China y el Reino Unido (con un nivel de intensidad de 6 respectivamente) y finalmente Hong Kong (Con un nivel de intensidad de 4). Lo que significa que estos cuatro países han desarrollado un nivel fuerte de investigación e interconexión de las variables de estudio.

Tabla 1. Revisión documental.

Número	País	Documentos revisados	Número de citaciones	Intesidad total de enlaces
1	Estados Unidos	36	1142	7
2	China	8	35	6
3	Reino Unido	34	1882	6
4	Hong Kong	7	59	4
5	Australia	18	264	3
6	Turkia	5	185	3
7	Malasia	10	53	2
8	España	5	37	1
9	Países Bajos	10	237	0

Fuente: Elaboración propia. Basado en el análisis realizado en el programa VOSviewer V. 1.6.11.

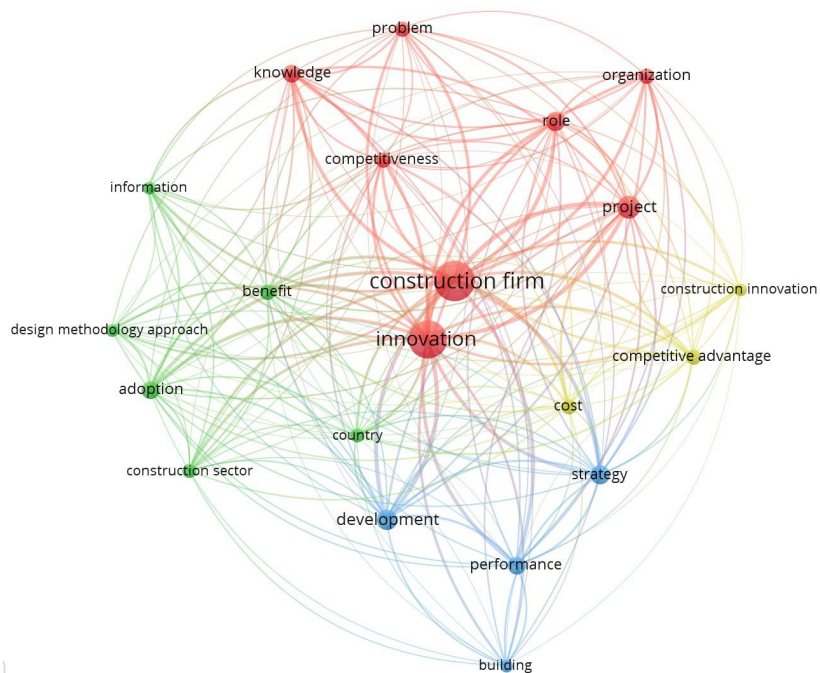
Ilustración 1. Red de relaciones de los países los 9 países más destacados en relación con las cinco variables de estudio



Fuente: Elaboración propia. Basado en el análisis realizado en el programa VOSviewer V. 1.6.11.

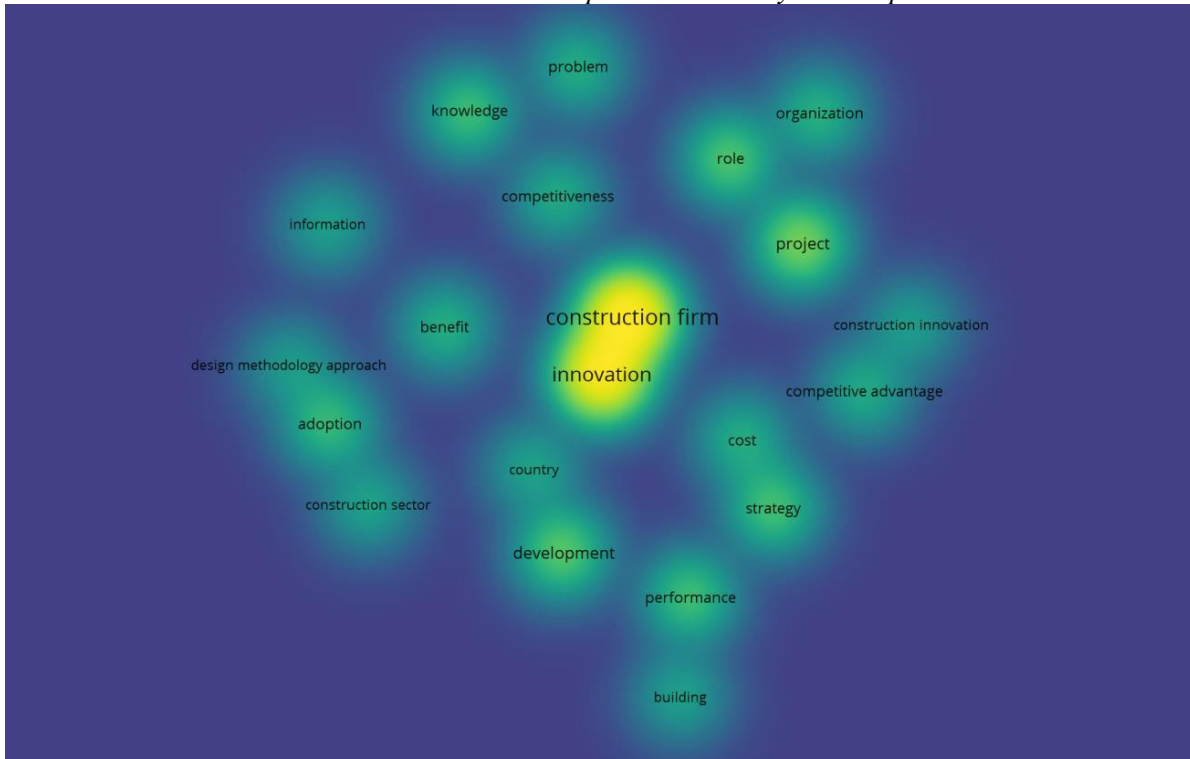
La Ilustración 2 muestra el grado de relevancia de las palabras claves y el campo del resumen. En donde se observa, en primer lugar, el termino Firma Constructora con un grado de concurrencia de 147 y un grado de relevancia de 1,25. Seguido del término innovación con un grado de concurrencias de 130 y un grado de relevancia de 1,09. Lo que significa un alto interés sobre estos dos temas, en relación con las cinco variables seleccionadas. La Ilustración 2 confirma el grado de densidad e interés por estos dos temas. Finalmente, en la Tabla 2. Marco teórico referencial autores más relevantes.

Ilustración 2. Relación de palabras claves



Fuente: Elaboración propia. Basado en el análisis realizado en el programa VOSviewer V. 1.6.11.

Ilustración 3. Grado de densidad de las palabras claves y los campos del resumen.



Fuente: Elaboración propia. Basado en el análisis realizado en el programa VOSviewer V. 1.6.11.

Tabla 2. Marco teórico referencial autores más relevantes.

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL					
Construcciones sostenibles					
	Barreras tecnológicas	Estrategias tecnológica	Transferencia tecnológica	Promoción tecnológica	Adopción tecnológica
Tecnologías limpias	(Chan et al, 2018) (Darko et al, 2018) (Gan et al, 2018) (Ghisellini et al, 2018)	(Leung, 2018) (Chan et al, 2017) (Chang et al, 2016)	(Yin et al, 2018) (Ockwell et al, 2015) (Lam et al, 2015)	(Ghisellini et al, 2013) (Darko et al, 2017) (Persson et al, 2015)	(Wang et al, 2018) (Hwang et al, 2017) (Dwikat et al, 2016)
	Planificación urbana y urbanismo				
	Barreras tecnológicas	Estrategias tecnológica	Transferencia tecnológica	Promoción tecnológica	Adopción tecnológica
	N/A	(Baaban et al, 2017) (Hagbert et al, 2013) (Laban et al, 2015)	N/A	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia.

3. Transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica juega un papel importante en el desarrollo de las capacidades innovativas del sector construcción. Efectivamente, según algunos estudios recientes (Yin & Li, 2018) se han propuesto modelos de juego estocástico diferenciales de tecnologías limpias aplicadas al sector de la construcción. Estas propuestas a partir de simulaciones permiten observar el comportamiento de la transferencia tecnológica desde las perspectivas de las instituciones de investigación académica y aplicarla a los escenarios de creación de empresas en el área de la construcción. Asimismo, el ejercicio permite la simulación de institutos de investigación en colaboración con el Sistema de innovación (SI). Según los autores, este estudio contribuirá a la transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción, proporcionando mecanismos de incentivo a la industria.

Por otro lado, el desarrollo de las construcciones sostenibles por parte de la industria de la construcción frente a la mitigación del cambio climático se hace crucial para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU. Para ello, se requiere de la aplicación de tecnologías limpias en la industria de la construcción. En este sentido, otros estudios (Ockwell & Byrne, 2016) exponen como el Comité Ejecutivo de Tecnología (CET) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) convocó recientemente un taller para comprender cómo el fortalecimiento de los sistemas nacionales de innovación (SNI) podría ayudar a fomentar la transferencia de tecnologías climáticas a los países en desarrollo. Según los autores, fomentar el fortalecimiento de los sistemas de innovación tiene potencial para ser un mecanismo transformador de política internacional para la transferencia de tecnología limpia.

Asimismo, los autores explican que basado en el Mecanismo de Tecnología (MT), se podría extender de manera útil y apoyar los sistemas de innovación relevantes para el clima y desarrollar capacidades tecnológicas que formen la base de un cambio tecnológico transformador y compatible con el clima y el desarrollo. Por ejemplo, otros estudios (Lam, Chan, Yu, Cam, & Yu, 2015) plantean que bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto, los países de todo el mundo pueden cooperar enfrentando el cambio climático mediante el comercio de emisiones, lo que permite una situación de gana-gana al recuperar el ambiente en los países en desarrollo. Según los autores, aunque el potencial el ahorro de energía es significativo, solo hay un número limitado de proyectos en la industria de la construcción registrados como Proyectos MDL. Por tanto, se hace necesario explotar la aplicabilidad de los mecanismos MDL en el sector de la construcción.

4. Barreras tecnológicas

Según estudios realizados las tres mayores barreras que se presentan en la adopción de las tecnologías limpias aplicadas a las construcciones sostenibles en los países en vía de desarrollo son (Chan, Darko, Olanipekun, & Ameyaw, 2018):

- 1) mayores costes en la adopción de las tecnologías.
- 2) Falta de incentivos gubernamentales para transferir dichas tecnologías al sector construcción y falta de esquemas de financiamiento para el apoyo al desarrollo tecnológico de las tecnologías limpias.

Asimismo, en este sentido otros estudios mostraron que (Darko et al., 2018): 1) las

barreras relacionadas con el gobierno tienen una influencia negativa significativa en la adopción de las tecnologías limpias. 2) los factores relacionados con las empresas tienen una influencia positiva importante en la aceptación tecnológica; y 3) Las estrategias de reglamentos y apoyo a la I + D tendrían influencias positivas en el patrocinio de las tecnologías limpias. Paralelamente, otros estudios (Gan, Chang, & Wen, 2018) identifican que conceptos como el de Construcción Fuera del Sitio (CFS) con sus diversas ventajas ha sido considerado como un enfoque prometedor para abordar el Problema de la implementación de las tecnologías limpias en los países en desarrollo. Sin embargo, promover la adopción de CFS es de hecho una tarea que aún enfrenta múltiples barreras. Sobre todo, en lo que respecta a la colaboración de los interesados mediante la integración de recursos.

Pues bien, los autores de este estudio concluyeron que la industria de la construcción puede potencialmente abordar estas barreras. Para ello, otros estudios (Ghisellini, Ripa, & Ulgiati, 2018) proponen que una manera de superar estas barreras es la implementación de la economía circular (EC) como nuevo modelo de desarrollo económico que promueve la máxima reutilización de materiales, bienes y componentes para reducir la generación de residuos al mayor grado. En este sentido, los autores enfatizan que el objetivo de este tipo de economía es innovar toda la cadena de producción, consumo, distribución y recuperación de materiales y energía según una visión de cuna a cuna. Por tanto, es de gran importancia identificar la relación existente entre la implementación de la transferencia de tecnologías limpias y su relación con este tipo de modelos económicos en el sector de la construcción.

5. Adopción tecnológica

Estudios como el de Wang, Zhang, Su, & Deng (2018) exponen que es importante una comprensión de los problemas clave que afectan la adopción de las tecnologías limpias en el sector de la construcción. Por ejemplo, proponen los autores entender la adopción de las tecnologías limpias desde la perspectiva de las encuestas a diferentes diseñadores y empresas constructoras. Los resultados del estudio realizados por ellos, identificó que los factores como la motivación de adopción tecnológica, la capacidad de la tecnología y el conocimiento sobre la tecnología a aplicar son los factores significativos que afectan los comportamientos de adopción tecnológica en los diseñadores. Sin embargo, es de anotar que la gestión de tecnologías limpias no tiene un efecto significativo sobre el comportamiento de adopción tecnológica que tiene los diseñadores.

Desde otro punto de vista, para el contexto colombiano se determina que el sector de la construcción en Colombia es un sector clave de producción (Vargas, 2015). Si bien desde el año 1997, en Colombia se han formulado políticas públicas para la implantación de tecnologías limpias, se observa que en el caso del sector de la construcción y particularmente en el de vivienda social, la implantación de este tipo de tecnologías no ha tenido la repercusión esperada. Según el SENA & CAMACOL (2015) las empresas del sector de la construcción en Colombia demandan un 2,1% en tecnologías orientadas al reciclaje de materiales, un 9,8% demandan en la gestión remota de los proyectos, un 13,3% demandan en tecnologías orientadas a la eficiencia energética y un 14,1% demandan en el consumo de fibra de carbono y materiales ligeros.

Otro punto importante para tener en cuenta, es que según el sector de la construcción sufre en la actualidad un cambio tecnológico con un rezago de 20 años (SENA & CAMACOL, 2015). Por tanto, la innovación en este contexto es una oportunidad de desarrollo de la industria de la construcción para ser más competitivo a nivel internacional. Estos cambios hacia la

innovación se orientan hacia la implementación de lo que el sector ha llamado tecnologías ecoeficientes. En este contexto la transferencia tecnológica de los países industrializados a países en vía de desarrollo se hace prioritaria ya que es por medio de este proceso que se puede reducir la brecha tecnológica entre las tecnologías tradicionales y las tecnologías limpias.

6. Promoción tecnológica

Volvamos ahora la mirada hacia la promoción tecnológica. Según estudios (Ghisellini, Ji, Liu, & Ulgiati, 2018) la producción más limpia como enfoque preventivo a los problemas ambientales se está mostrando como adecuada para abordar los impactos ambientales del sector de la construcción para la transición hacia la Construcción sostenible. Si se tiene en cuenta que, otros estudios (Darko, Chan, Owusu-Manu, & Ameyaw, 2017) afirman que la adopción de tecnologías limpias es fundamental para implementar la sostenibilidad dentro de la industria de la construcción. Muchas barreras, impulsores y estrategias de promoción influyen en la adopción de este tipo de tecnología. Para los autores es fundamental apreciar las barreras, los impulsores y las estrategias de promoción. En este sentido, los autores observan que la aceptación de estas tres variables son el núcleo para la promoción exitosa de la adopción tecnológica en el sector de la construcción.

Es prudente advertir que, otros estudios (Persson & Grönkvist, 2015) proponen investigar desde la perspectiva de las empresas constructoras, la importancia de las barreras para la implementación de tecnologías limpias para las construcciones de viviendas energéticamente eficientes en Suecia. En efecto, las barreras incluyen una amplia gama de temas que deben ser considerados. Por ejemplo, las normas nacionales de construcción, que no se consideran relevantes cuando se trata del consumo de energía. Además, es de vital importancia hacer un énfasis en el desarrollo de procesos que incluyan un análisis del ciclo de vida en el cual participen diferentes actores, incluyendo a las entidades financieras, así como los agentes inmobiliarios, los cuales podrían desarrollar una visión integral que aporte en los procesos de gestión del sector construcción.

7. Estrategias tecnológicas

Respecto a las estrategias tecnológicas aplicadas a la industria de la construcción, la revisión literaria encontró como resultado que algunos estudios afirman (Leung, 2018) que alrededor del 30% en promedio de los usos totales de energía en los países modernos proviene del consumo de energía de las construcciones existentes. Por lo que es importante desarrollar estrategias de consumo energético a través de tecnologías limpias que reduzcan el gasto de este tipo de edificaciones.

En este sentido, los autores consultados afirman que el apoyo y la promoción del gobierno para este tipo de tecnologías son cruciales para fortalecer la sostenibilidad en el sector de la construcción. Sin embargo, existen estudios empíricos limitados (Chan et al, 2017) que identifican Las estrategias para promover la adopción de tecnologías limpias que se aplican internacionalmente, estas son: 1) Incentivos financieros en el mercado para los adoptantes de tecnologías limpias en el sector construcción. 2) disponibilidad de mejor información sobre los costos y beneficios de las tecnologías limpias. 3) políticas y regulaciones gubernamentales obligatorias sobre tecnologías limpias en el sector de la construcción y, por último, etiquetado y clasificación de materiales con tecnologías limpias. Según otros estudios (Chang et al, 2016) otra

estrategia para la promoción de la construcción sostenible se relaciona con el fortalecimiento de las leyes, las políticas y las regulaciones.

Además, se identifican cuatro funciones principales conectados a este tema: la regulación, el control, los incentivos económicos y las actividades de apoyo. Según los autores revisados, para la promoción de la construcción sostenible es de gran importancia incluir el fortalecimiento de la innovación tecnológica y la mejora de los estándares orientados a una producción más limpia.

Habría que decir también, que se identifica que un factor clave son las construcciones en el área urbana. Al respecto estudios (Balaban & Puppim de Oliveira, 2017) identifican que las altas concentraciones de personas y las actividades económicas en las zonas urbanas han fortalecido los vínculos entre las ciudades, la salud y el ambiente. Según estos autores, entre los diferentes elementos del entorno urbano construido, los edificios merecen particular atención por su gran aporte a los problemas ambientales y de salud. Para los autores una estrategia tecnológica desde la visión urbana sería que el sector público acelerara la aplicación de tecnologías limpias y la producción de construcciones sostenibles, incluido el apoyo fiscal, la asistencia técnica y la implementación de políticas.

No es extraño pues que otros estudios (Hagbert, Mangold, & Femenías, 2013) planteen que las visiones globales y locales para entornos de vida sostenibles están cada vez más respaldadas por políticas y estrategias en el sector de la construcción, particularmente en la producción de vivienda. Según los autores, las posibilidades para el sector de la vivienda se dan en el reconocimiento de nuevas formas de desarrollo, donde se requiere una perspectiva sistémica en la alineación entre cómo la industria de la construcción, la política y el mercado perciben el desarrollo de la vivienda.

8. Tecnologías limpias aplicadas al sector de la construcción en Colombia

En resumen, la transferencia de tecnologías limpias juega un papel en el desarrollo de las capacidades innovativas del sector construcción. Porque, permiten observar el comportamiento de la transferencia tecnológica desde las perspectivas de las instituciones y admite aplicarla a escenarios de emprendimiento e innovación en este sector. Por otro lado, aplicar la transferencia de tecnologías limpias en la producción de construcciones sostenibles por parte de la industria, es crucial para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU.

Una alternativa es la aplicación de los Mecanismos de Desarrollo Limpio en el sector de la construcción, ya que este es uno de los sectores que poco ha explorado esta herramienta para los procesos de innovación. Desde el punto de vista del contexto colombiano se identifica que la implantación de este tipo de tecnologías no ha tenido la repercusión esperada. Por lo que ha llegado el momento de afirmar que es necesario plantear estrategias para el fortalecimiento de los procesos de transferencia de tecnologías limpias en el mercado de la construcción en Colombia como impulsor de los procesos de innovación del sector.

9. Resultados

Como resultado se presenta a continuación el modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia tecnológica en la industria de la construcción en Colombia (ver Figura 2).

9.1 Barreras

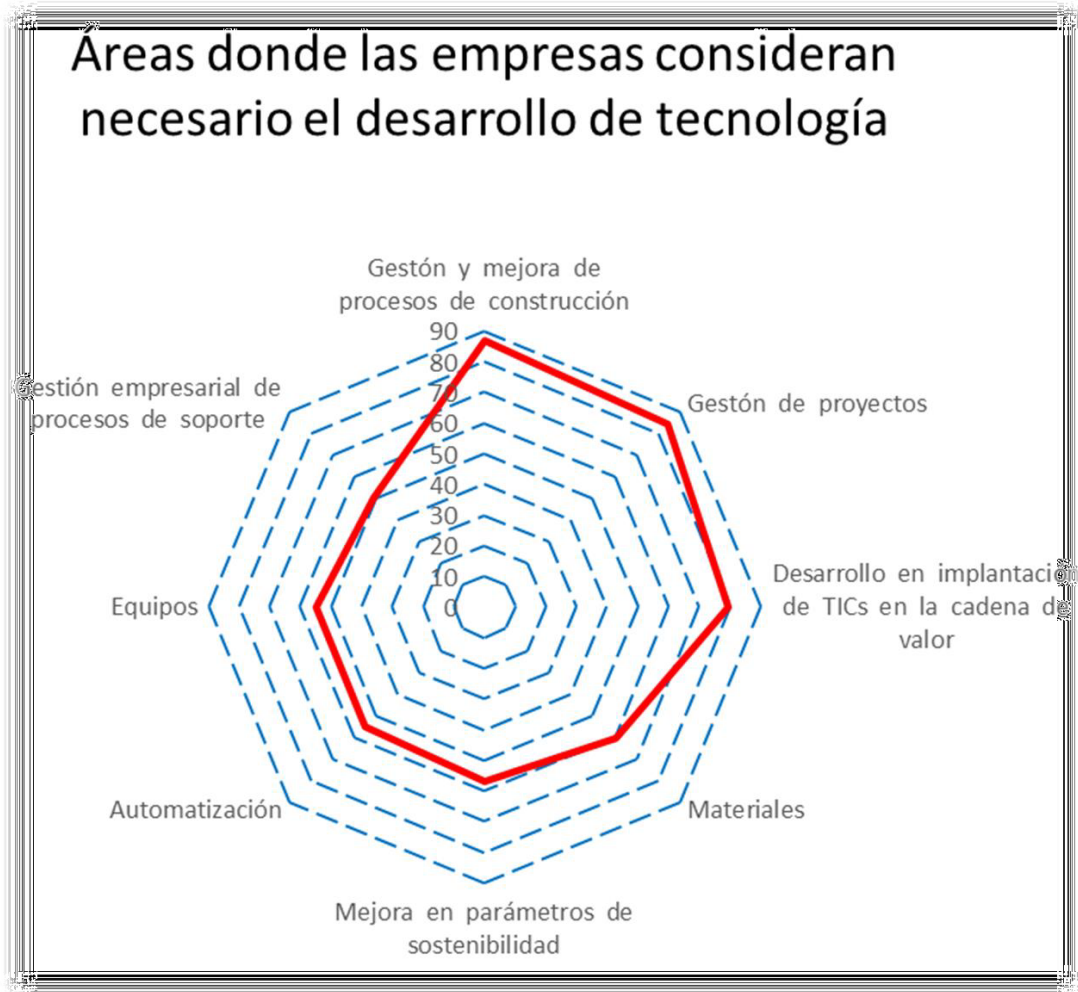
Dentro de los estudios realizados por la Industria de la construcción en Colombia, el mercado se enfrenta en términos de barreras al incremento del cambio climático, el cual requiere de acciones de mitigación que presionan al mercado para el desarrollo de modelos que fomenten las edificaciones sostenibles, para ello el mercado de la construcción enfrenta los siguientes retos que debe implementar en los próximos años: 1) la eficiencia energética. 2) la eficiencia hídrica. 3) el uso de materiales de construcción de baja energía interna. 4) la calidad ambiental interior. 5) la sostenibilidad del lugar. 6) el entorno de la edificación y 7) la sostenibilidad urbana (SENA & CAMACOL, 2015). En el contexto Colombiano se identificaron las siguientes barreras para la implementación de la transferencia de tecnologías limpias en la industria de la construcción: 1) permanencia del sector en los procesos tradicionales de alto impacto ambiental y 2) la permanencia de las tecnologías convencionales.

9.1.1 Permanencia del sector en los procesos tradicionales de alto impacto ambiental

Aunque la industria de la construcción ha realizado esfuerzos considerables en los últimos 15 años para implementar modelos de sostenibilidad, la respuesta ha sido lenta en el mercado. Efectivamente, según el estudio realizado por el SENA & CAMACOL (2015) el sector de la construcción en Colombia presenta una necesidad tecnológica en la mejora en parámetros de sostenibilidad en un 56,8 %, mientras que el sector demanda la implementación de materiales orientados a tecnologías sostenibles en un 60,5 %. Lo cual conduce a la vez a que el sector requiera la mejora de procesos de construcción en un 86,75 % y e implementar mejores prácticas de la gestión de proyectos en un 84,3 % (ver Ilustración 4).

Por lo tanto, el sector de la construcción ha intentado superar las barreras que se presentan desarrollando cooperaciones internacionales como por ejemplo con entidades como el International Financial Cooperation (IFC) que ofrece su apoyo para la elaboración de códigos de construcción sostenible. De la misma manera, Colombia ha venido desarrollando reglamentaciones orientadas a un segmento de carácter obligatorio y a sugerir aspectos de aplicación voluntaria.

Ilustración 4. Áreas donde las empresas consideran necesario el desarrollo de tecnología.



Fuente: Elaboración propia. Basado en los datos de (SENA & CAMACOL, 2015).

9.1.2 Permanencia de las tecnologías convencionales

El sector de la construcción sufre en la actualidad un cambio tecnológico con un rezago de 20 años (SENA & CAMACOL, 2015). Por tanto, este retraso se convierte en una barrera para el desarrollo de procesos de innovación y transferencia tecnológica en el sector. Esto hace que el mercado nacional pierda capacidad y competitividad a nivel internacional. En este contexto la transferencia tecnológica de los países industrializados a países en vía de desarrollo se hace prioritaria ya que es por medio de este proceso que se puede reducir la brecha tecnológica entre las tecnologías tradicionales y las tecnologías limpias.

9.2 Oportunidades

Para el contexto Colombiano se identificaron las siguientes oportunidades para la implementación de la transferencia de tecnologías limpias en la industria de la construcción: 1) Innovación del sector hacia la mitigación del impacto ambiental y 2) Cambio tecnológico orientado a una producción limpia.

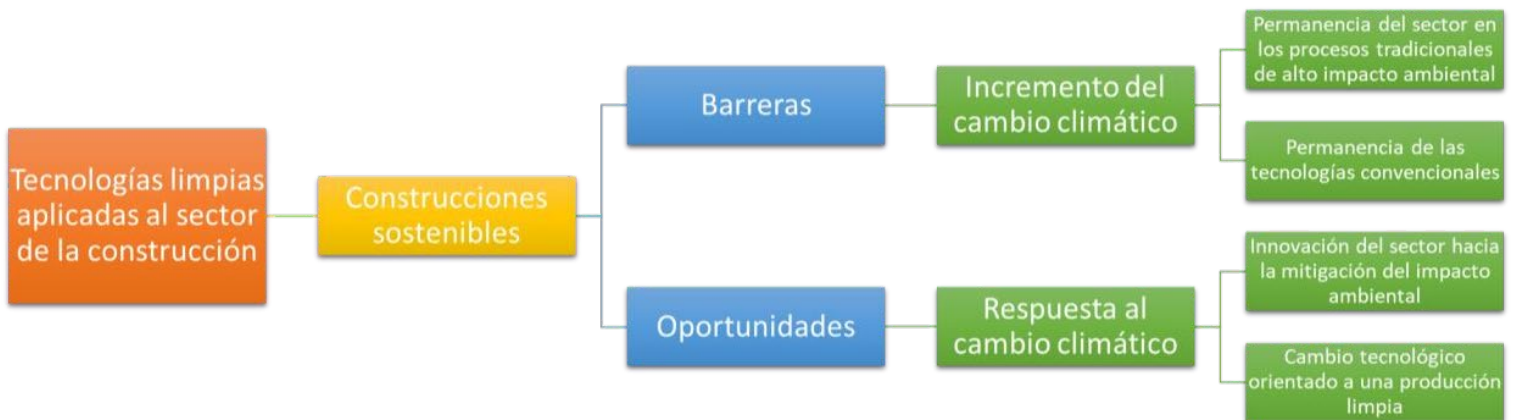
9.2.1 Innovación del sector hacia la mitigación del impacto ambiental

Superar la barrera del costo beneficio de las tecnologías tradicionales implica una nueva visión de modelos de negocio orientados a la sostenibilidad. Las tecnologías limpias dan esta posibilidad al estar relacionadas con un estudio eficiente de los ciclos de vida de la producción y los procesos de construcción. Así mismo, La transferencia de tecnologías limpias permite impulsar nuevos modelos de negocio, ya que considera el desarrollo e intercambio de tecnologías en diferentes niveles, sean estos locales, regionales, nacionales e internacionales. Aquí juega un papel importante la aplicación de técnicas de implementación de sostenibilidad como, por ejemplo, los Mecanismos de Producción Limpia que han sido poco explorados por la Industria de la Construcción en Colombia.

9.2.2 Cambio tecnológico orientado a una producción limpia

Una producción más limpia permite que el sector de la construcción industrialice y automatice sus procesos constructivos y oriente acciones más eficientes para mitigar los impactos ambientales. Asimismo, la producción limpia permite introducir en el sector conceptos como el análisis de ciclo de vida tanto en los procesos constructivos, así como en la producción de materiales y productos relacionados con el sector. En este sentido se presenta la oportunidad de fortalecer los modelos de negocio de las firmas constructoras involucrando unidades de I+D y Unidades de transferencia tecnológica que le permitan mejores prácticas en el mercado.

Figura 2. Modelo de barreras y oportunidades de la transferencia de tecnologías limpias en la industria de la construcción en Colombia.



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, autores como Yin & Li (2018) proponen que la adopción tecnológica es un impulsor de la transferencia tecnológica a partir de la relación de la Universidad, las Empresas del Sector Construcción y las Instituciones Gubernamentales. Dentro de las 22 variables que propone para que esta situación se dé, se destacan tres variables para el caso Colombiano, estas son (ver Figura 3): 1) Apoyo crediticio, 2) subvención del gobierno al proceso de innovación del sector construcción e 3) identificación de las capacidades de innovación de las empresas del sector.

Figura 3. Variables de transferencia tecnológica para el caso colombiano.



Fuente: Elaboración propia.

9.2.2.1 Propuesta para la implementación de una estrategia de innovación por medio de la transferencia tecnológica

Para finalizar, es importante implementar una estrategia para el fomento de la innovación por medio de la Transferencia tecnológica en el sector de la construcción. Para ello, la estrategia estará compuesta de las siguientes fases (ver Figura 4).

9.2.2.2 Proceso de innovación en las Firmas constructoras.

La estrategia busca satisfacer la necesidad de sostenibilidad a partir del desarrollo de procesos de innovación por medio de unidades de I+D orientadas a solucionar las necesidades de la producción de construcciones sostenibles.

9.2.2.3 Transferencia Tecnológica.

Las unidades de transferencia en las firmas constructoras identifican nuevas tecnologías limpias que pueden ser desarrolladas potencialmente en el mercado. En este contexto la estrategia busca implementarse en varios niveles: a) Transferencia Internacional – Nacional. b) Transferencia Nacional – Regional y c) Transferencia Regional – local.

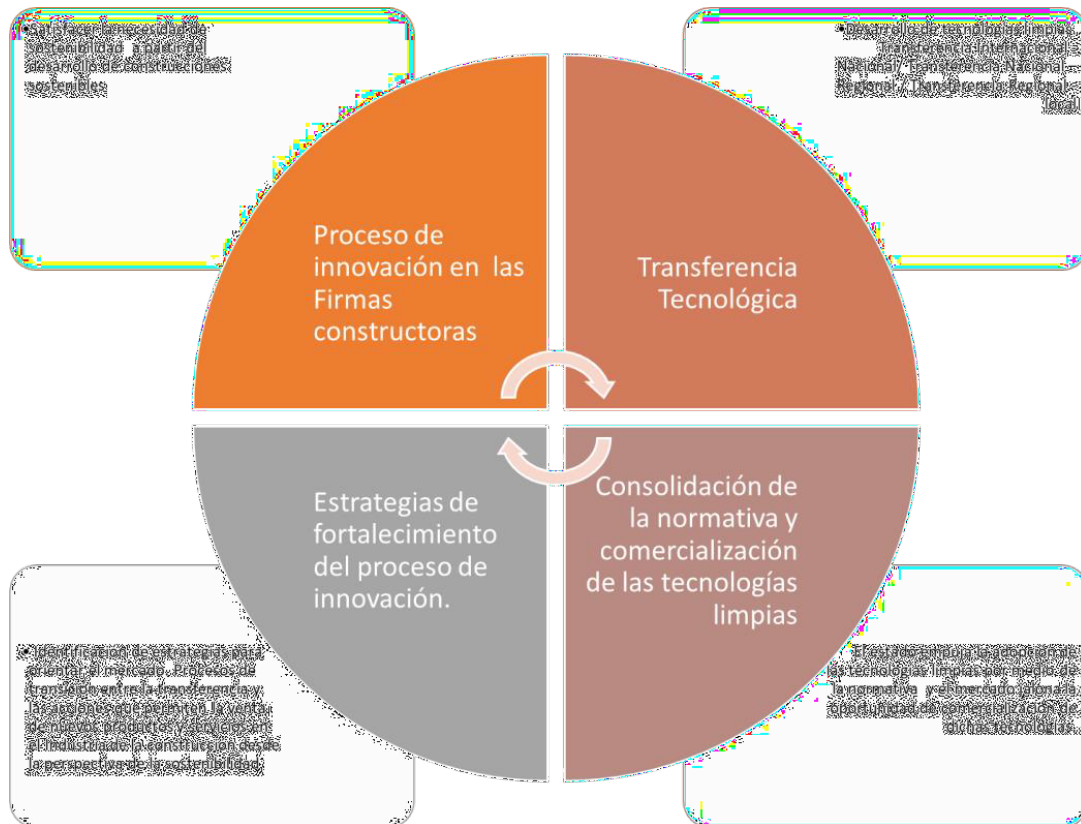
9.2.2.4 Consolidación de la normativa y comercialización de las tecnologías limpias.

En un contexto de fortalecimiento de las políticas de producción limpia el estado empuja la adopción de las tecnologías limpias por medio de la normativa y el mercado jalona la oportunidad de comercialización de dichas tecnologías. Herramientas como los Mecanismos de Desarrollo Limpio aplicados a la Industria de la Construcción facilitan el proceso de transferencia tecnológica al sector. El gobierno y la banca acuerdan mecanismos de incentivos a la innovación.

9.2.2.5 Estrategias de fortalecimiento del proceso de innovación.

La identificación de estrategias para orientar el mercado por parte de las firmas constructoras permite que los procesos de transición entre la transferencia y las estrategias de mercado permiten la venta de nuevos productos y servicios en la Industria de la construcción desde la perspectiva de la sostenibilidad.

Figura 4. Estrategia para el fomento de la innovación por medio de la Transferencia tecnológica.



Fuente: Elaboración propia.

10. Conclusiones

El sector de la construcción en Colombia se identifica como un sector primario de producción. En los últimos años la necesidad de innovación tecnológica en el sector ha llevado a identificar que la necesidad de responder a insuficiencias de sostenibilidad y permitirá al sector ser competitivo a nivel local e internacional. Para ello, es de vital importancia entender la relación existente entre el sector de la construcción y el desarrollo de proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I), así como la implementación de modelos de transferencia tecnológica.

Se identifica que es de vital importancia el fortalecimiento de variables como:

- 1) Apoyo crediticio
- 2) Subvención del gobierno al proceso de innovación del sector construcción
- 3) Identificación de las capacidades de innovación de las empresas del sector. Entonces, este tipo de fortalecimiento es importante para implementar una estrategia que fomente la innovación por medio de la Transferencia Tecnológica en el sector de la construcción.

Esta estrategia puede ser viable si: 1) se busca satisfacer la necesidad de sostenibilidad a partir del desarrollo de procesos de innovación; 2) se identifican las nuevas tecnologías limpias que pueden ser desarrolladas potencialmente en el mercado; 3) se fortalecen las políticas de producción limpia para empujar la adopción de las tecnologías y jalonar la oportunidad de comercialización de dichas tecnologías en el mercado y por último 4) se fomenta la transferencia tecnológica y las estrategias de mercado para nuevos productos y servicios en la Industria de la construcción.

Por tanto, se concluye finalmente que superar las barreras e identificar oportunidades en el área de la transferencia de tecnologías limpias responde a un vacío de conocimiento dentro del campo de la construcción. En consecuencia, esta primera aproximación al estado del arte permite identificar los elementos que conducen a una óptima toma de decisiones en el proceso de transferencia de tecnologías limpias en el sector de la construcción.

11. Referencias

- Balaban, O., & Puppim de Oliveira, J. A. (2017). Sustainable buildings for healthier cities: assessing the co-benefits of green buildings in Japan. *Journal of Cleaner Production*, *163*, S68–S78. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.086>
- Chan, A. P. C., Darko, A., Olanipekun, A. O., & Ameyaw, E. E. (2018). Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. *Journal of Cleaner Production*, *172*, 1067–1079. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.235>
- Darko, A., Chan, A. P. C., Owusu-Manu, D. G., & Ameyaw, E. E. (2017). Drivers for implementing green building technologies: An international survey of experts. *Journal of Cleaner Production*, *145*, 386–394. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.043>
- Darko, A., Chan, A. P. C., Yang, Y., Shan, M., He, B. J., & Gou, Z. (2018). Influences of barriers, drivers, and promotion strategies on green building technologies adoption in developing countries: The Ghanaian case. *Journal of Cleaner Production*, *200*, 687–703. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.318>
- Gan, X., Chang, R., & Wen, T. (2018). Overcoming barriers to off-site construction through engaging stakeholders: A two-mode social network analysis. *Journal of Cleaner Production*, *201*, 735–747. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.299>
- Ghisellini, P., Ji, X., Liu, G., & Ulgiati, S. (2018). Evaluating the transition towards cleaner production in the construction and demolition sector of China: A review. *Journal of Cleaner Production*, *195*, 418–434. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.084>

- Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 618–643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207>
- Hagbert, P., Mangold, M., & Femenías, P. (2013). Paradoxes and possibilities for a “green” housing sector: A Swedish case. *Sustainability (Switzerland)*, 5(5), 2018–2035. <https://doi.org/10.3390/su5052018>
- Lam, P. T. I., Chan, E. H. W., Yu, A. T. W., Cam, W. C. N., & Yu, J. S. (2015). Applicability of clean development mechanism to the Hong Kong building sector. *Journal of Cleaner Production*, 109, 271–283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.141>
- Leung, B. C. M. (2018). Greening existing buildings [GEB] strategies. *Energy Reports*, 4, 159– 206. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2018.01.003>
- Ockwell, D., & Byrne, R. (2016). Improving technology transfer through national systems of innovation: climate relevant innovation-system builders (CRIBs). *Climate Policy*, 16(7), 836– 854. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1052958>
- Persson, J., & Grönkvist, S. (2015). Drivers for and barriers to low-energy buildings in Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 109, 296–304. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.094>
- SENA, & CAMACOL. (2015). *Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia*.
- Sexton, M., & Barrett, P. (2004). The role of technology transfer in innovation within small construction firms. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11(5), 342– 348. <https://doi.org/10.1108/09699980410558539>
- Vargas, J. C. (2015). *Análisis Sector Construcción en Colombia*. PMI Colombia. <https://doi.org/10.1002/mrc.1530>
- Wang, W., Zhang, S., Su, Y., & Deng, X. (2018). Key factors to green building technologies adoption in developing countries: The perspective of Chinese Designers. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/su10114135>
- Yin, S., & Li, B. (2018). Transferring green building technologies from academic research institutes to building enterprises in the development of urban green building: A stochastic differential game approach. *Sustainable Cities and Society*, 39(March), 631–638. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.025>

Desafíos institucionales de la generación de empresas *spin off* universitarias: el caso de México

Pilar Pérez-Hernández

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, México
mpperez@ipn.mx

Guadalupe Calderón Martínez

Universidad Autónoma Metropolitana unidad Cuajimalpa, México
mcalderon@correo.cua.uam.mx

Emilio Noriega-Trejo

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, México
enoriega1800@alumno.ipn.mx

Resumen

Las empresas *spin off* son aquellas que surgieron de los laboratorios universitarios, la generación de este tipo de empresas tiene un efecto de arrastre a través de la difusión, imitación e innovación de la empresa y en el desarrollo económico a largo plazo. Para generarlas se requiere de un conjunto articulado de instrumentos legislativos, culturales y financiamiento, además intervienen diversos actores, quienes deben articularse para lograr el desarrollo desde un entorno local. La capacidad de las universidades para crear empresas *spin off* depende de su trayectoria y de condiciones regionales favorables. El objetivo de la investigación es identificar los desafíos en la generación empresas *spin off* universitarias en México, para lo cual se exploran las implicaciones que trajo consigo la universidad emprendedora; posteriormente, se caracterizan los factores determinantes en su generación desde las universidades y la situación en México. Entre los hallazgos encontrados está la existencia de desafíos mayores dentro de las universidades, los cuales se aprecian a partir de cuatro dimensiones: 1) generación de las normativas y procesos internos claros y efectivos en la gestión de la propiedad intelectual y de la comercialización de los desarrollos; 2) la necesidad de contar con especialistas en las áreas de TT dentro de las IES y CPI para generar capacidades, 3) coadyuvar en la formación emprendedora y empresarial de la comunidad para que puedan generarse las competencias de gestión e implementación de las iniciativas de negocios, 4) la gobernanza, el soporte y la prioridad de estos procesos dependen de las decisiones de alta dirección para que se traduzca en acciones concretas y con resultados.

Palabras clave

Empresas *spin off* universitarias, México, desafíos

1. Introducción

La capacidad de innovación de un país o de una región está íntimamente ligada a su capacidad de creación, valorización y difusión de conocimiento. En este contexto, la universidad ha tenido que encontrar nuevas formas de acercar el conocimiento que genera para satisfacer las necesidades de la sociedad y el mercado, lo que constituye un cambio en sus funciones, en la medida en que se han visto inducidas a jugar un rol activo en la escena económica y social.

Como dice Chesbrough (2006), la creación de nuevos productos y servicios requiere

fuentes de creatividad crecientes y diversas, por lo que las empresas requieren, cooperar con clientes, proveedores, universidades e incluso competidores. Es por ello que las universidades son los socios preferidos en nuevos campos tecnológicos donde los resultados del negocio son inciertos; pero esta cooperación es aún más necesaria en los países en desarrollo, donde las universidades son la principal fuente de conocimiento para la innovación (Stal et al., 2016).

Tradicionalmente, las universidades son reconocidas como fuentes de innovación a través de dos rutas: la publicación de los resultados de investigación en revistas científicas y los contratos con empresas; en ese contexto, la innovación queda bajo la responsabilidad de la empresa y las universidades no retienen los derechos de la propiedad intelectual. Por otro lado, comenzaron a retener la propiedad y a explotar invenciones protegibles y comercializables basadas en sus resultados de investigación a través de la creación de nuevas empresas y la concesión de licencias (Beraza & Rodríguez, 2010; Narváez et al., 2016).

En países desarrollados, las universidades y las empresas son socios naturales, pues estas últimas buscan fuentes externas de conocimiento para complementar sus recursos humanos y de infraestructura de I&D. El mecanismo de Transferencia de Tecnología (TT) a través de las empresas *spin off* ha tenido importantes avances y aportes a la economía, por ejemplo, Estados Unidos es uno de los países más relevantes por la cantidad e impacto de estas empresas universitarias creadas. Cabe recordar que el término empresas *spin off* nació en Estados Unidos (EEUU) a finales de los setenta, para referirse a las empresas independientes y generadas espontáneamente, que surgieron de los laboratorios universitarios de California y Boston. En los años ochenta, el concepto pasó a Europa, unido a los procesos de reconversión industrial (Lockett et al., 2005; Bueno, 2007; Narváez et al., 2016; García et al., 2017).

De la misma manera, la TT se puede realizar a través de la producción de conocimientos económicamente útiles, tanto en las empresas como en las universidades¹. La TT se define como el desplazamiento de dichos conocimientos del lugar de su producción al de su utilización. La creación de empresas universitarias ha alcanzado gran relevancia entre los instrumentos de TT de la universidad a la sociedad, frente a otros mecanismos como contratos de investigación o la venta de patentes (García et al., 2017).

Las empresas *spin off* universitarias tienen dos tipos de impactos: a) directo, es decir, que se ubican cerca de donde surge la tecnología, contribuyen a los ingresos fiscales y posibilita la competencia internacional, impulsan cambios en la universidad, facilitan la incorporación de egresados, contribuyen a la formación de emprendedores, realizan una mejor valorización de los resultados de investigación obtenidos, generan ingresos que benefician a los fundadores y a la universidad; y b) indirecto, donde el mecanismo de TT facilita el crecimiento de la economía local, aumenta el prestigio de la universidad, potencializan las redes empresariales y de cooperación, propicia la utilización de tecnologías avanzadas, contribuye a una mayor eficiencia de la innovación y al desarrollo económico de una región o como agentes de cambio del panorama económico (García et al., 2017; Rasmussen & Wright, 2015; Walter et al., 2006; Castillo-Vergara & Alvarez-Marin, 2015). En otras palabras, la generación de empresas *spin off* universitarias tiene un efecto de arrastre en la sociedad en su conjunto a través de mecanismos como la difusión, imitación e innovación; incorpora buenas prácticas asociadas a la gestión de la tecnología y de otros ámbitos de la empresa, así como en el desarrollo económico a largo plazo (García et al., 2017).

El proceso de creación de Empresas de Base Tecnológica (EBT) requiere de un

¹ En este trabajo se usará indistintamente academia para referirse a Instituciones de Educación Superior (IES), Centros Públicos de Investigación (CPI) y universidades.

conjunto articulado de instrumentos legislativos, culturales y de financiamiento; además intervienen diversos actores como el gobierno, las universidades, la sociedad, los empresarios y factores de índole económico, social, cultural y político, los cuales se deben articular para lograr el desarrollo desde un entorno local. Es decir, retoma el enfoque del desarrollo endógeno que parte de una concepción participativa (Perkmann & Walsh, 2007; García et al., 2017).

Sin desconocer la contribución de este mecanismo, también ha recibido críticas al evidenciarse la dependencia, en gran medida, de las condiciones particulares en las que surgen las nuevas empresas, así como las numerosas dificultades, tanto de orden financiero y técnico como en el cultural (Jiménez et al. 2010). Es importante señalar que el prestigio de las universidades y las políticas de licenciamiento tienen un impacto significativo en estos procesos de creación de valor. La capacidad de las universidades para crear empresas *spin off* depende de su trayectoria y de las condiciones regionales favorables.

El objetivo de esta investigación es identificar los desafíos institucionales para la generación empresas *spin off* universitarias en México. La metodología seguida fue el análisis de aquella literatura y aportes empíricos, que permiten coadyuvar a difundir resultados y experiencias para sentar un punto de partida y profundizar en el tema en futuras investigaciones, ya sea en casos sectoriales, regionales o nacionales. Para tal efecto, el trabajo se compone de cuatro secciones, la primera explora las implicaciones que trajo consigo la universidad emprendedora, ulteriormente se caracterizan los factores determinantes en su generación desde la universidad, para pasar posteriormente al análisis de los desafíos y finalizar con conclusiones y recomendaciones.

2. Empuje de la universidad emprendedora a las empresas spin off universitarias

La tercera misión de las universidades está asociada al fomento del desarrollo económico del entorno, a través de la TT y la vinculación universidad empresa (Etzkowitz, 1993; Etzkowitz & Leydesdoff, 2000). Autores como Slaughter & Leslie (1997) y Slaughter & Rhoades (2004) lo denominan también “capitalismo académico, y otros como Smilor (1987), Clark (1998) y Etzkowitz (1998) como universidad emprendedora. La universidad emprendedora requiere gestionarse en forma empresarial, comercializando económicamente los resultados de sus investigaciones, ya sea como patentes, contratos de Investigación y Desarrollo (I+D) o la creación de empresas.

La universidad emprendedora tiene las siguientes características: 1) una estructura de dirección que garantice la adaptación de la institución a los cambios que se producen en el entorno, al tiempo que se funden los valores tradicionales académicos con los valores de gestión empresarial; 2) conjunto de entidades (empresariales y administrativas) desarrolladas por la universidad para relacionarse de forma ágil con el entorno; 3) una base financiera diversificada, que reduciría la dependencia de una única fuente de recursos, incrementando su autonomía; 4) un cuerpo académico motivado, que catalice las actividades emprendedoras, y 5) una cultura emprendedora ("ethos" emprendedor), es decir, un conjunto de hábitos o creencias que definen una comunidad empresarial formada por sus líderes, académicos y estudiantes que articule sus relaciones con el entorno, sus procesos de toma de decisiones, y proporcione la estructura de incentivos para que su comunidad inicie nuevos emprendimientos (Etzkowitz, 2008; Stal et al., 2016).

Además, debe existir lo que Clark (2004) denominó “campeones emprendedores”, resultado de la integración de los aspectos claves de la formación en el espíritu empresarial en todo el plan de estudios y la búsqueda decidida de la investigación y el desarrollo

interdisciplinar. Por esta razón, manifiesta la necesidad de desarrollar estructuras para el fomento del emprendimiento y la creación de empresas a partir de la investigación desarrollada por los grupos de investigación (Santamaria & Brunet, 2007)

El emprendedor académico aparece como una figura importante con el crecimiento de las incubadoras de empresas ubicadas en las universidades. La adquisición de licencias sigue siendo la herramienta más común para comercializar la propiedad intelectual de las universidades. Los cambios en la legislación a través de la Ley Bayh-Dole (1980), que transfiere la propiedad intelectual de la investigación llevada a cabo con fondos públicos a universidades, y a la creación de Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT), hizo que la TT se difundiera más fácilmente (Kenney & Patton, 2011; Siegel et al., 2007; Stal et al., 2016). Así como la transferencia de los resultados de investigación al mercado, en tanto fuente de desarrollo y competitividad (Shane, 2004), en la cual participan gran variedad de agentes (Freeman, 1987; Cooke, 1992; Breschi & Malerba, 1997; Edquist, 1997; Etzkowitz et al., 2000). Conscientes de las dificultades que plantea, las universidades y gobiernos han comenzado a establecer políticas para promoverla (OECD, 1999; Beraza & Rodríguez, 2011).

Numerosos estudios han destacado el rol de las universidades como potenciales incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (EBT), y la relevancia de enlazar los conocimientos científicos con los requerimientos del sector productivo en los programas educativos (Delmar & Davidsson, 2000; Vesper & Gartner, 1997). Las empresas *spin off* son parte de la estrategia de TT de la universidad, se han convertido en uno de los objetivos de las autoridades académicas, pues las EBT se gestan sobre la base del conocimiento universitario y ponen en perspectiva el importante papel que estos organismos juegan en la economía del conocimiento (Rodeiro et al. 2010).

3. Caracterización de las empresas *spin off* universitarias

Es necesario comenzar por el concepto de *spin off* universitaria, este ha evolucionado en buena medida por el aporte empírico de las mismas. Para Pirnay et al. (2003), el *spin off* académico surge del conocimiento generado en la investigación de las universidades, con la participación de personal académico involucrado. El personal académico involucrado en la investigación, puede no estar interesado y un colega o un estudiante graduado puede hacerlo, o incluso una persona no conectada a la universidad decide tomar el riesgo. Algunos atributos comunes de las empresas *spin off* son su origen universitario; exploran las invenciones, patentadas o no, y también el conocimiento acumulado por los investigadores en actividades académicas; son entidades con fines de lucro e independientes de las universidades y fundadas por al menos un miembro de la comunidad universitaria (Stal et al., 2016).

Por ello, en esta investigación se entenderá como empresas *spin off* universitarias aquellas iniciativas empresariales promovidas por miembros de la comunidad universitaria que basan su actividad en la explotación de nuevos procesos, productos o servicios de alto valor agregado a partir del conocimiento adquirido y los resultados obtenidos en la propia universidad a través de la actividad de I+D e innovación, con lo que se produce un desarrollo empresarial y un crecimiento económico que incide sobre la mejora competitiva del sector productivo en su conjunto.

La diferencia entre empresas *spin off* y *start up* es que las primeras mantienen una relación con la universidad, sea por contrato de licencia o proyectos conjuntos de I+D, el personal universitario puede o no mantenerse laborando en la misma. Mientras que las *start up* se generan por universitarios, pero no mantienen relación con su *alma mater*.

Por otro lado, al analizar el proceso de generación de *spin off* universitarias o las diferentes etapas que constituyen este proceso, algunos autores proponen que se trata de una idea basada en una tecnología generada desde la investigación, protegida por patentes y transferida a una nueva empresa para su comercialización. Sin embargo, no hay unanimidad en cuanto al número de etapas, su denominación y en qué momento se inicia el proceso. La idea de un proceso lineal estandarizado de *spin off* es cuestionable, pues limita la comprensión de este fenómeno e impide que se apliquen las políticas de apoyo adecuadas. El proceso de TT cada vez es más interactivo. La fuerza que impulsa la creación de una EBT proviene básicamente de su red de relaciones (Mustar, 2001; European Commission, 2002; Beraza & Rodríguez, 2011)

Además Pirnay (2001) identifica el grado de implicación de la universidad en las distintas etapas, pues muestra que la participación de la universidad resulta indispensable en las primeras fases del proceso de creación y que gradualmente va perdiendo presencia, lo que no quiere decir que la universidad no puede involucrarse en las últimas etapas, sino que existen otros agentes (entidades financieras, parques científicos y tecnológicos, incubadoras de empresas, etc.) que pueden favorecer el desarrollo de las mismas de forma más eficaz y eficiente (Beraza & Rodríguez, 2011).

El liderazgo en el impulso de las empresas *spin off* lo asumen, en primer lugar, los miembros de grupos de investigación; en segundo, alumnos de postgrado-doctorandos; y, en tercero, personas contratadas en el exterior. En algunas universidades europeas se identifica el liderazgo en el personal de las OTT o gestores de desarrollo de negocios empleados por la universidad (Beraza & Rodríguez, 2011).

Incluso en los países desarrollados, la creación de empresas *spin off* universitarias está concentrada en algunas universidades que tienen un fuerte sesgo emprendedor (O'Shea et al., 2005). La literatura caracteriza los factores que posibilitan la creación de *spin off* en cuatro tipos principales: la existencia de capital riesgo, el tipo de conocimiento, el tipo de universidad y la eminencia investigadora (García et al., 2017).

Sin embargo, la gestión eficaz de los factores de éxito de la nueva empresa y su adecuada correspondencia con las variables del entorno, favorecen los niveles de competitividad de la actividad económica y consiguen un impacto en el sector y la localidad, el cual retorna en forma de beneficios para la universidad. Walter (2006) señala que es necesario considerar dos aspectos:

a) la búsqueda racional de una relación creadora entre la universidad y la empresa, la cual debe estar caracterizada por el reconocimiento de la naturaleza disímil del trabajo y los objetivos de éstas, por el respeto de esas singularidades y por la búsqueda de beneficios mutuos; b) la respuesta de las universidades a las solicitudes del nuevo patrón tecnológico: de un modelo de producción que tenía las rutinas como meta, a un modelo que ve en el constante cambio tecnológico su rutina principal (García et al., 2017).

En general, en Europa los sistemas universitarios de TT se han consolidado. Del mismo modo un número importante de universidades cuentan con un programa de apoyo a la creación de EBT. Aunque ha crecido la importancia de estas aún no se cuenta con datos suficientes para confirmar que las *spin off* universitarias generan más innovación y mejor empleo en comparación con otro tipo de empresas (Iglesias et al., 2012).

No todas las *spin off* universitarias consiguen salir del ámbito de protección de la universidad y tener un desempeño autónomo exitoso, esto limita la expectativa de creación de empleo y desarrollo económico depositado en la creación de este tipo de empresas y ha conducido a la realización de diversos estudios que tratan de profundizar el entendimiento del fenómeno.

4. Ecosistema para el surgimiento de empresas spin off

Los gobiernos de varios países, conscientes del valor de la comercialización del conocimiento y la investigación generados en las universidades, para impactar en el desarrollo de las economías, promueven políticas en dicho sentido. Se han generado cambios en la legislación que regula la TT universitaria, como la ley Bayh-Dole en los EEUU, lo que significó que las principales universidades de investigación establecieran una OTT, con una mayor atención a las patentes académicas y para la concesión de licencias. Esto promovió un ambiente propicio para el emprendimiento universitario, cuya evolución ha permitido que las universidades líderes desarrollen estrategias para vincularse con el entorno, constituyéndose en centros interactivos para las empresas y demás organizaciones de la sociedad que buscan soluciones. En el periodo 1980- 2005 se reportó la creación de más de 4,543 empresas biotecnológicas en las universidades, hospitales y centros de investigación estadounidenses, así como la introducción en el mercado de unos 50 productos de alta tecnología y un aumento exponencial de patentes concedidas con tendencia media de 8% superior con respecto al año precedente (Jiménez et al., 2013).

Fuera de los EEUU, los cambios en la comercialización universitaria están vinculados a reformas más generales. En el Reino Unido y en los Países Bajos ocurren durante la década de 1990. En Francia se promulga la llamada Loi Allègre de 1999. Por su parte, el gobierno de Suecia realiza esfuerzos para promover la comercialización de tecnología universitaria desde inicios de la década de 1980. En Italia se genera el traslado de varios poderes del gobierno central a las universidades. Asimismo, Dinamarca, Alemania, Austria y Noruega reformaron sus leyes de propiedad intelectual para conceder derechos a las universidades de manera similar a la Ley Bayh- Dole. Otras naciones están realizando reformas similares (Castillo-Vergara & Alvarez-Marin, 2015; Grimaldi et al., 2011).

Existen diversos determinantes de la TT en la creación de *spin off*, estos pueden ser el entorno y las redes de contacto, la infraestructura de apoyo y financiero, tipo de tecnología, la propiedad intelectual, características de los fundadores, la normativa interna, los conflictos de interés, la habilidad de gestión, etc. La creación de nuevas EBT y la consolidación del sector privado en la economía es un medio seguro para aumentar el desempeño económico. Es más, las soluciones de mercado ofrecen la oportunidad para crear un cambio sustancial y significativamente positivo también dentro de la configuración de la pobreza (Bruton et al., 2013).

El desarrollo de estos tipos de transferencia no solo proporciona los beneficios indicados, se ha demostrado que existe una relación positiva con la capacidad que tienen las *spin off* para atraer financiamiento a las Universidades. Por otra parte, el éxito como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) es imposible de emular, un estudio realizado por el Banco de Boston en 1997 identificó 4000 empresas *spin off* del MIT que emplearon 1.1 millones de personas y generaron \$232,000 millones de dólares en ventas anuales en todo el mundo. Sin embargo, diversas investigaciones muestran que la mayoría no logran desarrollarse de forma exitosa en su sector en países fuera de Europa o América del Norte (Conceição et al., 2012).

Bercovitz et al. (2001) destacan que la mayoría de las universidades con altos niveles de interacción universidad-empresa utilizan un modelo descentralizado de TT en la creación de *spin off*. Lockett et al. (2003) encuentran una relación positiva entre las redes de contacto existentes en una universidad y su actividad de *spin off*, así como entre la participación de la

universidad en el capital de estas empresas. Powers y McDougall (2005) también encuentran una relación positiva y estadísticamente significativa entre la experiencia de la OTT y su actividad de *spin off*. Por su parte, Lockett y Wright (2005) muestran que el número de *spin off* creadas en las universidades del Reino

Unido está positivamente asociado con el número de personas que forman parte de la OTT (Beraza & Rodríguez, 2011).

En las universidades, desde el punto de vista de la administración universitaria y las consideraciones organizativas relativas a políticas de apoyo puestas en marcha por las universidades, la existencia de un bajo nivel de cultura innovadora y de TT, así como la juventud de los programas de apoyo a la creación de *spin off* se manifestó en unas políticas de apoyo limitadas en cuanto a capacidades, recursos y resultados (Pirnay, 2001; Beraza & Rodríguez, 2011). En Latinoamérica, aún se está construyendo la regulación sobre la creación de empresas *spin off*, lo que puede ocasionar conflictos de interés entre académicos e investigadores, aun cuando no tengan participación en ellas. Incluso se establece que la legislación vigente de los países puede constituirse en un desincentivo para su creación.

5. Desafíos en la generación de *spin off* universitarias en México

La literatura enfatiza en los aspectos institucionales de la generación de empresas *spin off* en una universidad, pues esta es el reflejo de su comportamiento institucional. Aquellas universidades que tengan una cultura que apoye la comercialización de sus resultados de investigación obtendrán mejores resultados en las actividades de TT y la creación de *spin offs*. Igualmente, destacan que factores críticos para el éxito de la TT (adecuado entorno institucional, cultura de la organización, liderazgo institucional, apropiado sistema de incentivos, nivel y orientación de la investigación, contexto legal) no pueden ser resueltos únicamente por las estructuras de intermediación (Roberts, 1991; Polt et al., 2001; Beraza & Rodríguez, 2011).

Una razón por la que una universidad puede no tener una cultura de apoyo a la actividad de *spin off* es el sistema de incentivos, es decir, los posibles conflictos existentes entre los incentivos para publicar o para comercializar los resultados de investigación (Thursby y Kemp, 2002). Asimismo, una política restrictiva de permisos y licencias que dificulte la movilidad de los investigadores al sector privado, también tiene un impacto negativo en la actividad (Beraza y Rodríguez, 2011).

En contextos poco favorables para el emprendimiento, la creación de *spin off* requiere como paso previo el fomento de la cultura emprendedora entre el personal universitario (Pirnay, 2001). Los resultados de investigación susceptibles de explotación comercial no surgen de forma espontánea. Las ideas deben ser evaluadas para determinar su viabilidad comercial. Asimismo, la universidad y los inventores de la idea deben apoyar el proyecto para que se pueda generar una empresa *spin off*. Las ideas detectadas y apoyadas pueden ser diversas, tener mayor o menor éxito y la universidad mantendrá con estos vínculos de diferente intensidad (Lockett et al., 2003; Wright et al., 2004; Siegel et al., 2003; Shane, 2004; Clarysse et al., 2005; Beraza y Rodríguez, 2011).

Se ha extendido en el mundo el uso de programas para la creación de empresas *spin off* en el ámbito universitario, las investigaciones muestran el papel importante, pueden conocer las debilidades de las *spin off* en los momentos posteriores a su fundación y apuntalar en su crecimiento como empresa. Si bien, la universidad emprendedora abre nuevas oportunidades

para el progreso social a través de una rápida y efectiva aplicación comercial del conocimiento científico, también plantea costos ocultos, motivo por el cual resulta interesante avanzar en el conocimiento de la implicación directa de la universidad en la actividad emprendedora.

El cambio en la política pública con la Ley de Ciencia y Tecnología, que permite la participación de los docentes e investigadores en el desarrollo de *spin offs*, es un primer paso que abre la oportunidad de comercialización de los resultados de investigación generados en las IES y en los CPI. Sin embargo, existen desafíos mayores dentro de las instituciones que se pueden resumir en tres partes: generar las normativas y procesos internos claros y efectivos en la gestión de la propiedad intelectual y de la comercialización de los desarrollos; la segunda, contar con especialistas en las áreas de TT dentro de las IES y CPI para generar capacidades y la tercera, la formación emprendedora y empresarial de la comunidad para que puedan generarse las competencias de gestión e implementación de las iniciativas de negocio. La gobernanza, soporte y prioridad de estos procesos depende de las decisiones de la dirección para que se traduzca en acciones concretas y con resultados. Valorar el esquema de incentivos es también primordial para dar paso a una cultura e interés en los temas de comercialización del conocimiento.

En México, la influencia de otras regiones, creó las condiciones para el surgimiento de diferentes iniciativas, donde se pueden identificar dos fases: en la primera, en la década de los noventa, se dieron algunas iniciativas de vinculación academia-empresa y el surgimiento de algunas incubadoras donde los esfuerzos eran aislados y liderados por las IES y los CPI, materializados en el Programa de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica que se interrumpió en 1997 debido a la falta de competencias para apoyar empresas, así como la rigidez en la gestión y mecanismos para su financiamiento, por lo que pocas se mantuvieron activas.

A partir del año 2001 se empiezan a diseñar políticas públicas encaminadas a la promoción de la transferencia tecnológica y la innovación a partir de un enfoque sistémico. Se crearon estrategias sistémicas de apoyo a empresas innovadoras mediante diferentes mecanismos, tales como la red de Aceleradoras de Negocios, programas de emprendedores, capital semilla, el Sistema Nacional de Incubadoras, clústeres, parques tecnológicos y OTT, etc.

En esta fase, la creación y fomento de la actividad innovadora se vuelve un eje fundamental de la estrategia de la política pública en Ciencia y Tecnología. La creación del Sistema Nacional de Incubación de Empresas en el año 2004 posibilitó, hasta 2014, la creación de 500 incubadoras, entre las cuales sólo el 4.2% era de alta tecnología. Empero, en México los programas de ciencia y tecnología no tenían una orientación explícita al desarrollo de nuevas EBT (Almeida, et al., 2011; Pérez-Hernández y Merritt, 2011; OCDE, 2012). De acuerdo con Kantis et al. (2015), México es el segundo país en América Latina para emprender, por debajo de Chile. Aunque la OCDE (2012) considera que en México el principal objetivo de los programas de incubadoras no era necesariamente apoyar al emprendimiento sino el tema del desempleo mediante el apoyo a mano de obra calificada (OCDE, 2012).

Posteriormente, con el surgimiento en 2013 del Instituto Nacional del Emprendedor (Inadem), se cambió la caracterización para denominar incubadoras tradiciones y de alto impacto, se empezaron a articular sistemáticamente los apoyos, que incluían estrategias no sólo de financiamiento, entendiéndolo como un crédito o acceso a recursos gubernamentales vía convocatoria, sino que se diseñaron otras alternativas para acceder a recursos económicos para el desarrollo de las iniciativas de negocio, incluso de recursos no económicos. La incorporación de la innovación como parte de la política pública enfrentó barreras asociadas a la

normatividad por las diversas figuras que tienen legalmente los actores del sistema de innovación. Es hasta 2015 que las barreras legales se eliminan (Hernandez-Mondragon *et al.*, 2016), empero su implementación dentro de las IES y CPI ha sido muy diversa.

Entre los hallazgos encontrados a través del análisis de la literatura, así como de aportes empíricos, se resalta que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre la creación de *spin offs* y la tradición y experiencia de la universidad en la realización de actividades de emprendimiento, acceso a recursos financieros destinados a I+D e innovación, y la presencia y experiencia efectiva de la OTT en la universidad (Beraza y Rodríguez, 2011).

Aún persisten vacíos legales en las reglamentaciones universitarias, pues no todas han emitido la reglamentación de empresas *spin off*. La necesidad de dar flexibilidad al personal de las IES y CPI constituye un incentivo para la generación de empresas. Se requiere una aplicación e implementación efectiva de los cambios de la Ley de Ciencia y Tecnología, en buena medida por la falta de una cultura emprendedora en la academia. La necesidad de fomentar programas para la creación de empresas EBT de alto impacto es un mecanismo que permitirá la valorización del conocimiento generado en las IES y CPI.

El cambio en la política pública con la Ley de Ciencia y Tecnología, que permite la participación de los docentes e investigadores en el desarrollo de *spin off*, es el primer paso para abrir la oportunidad de comercialización de los resultados de investigación generados en las IES y en los CIP; sin embargo, existen desafíos mayores dentro de las instituciones que se pueden resumir en cuatro partes: 1) la generación de las normativas y procesos internos claros y efectivos en la gestión de la propiedad intelectual y de la comercialización de los desarrollos; 2) contar con especialistas en las áreas de TT dentro de las IES y CPI para generar capacidades; 3) coadyuvar a la formación emprendedora y empresarial de la comunidad para generar las competencias de gestión e implementación de las iniciativas de negocios, y 4) la gobernanza, el soporte y la prioridad de estos procesos dependen de las decisiones de alta dirección para que se traduzca en acciones concretas y con resultados. Valorar el esquema de incentivos es también primordial para dar paso a la generación de una cultura e interés en los temas de comercialización del conocimiento.

6. Conclusiones

Introducir una estrategia de negocios es un imperativo para la actuación de las IES y CPI en el mercado de tecnología y la generación de nuevos productos y servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad. Esto involucra la preocupación por los resultados y un control de calidad de la investigación enfocado en los usuarios del conocimiento, así como el manejo de la relación con clientes y una estrategia de comercialización de servicios.

Empero es claro que la nueva normatividad nacional y cada institución académica requerirá cambios organizacionales e institucionales que incorporen de manera explícita la cultura del emprendimiento y la innovación; así como políticas explícitas de gestión del talento, además de adecuaciones a la política pública que promuevan el emprendimiento tecnológico desde la academia, que consoliden la cultura emprendedora y de innovación, lo que conlleva la necesidad de adecuaciones a la política pública y la generación de una industria y mercados robustos para las empresas de base tecnológica.

Más aun, las IES y CPI deben considerar, además del marco normativo, el diseño e implementación de políticas para la creación de empresas *spin off*, pues estas son resultado de un sistema que enlaza cultura de emprendimiento e innovación, capacidades institucionales y organizacionales para fomentar la TT y un esfuerzo prolongado para que el emprendimiento

universitario genere cada vez más productos de alto impacto económico y social.

De acuerdo con el objetivo de investigación, el cual consistió en identificar los desafíos para la generación de empresas *spin off* universitarias en México, consideramos que los resultados obtenidos permiten asimilar el conocimiento disponible y coadyuvar a difundir resultados que permitan sentar un punto de partida para profundizar en el tema en futuras investigaciones, ya sea en casos sectoriales, regionales o nacionales.

7. Referencias

- Baxter, C., Wing, P., Anderson, B. & Kayl L, S. (2004), "Selection, recruitment and development of the spinout management team", en Tang, K., Vohora, A. y Freeman, R. (Eds.), *Taking Research to Market. How to build and invest in successful university spinouts*, Euromoney Institutional Investor, London, pp. 88-100.
- Beraza, J. & Rodríguez, A. 2011, "Los programas de apoyo a la creación de spin-offs en las universidades españolas: una comparación Internacional", *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 17, n° 2, pp. 89-117.
- Breschi, S. & Malerba, F. (1997), "Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries", en Edquist, C. (Ed.): *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Routledge, New York, pp. 130-156.
- Bruton, G., Ketchen, D. & I. Duane (2013), "Entrepreneurship as a solution to poverty", *Journal of Business Venturing*, vol. 28, no.6, pp. 683-689.
- Bueno, E. (2007), "La Tercera Misión de la Universidad: El Reto de la Transferencia del Conocimiento", *Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología*, no. 41. Castillo-Vergara M. & A. Alvarez-Marin (2015), "La transferencia de investigación en instituciones de educación superior mediante spin off", *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, vol. 5, no. 3, pp 1-23.
- Chesbrough, H. (2006), *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*, Harvard Business School Press. Cambridge, MA
- Clark, B. (1998). *Creating entrepreneurial universities organizational pathways if transformation*, IAU Press, New York.
- Clark, B. (2004), *Sustaining Change in Universities*, Society for Research into Higher Education, Open University Press, London.
- Clarysse, B., Wright, M., Lockett, A., Van de Velde, E. & Vohora, A. (2005), "Spinning out new ventures: a typology of incubation strategies from European research institutions", *Journal of Business Venturing*, vol. 20, n°2, pp. 183-216.
- Cooke, P. (1992), "Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in the New Europe", *Geoforum*, N° 23, pp. 365-382.
- Conceição O., Fontes M. & Calapez T. (2012), "The commercialization decisions of research based Spin-Off: Targeting the market for technologies", *Technovation*, vol.32, no.1, pp. 43-56.
- Delmar, F. & Davidsson, P. (2000), "Where do they come from? Prevalence and characteristics of nascent entrepreneurs". *Entrepreneurship & Regional Development*, 12 (1), 1-23.
- Edquist, C. (Ed., 1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, Pinter Publishers London.
- Etzkowitz H. & L. Leydesdorff (2000), "The dynamics of innovation: from national Systems Mode 2 to a Triple Helix of University-Industry-Government relations", *Research Policy*, vol. 29, no. 2, pp. 109-123.
- Etzkowitz, H. (2008). *The triple helix – University–industry–government innovation in action*. Routledge: New York. 164p.
- Etzkowitz, H. (1993), "Entrepreneurs from Science: the origins of science-based", *Regional Economic Development*, vol. 31, no. 1, pp. 326-360.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhard T. & Cantisano, B. (2000), "The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm", *Research Policy*, vol. 29, n°2, pp. 313-330.
- European Commission (2002), "University spin-outs in Europe. Overview and good practice", *Office for Official Publications of the European Communities*, Luxembourg.
- Franklin, S., Wright, M. y Lockett, A. (2001), "Academic and surrogate entrepreneurs in university spin-out companies", *Journal of Technology Transfer*, vol. 26, n° 1-2, pp. 127-141.
- Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter Publishers,

London.

- García F., G. Ramírez, Dr. C., O. González, & L. Torrejón (2017), “Coherencia estratégica del spin off universitarias y su impacto en el contexto mexicano, *Retos de la Dirección*, vol. 11, no.2, pp. 38-55.
- Grimaldi, R., Kenney, M., Siegel, D. & Wright, M. (2011), “30 years after Bayh–Dole: Reassessing academic entrepreneurship”, *Research Policy*, vol.40 no. 8, pp.1045-1057.
- Iglesias P., C. Jambrino & A. Peñafiel, 2012, “Caracterización de las spin-Off universitarias como mecanismo de transferencia de tecnología a través de un análisis de clúster”, *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 21, pp. 240-254.
- Jiménez, C., Maculan, A. M., Otálora, I., Moreira, R., & Castellanos, O. (2010), “Reflexiones sobre los mecanismos de transferencia de conocimiento desde la universidad: El caso de las Spin- offs”, *Transferencia Universitaria Colombia*, 12-14.
- Kenney, M. y Patton, D. (2011), “Does inventor ownership encourage university research-derived entrepreneurship? A six university comparison”, *Research Policy*, vol. 40, no.8, pp. 1100- 1112.
- Lockett, A. & Wright, M. (2005), “Resources, capabilities, risk capital and the creation of university spin-out companies”, *Research Policy*, vol. 34, n°. 7, pp. 1043-1057.
- Lockett, A., Wright, M. & Franklin, S. (2003), “Technology Transfer and Universities’ Spin-Out Strategies”, *Small Business Economics*, Vol. 20, N°. 2, pp. 185-200.
- Mustar, P. (1997), “Spin-off enterprises. How French academics create hi-tech companies: the conditions for success and failure”, *Science and Public Policy*, Vol. 24, N°. 1, pp. 37-43.
- Mustar, P. (2001), “Generating spin-offs from public research: trends and outlook”, *Science Technology Industry Review*, no. 26, pp. 165-172.
- Narváez G. M. Maridueña, J. Chávez & M. González (2016), “Las spin off universitarias: revisión de la literatura sobre la ambigüedad del constructo”, *Revista Global de Negocios*, vol. 4, no.7, pp. 95-108.
- O’Shea R. P., Allen, T. J., Chevalier, A., & Roche, F. (2005), “Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities”, *Research Policy*, vol. 34, pp. 994–1009.
- OECD (1999), *University Research in Transition*, OECD Publications, Paris.
- OCDE (2003), *Entrepreneurship and Local Economic Development through Entrepreneurship*, OCDE, Paris.
- Pérez-Hernández P. & H. Merritt, “El emprendedor-innovador en México”, en Méndez B., H. Merritt y H. Gómez (coord., 2011), *La innovación en México: instituciones y políticas públicas*, IPN-Miguel Ángel Porrúa, pp. 183-206.
- Perkmann M., & Walsh, K. (2007). “University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda”, *International Journal of Management Review*, vol. 9, no.4, pp. 259–280.
- Pirnay F. (2001), *La valorisation économique des résultats de recherche universitaire par création d’activités nouvelles (spin-offs universitaires): Propositions d’un cadre procédural d’essaimage*, Thèse de doctorat ès Sciences de Gestion, Université du Droit et de la Santé - Lille 2, Lille.
- Pirnay F., Surlémont, B., & Nlemvo, F. (2003), “Toward a typology of university spin-offs”, *Small Business Economics*, vol. 21, no. 4, pp. 355–369.
- Polt W., Rarner, C., Gassler, H., Schibany, A.& Schartinger, D. (2001), “Benchmarking Industry Science Relations: the role of framework conditions”, *Science and Public Policy*, vol. 28, n°. 4, pp. 247-258.
- Powers, J. & McDougal L. (2005), “University start-up formation and technology licensing with firms that go public: a resource-based view of academic entrepreneurship”, *Journal of Business Venturing*, vol. 20, n° 3, pp. 291- 311.
- Rasmussen, E. (2006), *Facilitating university spin-off ventures -an entrepreneurship process perspective*. Trykkeriet Høgskolen i Bodø, Ph.D. dissertation, Bodo Graduate School of Business.
- Rasmussen, E. & Wright, M. (2015), “How can universities facilitate academic Spin-Offs? An entrepreneurial competency perspective”, *Journal of Technology Transfer*, pp. 1-18.
- Roberts, E. (1991), *Entrepreneurs in high technology. Lessons from MIT and beyond*, Oxford University Press, New York.
- Santamaria C., & I. Brunet (2007), “Creación de empresas y spin-off universitarias en México, *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol.5, no. 9.
- Shane S. (2004), *Academic Entrepreneurship. University Spinoffs and Wealth Creation*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Siegel D., Wright M., & Lockett A. (2007), “The rise of entrepreneurial activity at universities: Organizational and societal implications”, *Industrial and Corporate Change*, vol.16, no.4, pp. 489–504.
- Siegel, D., Waldman D. & Link A. (2003), “Assessing the impact of organizational practices on the productivity

- of university technology transfer offices: an exploratory study”, *Research Policy*, vol. 32, n°.1, pp. 27-48.
- Slaughter S. & Leslie L. (1997), *Academic capitalism. Politics, Policies and the Entrepreneurial University*, the John Hopkins University Press, Baltimore.
- Slaughter S. & Rhoades, G. (2004), “Academic capitalism and the new economy. Markets, state and higher education”, *Small Business Economics*, Vol. 20, N°. 2, pp. 185-200.
- Smilor, R., 1987, *The Art and Science of Entrepreneurship*, Ballinger NY.
- Stal E., A. Tales & A. Fujino (2016), “The role of university incubators in stimulating academic entrepreneurship”, *Revista de Administração e Inovação*, vol. 13, pp. 89-98.
- Thursby J.& Kemp, S. (2002), Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing, *Research Policy*, vol. 31, n°.1, pp. 109-124.
- Vesper K. & Gartner W. (1997), “Measuring Progress in Entrepreneurship Education”, *Journal of Business Venturing*, vol.12, no.5, pp. 403-421.
- Vohora A., Wright, M. & Lockett A. (2004), “Critical junctures in the development of university high-tech spinout companies”, *Research Policy*, vol. 33, n°. 1, pp. 147-175.
- Walter A., Auer M. & T. Ritter (2006), “The impact of network capabilities and entrepreneurial orientation on university Spin-Off performance”, *Journal of Business Venturing*, vol. 21, no. 4, pp. 541-567.
- Wright M., Birley, S. & S. Mosey (2004), “Entrepreneurship and University Technology Transfer”, *Journal of Technology Transfer*, Vol. 29, N°. 3-4, pp. 235-246.

Transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos

Alana Corsi
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Brasil aaacorsi@gmail.com

Cristiano Couto do Amarante
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
criscoutodoamarante@gmail.com

Cláudia Picinin
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
claudiapicinin@utfpr.edu.br

Resumo

Este estudo teve como objetivo identificar a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos. Trata-se de uma revisão sistemática da literatura por meio da metodologia Methodi Ordinatio. Utilizando-se das bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Science, foi realizado o estudo dos dados coletados, com o intuito de expor em qual estágio encontra-se a temática no cenário atual. Foram também analisados os documentos com o objetivo de identificar práticas de gestão de resíduos sólidos em países desenvolvidos e em desenvolvimento, além da busca por mecanismos e técnicas de transferência de tecnologia, que de alguma forma contribuem para o desenvolvimento sustentável. Concluiu-se que os aspectos ambientais e sociais são tratados no portfólio de pesquisa. Entretanto, não há abordagem de aspectos econômicos relacionando a aplicação de diferentes tecnologias e sua transferência para as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos, sendo um tema a ser explorado por novas pesquisas científicas.

Palavras chaves

Gestão de Resíduos Sólidos. Transferência de Tecnologia. Práticas Sustentáveis.

1. Introdução

A demanda da sociedade por políticas voltadas à saúde pública e a preservação dos recursos naturais, associados aos resíduos sólidos, é crescente (BRASIL, 2012). Em meados do século 20, houve um aumento considerável na demanda por diversos produtos, fazendo com que algumas empresas, para suprir essa nova demanda, se aventurassem em modelos de produção considerados arriscados, porém com moderada lucratividade (Rajeev *et al.*, 2017). Entretanto, essa expansão industrial causa efeitos sociais e ambientais negativos, evidenciando a relevância da adoção de boas práticas de produção e consumo, tanto em países desenvolvidos, quanto para países em desenvolvimento (Rajeev *et al.*, 2017).

Shekdar (2009) afirma que a geração de resíduos sólidos é uma consequência natural da vida humana, e que sua gestão representa a melhoria na qualidade de vida da população. Logo, a gestão de resíduos sólidos (GRS) tornou-se parte fundamental para a manutenção das cidades, merecendo cuidadosa atenção na busca do equilíbrio da produção, um desafio significativo principalmente para os países em desenvolvimento, onde os recursos são

escassos e a urbanização desenvolve rapidamente (Ahmed & Ali, 2004).

A GRS é um fator relevante para a saúde ambiental, sendo um componente integrante dos serviços urbanos básicos. Inicialmente, técnicas de GRS buscavam apenas eliminar os resíduos em áreas habitáveis, como meio de manutenção da saúde pública (Ahmed & Ali, 2004; Shekdar, 2009). Já que haviam poucas habitações e a terra era vasta, a atividade não apresentava dificuldade (Shekdar, 2009). Com o tempo, devido ao aumento populacional, o descarte de resíduos sólidos tornou-se problemático, já que houve uma maior geração de resíduos em um menor espaço de descarte (Ahmed & Ali, 2004). Atualmente, esforços globais estão em vigor com o intuito de reorientar os sistemas de GRS sentido a sustentabilidade (Shekdar, 2009).

Entre os fatores que afetam o desempenho do gerenciamento de resíduos sólidos, estão as soluções de base tecnológica e o conhecimento acerca da temática, além das tecnologias e boas práticas para solução dos problemas encontrados (Guerrero, Maas, & Hogland, 2013). Assim, mecanismos de incentivo ao desenvolvimento de novas tecnologias e a sua transferência, são fundamentais para promoção de práticas sustentáveis (Bliznets, Kartskhiya, & Smirnov, 2018).

A transferência de tecnologia é definida como o deslocamento de know-how, conhecimento ou tecnologia (Bozeman, 2000), correspondendo à uma série de processos que facilitam também o movimento de habilidades, ideias, procedimentos e métodos entre diferentes participantes (Bliznets, Kartskhiya, & Smirnov, 2018). Conforme os autores, não há uma separação evidente entre os conceitos de transferência de conhecimento e de tecnologia, uma vez que, a tecnologia é sempre fundamentada no conhecimento (Bozeman, 2000; Bliznets, Kartskhiya, & Smirnov, 2018).

Para Karakosta, Doukas e Psarras (2010) a transferência de tecnologia é um processo em que duas entidades transferem conhecimento tecnológico obtido, desenvolvido, utilizado e melhorado de um composto tecnológico, sendo que essa tecnologia é introduzida em uma organização que não a concebeu. Para a efetividade do processo, é necessário considerar o capital social para a obtenção da tecnologia da entidade anfitriã, bem como as particularidades, como a base tecnológica da entidade hospedeira (Flamos & Begg, 2010).

Neste sentido, aliar a gestão de resíduos sólidos à transferência de tecnologias apropriadas, e conhecimento, podem auxiliar na promoção práticas mais sustentáveis para o gerenciamento de resíduos sólidos, resultando também em uma difusão de conhecimento que pode promover oportunidades às autoridades municipais para planejar com antecedência, com base técnica e científica, melhores práticas para a GRS, considerando as barreiras encontradas em transferências anteriores, como o aspecto financeiro da atividade (Valencia-Vázquez *et al.*, 2014). Desse modo, difundir os conhecimentos obtidos e experiências com a transferência de tecnologia para práticas mais sustentáveis de GRS se torna benéfico.

A gestão adequada dos resíduos sólidos se torna relevante, ao ponto que falhas neste controle podem afetar a saúde, contaminar as águas e gerar níveis de gases de efeito estufa inapropriados, entre outros poluentes (Tseng, 2011). A GRS é um obstáculo global, principalmente para as autoridades de países em desenvolvimento, devido aos altos custos para sua gestão e a falta de conhecimento quanto ao sistema de gerenciamento (Guerrero, Maas, & Hogland, 2013). Além disso, nesse países, os sistemas de descarte têm baixo controle, com regulamentos leves a moderados, tornando-se um problema, pois um grande volume de resíduos permanece não tratados e muitas vezes não recolhidos (Kassim, 2012).

Por necessitarem atenção em seu gerenciamento, é preciso que exista armazenamento, coleta, transporte, tratamento e descarte apropriados dos resíduos sólidos afim de diminuir as ameaças ao meio ambiente e à saúde do ser humano (Kassim, 2012). Devido à grande

expansão urbana, o volume de resíduos gerados, principalmente de produtos relacionados ao estilo de vida da população, tem aumentado rapidamente (Hannan *et al.*, 2015), como destacado na Tabela 1.

Tabela 1. População urbana e taxa de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) de diferentes regiões do globo para 2012 e 2025 (estimativa).

Região	Nº de países incluídos	2012		2025 (Projeção)	
		População urbana (milhões)	Geração RSU (kg/per capita/dia)	População urbana (milhões)	Geração RSU (kg/per capita/dia)
África	42	261	0.65	518	0.85
Ásia Oriental e Pacífico	17	777	0.95	1230	1.52
Europa e Ásia Central	19	227	1.12	240	1.48
América Latina e Caribe	33	400	1.09	466	1.56
Oriente medio e Norte da África	16	162	1.07	257	1.43
Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico	27	729	2.15	842	2.07
Sul da Ásia	7	426	0.45	734	0.77

Fonte: Hannan *et al.* (2015).

Conforme Makarenko e Budak (2017), devido às pressões da população por uma qualidade de vida mais alta, a atenção para a poluição promovida pelos aterros vem ganhando visibilidade, já que esses contêm grandes quantidades de tóxicos em potencial, ameaçando a sustentabilidade de todos os componentes ambientais, podendo deteriorar o estado sanitário dos solos, a qualidade das águas e do ar.

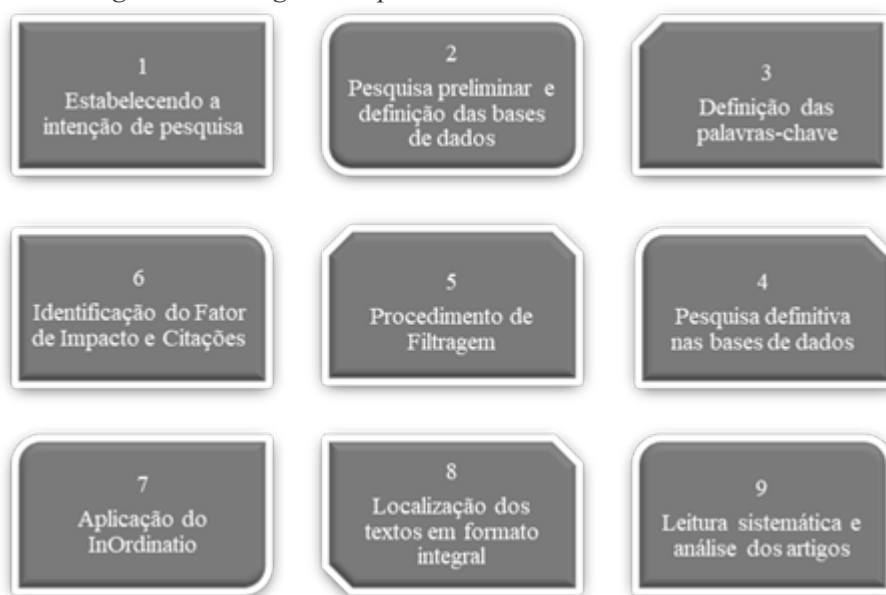
Os diferentes cenários em que aterros são realizados, e seus impactos para o ambiente, são discutidos na literatura. Vaverková *et al.* (2018) afirma que o aterro não tem influência direta e significativa sobre o meio ambiente e a qualidade da água devido às condições as quais o aterro é construído; a coleta do resíduo na base do aterro e sua destinação não proporcionam poluição, e a taxa de evapotranspiração gerenciada pela recultivação biológica reduzindo a proporção de chorume. Já Makarenko e Budak (2017) discutem que os aterros são nocivos, e em seu estudo foi detectado que a contaminação promovida pelo aterro municipal de resíduos sólidos se espalhou para além da zona de proteção sanitária existente, necessitando de um melhor monitoramento dos impactos dessa atividade. Dessa forma, para que o impacto negativo do aterro seja reduzido é necessário a aplicação de tecnologias de proteção e tecnologias adequadas à GRS (Vaverková *et al.*, 2018).

Diante do cenário apresentado, este artigo tem como objetivo, realizar uma revisão sistemática dos estudos que abordam a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos, visando promover maior conhecimento dessas estratégias para as autoridades responsáveis e para a comunidade. Isto permitirá que os conhecimentos gerados por outros pesquisadores possam ser replicados em diversos países.

2. Metodologia

Este estudo é caracterizado como uma revisão sistemática da literatura sobre transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos. Para realizar essa revisão, o protocolo de Pagani, Kovaleski e Resende (2015), *Methodi Ordinatio*, foi utilizado. Trata-se de uma metodologia multicritério que permite ordenar artigos, por meio da equação *InOrdinatio*, considerando para isso três variáveis: fator de impacto, número de citações e ano de publicação, obtendo um portfólio final para realização das coletas e análises. A metodologia baseia-se em nove etapas, descritas na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma a partir do *Methodi Ordinatio*.



Fonte: Adaptado de Pagani; Kovaleski; Resende, (2015).

Etapa 1 - Foi estabelecida a intenção de pesquisa, onde foi definida a temática: “Transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos”.

Etapa 2 - Foram feitos os testes preliminares dos eixos da pesquisa nas bases de dados, definindo como fonte para os artigos as bases Scopus, Science Direct e Web of Science, que retornaram um maior número de documentos referentes ao tema.

Etapa 3 - Foram definidas as palavras-chave usadas na seleção dos artigos analisados neste estudo, no Quadro 1, apresenta-se os resultados encontrados para cada combinação:

Quadro 1. Número de artigos encontrados nas bases de dados.

Palavras chave	Base de dados			TOTAL
	Science Direct	W.O.S.	Scopus	
“technology transfer” AND “waste solid management”	Resultados obtidos: 99 artigos	Resultados obtidos: 4 artigos	Resultados obtidos: 14 artigos	117 Artigos
“technology transfer AND practices” AND “waste solid management”	Critérios de busca:	Critérios de busca:	Critérios de busca:	

“technology transfer AND mechanisms” AND “waste solid management”	- Título; - Resumo; - Palavras chave; - Sem recorte temporal;	- Todos os campos; - Sem recorte temporal; - Artigos e revisões.	- Título; - Resumo; - Palavras chave; - Sem recorte temporal; - Artigos e revisões.	
“technology transfer AND techniques” AND “waste solid management”	- Artigos e revisões.			
TOTAL	99	4	14	

Fonte: Elaboração própria.

Etapa 4 - Foram feitas as buscas definitivas nas bases de dados selecionadas, com as respectivas palavras-chave e com o seguinte critério de inclusão, “Artigos ou Artigos de Revisão” selecionados pelo “Título, Resumo e Palavras-Chave”, onde obteve-se uma amostra inicial de 117 documentos.

Etapa 5 - Iniciou-se o procedimento de filtragem dos artigos, por meio dos critérios de exclusão: artigos duplicados (5 documentos) e artigos que não se enquadravam na temática, a partir da leitura do título e resumo (93 documentos), resultando em uma amostra final de 19 estudos analisados para a revisão sistemática proposta neste trabalho.

Etapa 6 - Foram identificados o fator de impacto e o número de citação de cada artigo selecionado, itens que compõem os dados da próxima etapa.

Etapa 7 - Aplicou-se a fórmula InOrdinatio para ordenar as pesquisas que integram este estudo.

Etapa 8 - Foram localizados os textos em seu formato integral.

Etapa 9 - Foi feita a leitura sistemática e análise dos artigos.

3. Resultados e Discussões

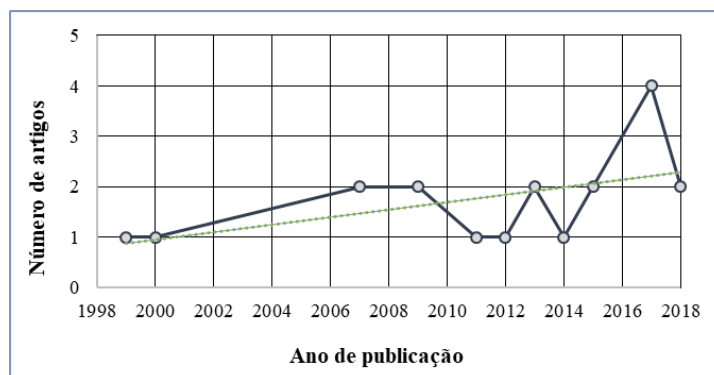
Com relação a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos, foram analisados 19 artigos, ordenados pela equação InOrdinatio, de acordo com o Fator de impacto do periódico, ano e número de citações. Estes trabalhos selecionados estão apresentados no Quadro 2 (Apêndice).

Os documentos que compõem o portfólio, apresentam em seu Título, Palavras-Chave ou Resumo, alguma relação direta com a transferência de tecnologia e/ou gestão de resíduos sólidos e foram utilizados para dados apresentados nas seções seguintes.

3.1 Análise quantitativa dos dados

Verificou-se com a análise dos estudos, inúmeros fatores que reforçam a relevância da temática aqui apresentada. Entre os dados encontrados, destacam-se itens como: Número de artigos por ano de publicação, país de afiliação do primeiro autor, classificação das palavras-chave, número de artigos por abordagem das palavras-chave, tipos de resíduos abordados nos artigos, tipo de metodologia utilizada em cada artigo, JCR dos periódicos com publicação no tema e relação dos trabalhos com a transferência de tecnologia. Sendo que, inicialmente o Figura 2, apresenta os artigos e seus respectivos anos de publicação.

Figura 2. Número de artigos por ano de publicação.



Fonte: Elaboração própria.

Observou-se uma tendência de crescimento nas publicações relacionadas ao tema proposto, e mesmo que o número de artigos publicados no ano de 2018 não tenha superado o ano anterior, há um aumento significativo nas publicações desde o ano de 1998. Além disso, caracteriza-se por ser uma temática atual, concentrando 40% dos artigos publicados nos últimos três anos.

A fim de mapear os termos centrais dos artigos selecionados, as palavras-chave do portfólio foram coletadas, analisadas e classificadas conforme sua abordagem. Como destacado no Quadro 3.

Quadro 3. Classificação das palavras-chave.

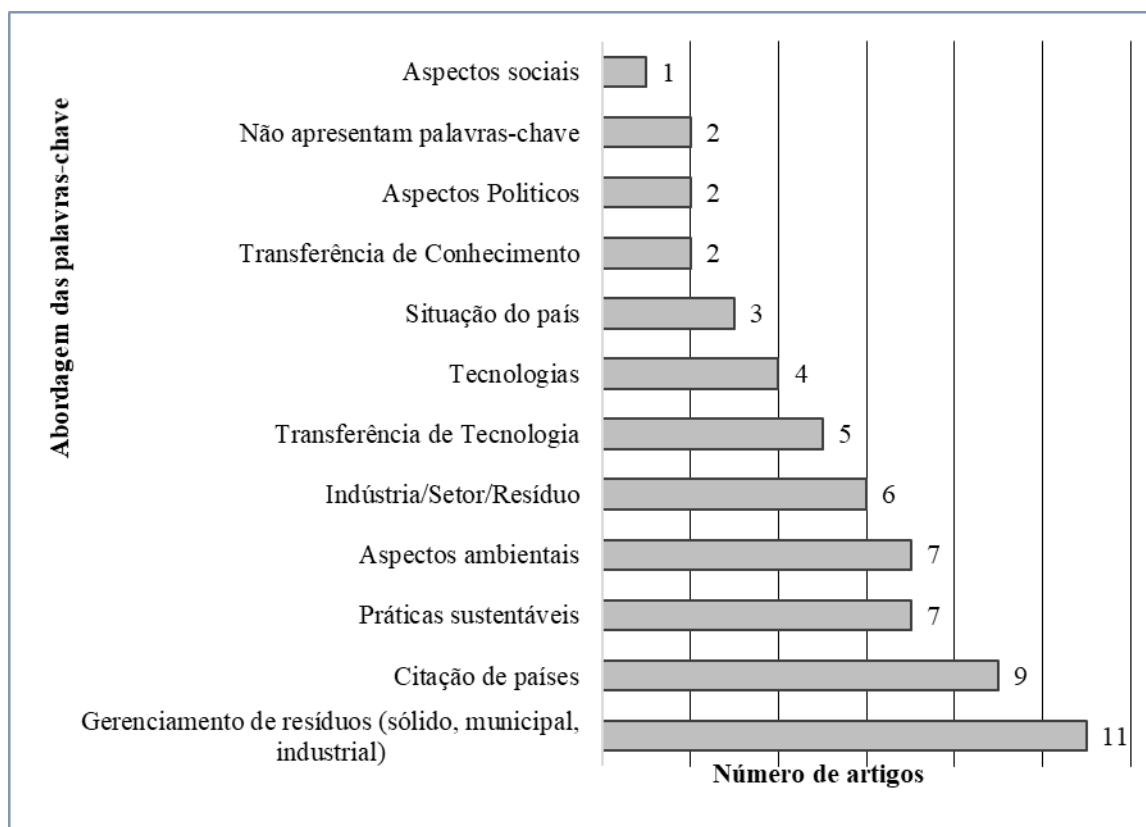
Classificação	Palavras chave
Gerenciamento de resíduos (sólido, municipal, industrial)	Management, (municipal solid waste (MSW); solid waste management (SWM)), Waste management, (Solid waste; Management), Solid Waste Management, waste management, (Municipal solid waste; Waste management), Solid waste, integrated municipal solid waste management, MSW, Municipal solid waste management, industrial waste management, waste management.
Citação de países	China; Jordan; India, South Africa; Philippines; Thailand; Europe; Latin America; Indonesia; Japan; Malaysia; Romania.
Práticas sustentáveis	(E-waste recycling; Take-back; Extended producer responsibility), CDM, Waste-to-energy, (Sustainable urbanization; Best practice), co-processing, City-to-city cooperation, Recycling.
Aspectos ambientais	Environmental management, Environmental impacts, environmental governance, Environmental service, Environmental, GHG emissions, contaminated sites.
Indústria/Setor/Resíduo	E-waste, Cement, (Incinerators; Gasification), (Composting worms; Vermicomposting; Vermifilters; Vermiculture), Coal fired plant, (Private sector, informal sector).
Transferência de Tecnologia	Technology transfer
Tecnologias	(Sustainable technologies), (Integrated solid waste management systems (ISWM-S); waste-to-energy technologies (WTE-T)), Technological challenges, Technology decision matrix.
Situação do país	Developing countries
Transferência de Conhecimento	Knowledge transfer, know-how transfer.
Aspectos Políticos	Power purchase agreement, Climate change policy.

Não apresentam palavras-chave	-
Aspectos sociais	Community perception,

Fonte: Elaboração própria.

Após a coleta, análise e classificação das palavras-chave, obteve-se o número de artigos que apresentam cada palavra de acordo com sua abordagem, demonstrado no Figura 3.

Figura 3. Número de artigos por abordagem das palavras-chave.



Fonte: Elaboração própria.

Conforme ilustrado, o tema central do portfólio de artigos é o gerenciamento de resíduos sólidos, sendo abordado como urbano ou industrial. O segundo termo mais frequente como palavra-chave é o país em que o estudo foi realizado. Seguido das práticas sustentáveis, como reciclagem, transformação de resíduo em energia, urbanização sustentável e cooperação entre cidades. Da mesma forma, com 7 artigos do portfólio, aspectos ambientais são temas com grande frequência, abordando impactos ambientais, gerenciamento ambiental, emissão de gases de efeito estufa, entre outros. Por outro lado, os aspectos sociais e políticos, são abordados, com pouca frequência. Logo, nota-se que o aspecto ambiental tem maior valorização para publicações, em relação aos aspectos sociais e políticos do tripé da sustentabilidade. Outro fator a ressaltar, é que a transferência de tecnologia é abordada como temática secundária nas pesquisas, quando aliada ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Analisando as combinações mais frequentes de palavras-chave, conclui-se que o foco dos artigos são os aspectos ambientais, como o gerenciamento dos resíduos, que aparece nas palavras-chave de mais de 50% dos artigos, as práticas sustentáveis, como reciclagem;

cooperação entre cidades; coprocessamento, e outros, presente nas palavras-chave de quase 40% dos artigos, seguido de aspectos ambientais, com pouco mais de 30% dos artigos. A definição dos países em que o estudo foi realizado também se apresenta como palavra-chave frequente, com quase 50% dos artigos do portfólio. Assim, observa-se que a abordagem de tecnologias e conhecimentos para o gerenciamento dos resíduos, aparecerem como tema secundário nas pesquisas, sendo que os termos relacionados a tecnologia e sua transferência aparecem nas palavras-chave de pouco mais de 20% dos artigos. Por fim, em relação ao mapeamento das palavras-chave, constatou-se que as variáveis do tripé da sustentabilidade aparecem nas palavras-chave dos artigos, entretanto o aspecto ambiental é sete vezes mais citado que o aspecto social, já o aspecto econômico não é citado.

A transferência de tecnologia apresenta três artigos quando combinado com o termo gerenciamento de resíduos sólidos, aparecendo com menor frequência quando associado aos termos país, aspectos ambientais, tecnologias, situação do país, e outros. Com a análise dos estudos, obteve-se também o tipo de resíduo abordado em cada pesquisa, como demonstrado no Quadro 4.

Quadro 4. Tipos de resíduos abordados nos artigos.

Tipos de resíduos abordados	Número de artigos
Resíduos sólidos urbanos	12
Resíduo específico (eletrônico, orgânico, usinas de carvão, couro, biomassa)	5
Gases de Efeito Estufa (GEE)	3

Fonte: Elaboração própria.

Constata-se que em sua maioria, a temática central dos artigos do portfólio é em relação ao gerenciamento de resíduos urbanos. Outro ponto relevante, relacionado ao estudo dos dados, é o tipo de metodologia utilizada em cada artigo, destacado a seguir no Quadro 5.

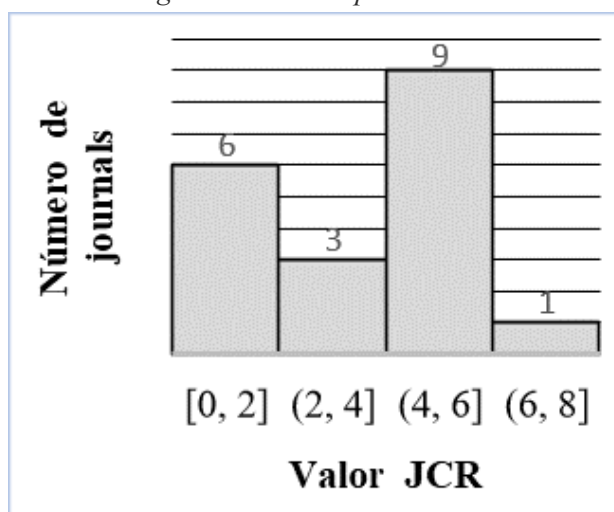
Quadro 5. Tipo de metodologia dos artigos.

Metodologia	Número de artigos	%
Estudo de caso	12	63%
Revisão de literatura	7	37%

Fonte: Elaboração própria.

Nota-se que os estudos são abordados, em 63% dos casos, de forma aplicada. E mesmo que, revisões sistemáticas representam uma porcentagem considerável dos trabalhos que fazem parte desta amostra. Torna-se necessário novos trabalhos de revisão que de alguma forma apresentem dados e práticas atualizadas do tema em questão. Em seguida, foram coletados os fatores de impacto das revistas, conforme Figura 4.

Figura 4. JCR dos periódicos.



Fonte: Elaboração própria.

Observou-se que em relação aos artigos analisados, há uma maior concentração de publicações em periódicos com JCR > 4, mostrando assim, a importância da temática para comunidade científica, além da relevância do assunto, para a manutenção do meio ambiente onde o ser humano está inserido. Concluindo esta seção, o Quadro 6, apresenta a relação da transferência de tecnologia com os estudos selecionados e traz uma síntese das abordagens encontradas nesta revisão.

Quadro 6. Relação com a transferência de tecnologia.

Abordagem	Relação com a Transferência de Tecnologia	Autores	Nº de artigos
Somente cita a Transferência de Tecnologia	Transferência de Tecnologia como auxílio para tratar resíduos (Eletrônico, resíduos em geral, resíduo sólido urbano).	-Sthiannopkao e Wong (2013); -Tan et al. (2017); -Sukholthaman e Shirahada (2015)	3
	Falta da Transferência de tecnologia (entre os países para transformar resíduos sólidos urbanos em energia; determinadas técnicas como vermicompostagem para tratar resíduos orgânicos).	-Moya et al. (2017); -Furlong et al. (2017)	2
	Comparação de tecnologias para tratamento de resíduos	-Rezaei et al. (2018)	1
	Demanda da Transferência de Tecnologia por países desenvolvidos para eficiência energética e redução de gases de efeito estufa	-Stafford et al. (2015)	1
	Transferência de Tecnologia do Sul para o Sul para sistema gaseificador	-Hosier e Sharma (2000)	1
	Desenvolvimento de parcerias entre investidores, municípios e cidadãos para melhorar a Transferência de Tecnologia e a deliberação local sobre os benefícios do desenvolvimento	-Forsyth (2007)	1
	Simulação para análise de viabilidade de Transferência de Tecnologia, considerando os benefícios ambientais, e análise do cenário em que a tecnologia será implantada.	-Chen et al. (2011)	1
	Como a Transferência de conhecimento e de		

Transferência de Tecnologia abordado como tema central	Tecnologias é implantado em projetos de instalações adequadas para aquisição de equipamentos e veículos	-Valencia-Vázquez et al. (2014)	1
	Transferência de Tecnologia para economias em transição (países do Sul para gerenciamento de resíduos sólidos e locais contaminados; do Norte para o sul para redução dos resíduos sólidos urbanos;	-Bezama et al. (2007); -Thomas (1999); -Kurniawan et al. (2013)	3
	Transferência de tecnologias limpas (para redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE) em usinas a carvão; considerando o contexto energético do país receptor)	-Van der Gaast, Begg, e Flamos (2009); -Othman et al. (2009); -Dorn et al. (2012)	3
	Não cita	-Shatnawi (2018); -Ferronato et al. (2017)	2

Fonte: Elaboração própria.

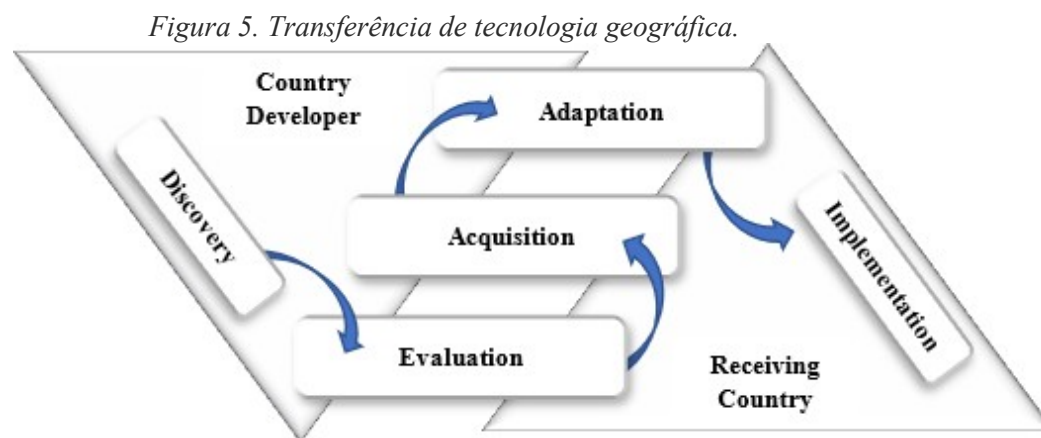
Com a análise e ordenação dos estudos que apresentam relação com a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos, criou-se as seções subsequentes, com o intuito de evidenciar os trabalhos que abordam práticas de descarte de resíduos, transferência de tecnologia, entre outros temas, referentes ao gerenciamento de resíduos.

3.2 Análise qualitativa dos dados

Segundo Dorn *et al.* (2012) a transferência de tecnologia pode ser considerada uma troca de habilidades, conhecimentos, métodos e melhores práticas, com a finalidade de assegurar que o desenvolvimento científico e tecnológico alcance diversas pessoas. Corroborando Bezama *et al.* (2007) comentam que a partir do momento que novas tecnologias são definidas e atestadas, por meio de sua aplicação bem-sucedida, recomenda-se que sejam transferidas para outras localizações e/ou objetivos.

Os resíduos sólidos urbanos podem ser uma grande fonte de energia para países desenvolvidos e em desenvolvimento, mas notavelmente, há escassez de transferência de tecnologia entre os países, criando barreiras para inúmeras tecnologias de produção de energia (Moya *et al.*, 2017). Nesse sentido, a transferência de tecnologia torna-se um fator relevante na manutenção do gerenciamento de resíduos sólidos, permitindo às autoridades um planejamento antecipado com base técnica e científica adequada (Valencia-Vázquez *et al.*, 2014).

De acordo com Bezama *et al.* (2007) a transferência de tecnologia entre países, cidades ou localidades ocorre por meio das seguintes etapas: descoberta, avaliação, aquisição, adaptação e implementação. Como destacado na Figura 5.



Fonte: Adaptado de Bezama *et al.* (2007).

Kurniawan *et al.* (2013) comentam que normalmente existem barreiras técnicas relacionadas à adequação das tecnologias, sendo que o problema não está na maneira como é transferida, mas como pode ser melhor aproveitada na parte receptora. Bezama *et al.* (2007) sugerem que para uma transferência de tecnologia eficiente entre localidades, algumas etapas devem ser executadas. Como apresentado no Quadro 7.

Quadro 7. Etapas da Transferência de tecnologia geográfica.

Etapa	Ação
1	Análise de custos e benefícios da tecnologia (incluindo aquisição de tecnologia, custos de instalação e operação, manutenção, rentabilidade, valor agregado, etc.).
2	Inventário e classificação de instituições, órgãos e / ou quaisquer partes possivelmente relacionadas ao gerenciamento das atividades de transferência de tecnologia.
3	Análise do nível de conhecimento (ou seja, "capital humano") na região receptora, bem como das universidades e institutos de pesquisa, para determinar o apoio científico e técnico através do ciclo de vida da tecnologia.
4	Análise da disponibilidade de matérias-primas necessárias para a implementação, operação e manutenção da tecnologia analisada na região receptora.
5	Pesquisa e avaliação das condições atuais e futuras do mercado.
6	Estimativa dos possíveis efeitos futuros no desenvolvimento social e impactos associados ao meio ambiente resultantes da transferência de tecnologia.

Fonte: Adaptado de Bezama *et al.* (2007).

Sukholthaman e Shirahada (2015) enfatizam ainda que abordar essas preocupações, quando se trata de transferência de tecnologia em práticas de gerenciamento de resíduos, é mais relevante e complexo do que eleger a tecnologia mais adequada para o processo sustentável e eficaz. Não há uma tecnologia ou solução que sirva para todos os desafios encontrados nas diversas aéreas, necessitando a discussão sobre questões relacionadas a sustentabilidade dos serviços para gestão dos desperdícios. Sendo assim, o presente trabalho pode auxiliar nessa tarefa, já que apresentou o objetivo de disseminar/transferir os conhecimentos, práticas e tecnologias já mencionadas na literatura, com o intuito de permitir que outras entidades os repliquem.

3.2.1 Descarte de Resíduos Sólidos

Com a conscientização da sociedade em relação ao meio ambiente houve um crescimento do número de leis ambientais, o que muitas vezes se torna um desafio para a gestão de

resíduos (Kassim, 2012). Em um cenário mais recente, são gerados 1,3 bilhão de toneladas/ano de resíduos sólidos, e de acordo com estimativas terão um crescimento de quase 70% até 2025, chegando a 2,2 bilhões de toneladas/ano (Moya *et al.*, 2017). Em vista disso, desde o ano de 2004, na cúpula do G8, que reúne os países mais industrializados, o Japão promove a iniciativa 3R's "Reduzir, reutilizar, reciclar" fomentando o uso do método no mercado nacional e internacional, destacando como prioridade o termo "Reduzir", que evita a criação de mais resíduos (Sthiannopkao & Wong, 2013).

Em relação ao lixo eletrônico, nos anos de 1970 a 1980 em países desenvolvidos, foram divulgadas leis abrangentes para gerir o tratamento de resíduos sólidos perigosos, acompanhadas de regulamentações sobre o uso de produtos químicos no ambiente. A iniciativa só se deu após o acúmulo destes resíduos e pelo reconhecimento destes necessitarem de tratamento especial para o descarte em aterros. Dessa forma, os países desenvolvidos começaram a utilizar-se da prática de containerização, que se baseia em enviar para além dos limites do país todo o resíduo produzido e recolhido (Sthiannopkao & Wong, 2013). Segundo Kassim (2012), embora haja falta de espaço, a prática de aterros sanitários é comum em países em desenvolvimento, o que requer grandes operações e tecnologia para amenizar seus poluentes.

No início da década de 1990 um dos países que começou a aceitar contêineres de lixo foi a China, que para tal operação cobrava uma taxa de US\$ 50/tonelada, foi então que agências de regulamentação e controle de resíduos promulgaram algumas iniciativas (Sthiannopkao & Wong, 2013). Uma das iniciativas foi a Convenção da Basileia sobre o Controle de Resíduos Perigosos e sua Eliminação, que estabeleceu que os resíduos perigosos deveriam permanecer em países capazes de gerir seu lixo eletrônico (Sthiannopkao & Wong, 2013).

Quando se trata de resíduo orgânico, Furlong *et al.* (2017) definem como todo ou qualquer resíduo decorrente de fontes animais ou vegetais, incluindo lodo de esgoto e de fezes, além de resíduos agrícolas e de processamento de alimentos. Estimasse que a população mundial produza aproximadamente 800 milhões de toneladas de lixo orgânico, demandando tratamento para processar, reciclar e reduzir os efeitos negativos causados no descarte ao meio ambiente (Furlong *et al.*, 2017). Como exemplo, a cidade de Bangkok, na Tailândia, tem inúmeros problemas com a gestão dos resíduos sólidos municipais devido ao aumento de resíduos, passando de 48 milhões de toneladas em 1982 para 65 milhões em 2012, sobrecarregando seu sistema de reutilização e reciclagem (Sukholthaman & Shirahada, 2015).

Sistemas e técnicas de gerenciamento estão sendo desenvolvidos, com objetivo de minimizar a carga ambiental da geração de resíduos, mas é fundamental que sejam apresentados sistemas sustentáveis de gestão que realmente colaborem com o bem-estar da população (Sukholthaman & Shirahada, 2015). Dessa forma, a produção de energias de biomassa e biogás, mesmo sendo emissores de GEE durante seu uso, podem ser mais adequadas em alguns casos, podendo ser integradas as práticas locais (Forsyth, 2007).

Com relação aos GEE é discutido o chamado dividendo de desenvolvimento, termo usado por negociadores sobre a política das mudanças climáticas para apresentar os benefícios sociais e de desenvolvimento ao reduzir os GEE, evidenciando a prática de transferir tecnologia para outros países uma forma de contribuir com o desenvolvimento do planeta (Forsyth, 2007).

Segundo Van Der Gaast, Begg e Flamos (2009) essa prática de transferência de tecnologia de energia sustentável, com o intuito de minimizar os efeitos da poluição em especial nos países industrializados para países menos desenvolvidos, foi formulada no Artigo

4.5 da Convenção- Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC) e com os Acordos de Marrequeche de 2001, onde o COP-7 incorporou regras e ações eficazes na sua implementação.

Além disso, existem normas, formuladas no Protocolo de Kyoto, que permitem investimentos de países desenvolvidos em projetos de redução de emissão de GEE em países pouco industrializados, tudo por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM), no qual os projetos, na maioria das vezes, convertem-se em uma transferência de tecnologia de redução dos GEE em troca de créditos de carbono (Van der Gaast, Begg, & Flamos, 2009).

A partir da revisão proposta, pôde-se identificar os principais tipos de resíduos abordados nos artigos, Quadro 4, anteriormente. Além disso, foram mapeadas algumas práticas, ferramentas e tecnologias utilizadas na gestão desses resíduos, podendo ser práticas voltadas a sustentabilidade ou não, podendo ser transferidas ou compartilhadas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, como destacado no Quadro 8.

Quadro 8. Práticas para Gestão de Resíduos Sólido.

Gestão de Resíduos Sólidos	
Práticas-Ferramentas-Tecnologias	Abordagem
3R's (Reduzir, reutilizar, reciclar)	Iniciativa japonesa fomentada nos anos 2000, com o intuito de melhorar a gestão dos resíduos sólidos em todo o planeta.
Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM)	O CDM possibilita a criação de projetos de desenvolvimento sustentável, que bem-sucedidos, retornam em créditos de carbono aos países envolvidos.
Containerização	Trata-se do envio, por meio de contêineres, dos resíduos sólidos produzidos de um país para outro.
Encapsulamento	Visa o tratamento de resíduos industriais, com o intuito de transformá-los em materiais com melhores formas de manuseio, transporte e destinação.
Coprocessamento	Integração de dois processos: queima de resíduos sólidos industriais e a produção de novos produtos por meio de processos produtivos que necessitam de temperatura elevada na fabricação.
Vermicompostagem	Processamento de resíduos orgânicos baseado em vermes.
Conversão de Biomassa	Biomassa como fonte que pode fornecer energia (calor ou eletricidade) com zero emissões líquidas de carbono.
Tratamento biológico	Usado na fabricação de biogás, que quando queimado produz calor e/ou energia elétrica.
Pirólise	Degradação térmica de resíduos sólidos na ausência de oxigênio.
Gasificação	Este bioprocessos envolve a oxidação parcial e seu principal produto é o gás combustível.
Incineração	Os resíduos são queimados diretamente na câmara de combustão a uma temperatura adequada (900-950 ° C).
Aterros sanitários	Destino final para os resíduos sólidos para que ocorra a decomposição.

Fonte: Elaboração própria.

Esforços globais estão sendo empregados para reorganizar a gestão de resíduos sólidos rumo a um planeta sustentável, porém, cada país trata a questão de acordo com seus objetivos e status econômico (Shekdar, 2009). Assim, pode-se notar que algumas práticas mencionadas nos artigos não são consideradas sustentáveis, sendo somente soluções viáveis encontradas

pelos países para tratar seus resíduos. Dessa forma, com o intuito de promover o desenvolvimento sustentáveis, os órgãos governamentais devem fomentar a aplicação de práticas mais sustentáveis para o gerenciamento dos resíduos, bem como os países devem escolher métodos mais sustentáveis ao invés de práticas que acarretam mais problemas ambientais e sociais.

4. Conclusões

Este estudo teve como objetivo identificar a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática de literatura por meio da metodologia Methodi Ordinatio, utilizando-se das bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Science.

Constatou-se que países desenvolvidos ainda utilizam-se de práticas de gestão de resíduos sólidos consideradas ineficientes para o planeta. Como exemplo a containerização, que baseia-se em enviar o resíduo gerado em seu país para outro país, não tratando o resíduo, somente transferindo o problema para outro país. Outra prática destacada é a técnica de encapsulamento, que visa compactar os resíduos para um melhor manuseio e armazenagem.

Dessa forma, o estudo apresentou diferentes técnicas e práticas, utilizadas por diferentes localidades, para o tratamento de resíduos sólidos. Entretanto, os resultados obtidos demonstraram que, ainda hoje, medidas insustentáveis estão sendo aplicadas, demonstrando ainda mais a importância de se disseminar e discutir assuntos como o desenvolvimento sustentável, mudança climática, problemas ambientais e sociais, e, por fim, disseminar melhores práticas que tenham como objetivo minimizar/eliminar os problemas mencionados.

Nesse contexto, a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos é um dos caminhos para promover a sustentabilidade, mas, para isso, sua aplicação deve alinhar os objetivos das entidades envolvidas com os do desenvolvimento sustentável, para que não sejam transferidas tecnologias ou práticas que acarretem mais problemas ambientais e sociais.

Uma das limitações do estudo, foi o baixo retorno de artigos relacionados ao tema em algumas bases de dados. Como a proposta da pesquisa não é esgotar a investigação, trabalhos futuros podem utilizar-se de outras metodologias e auxiliar a esclarecer questões relacionadas às políticas nacionais e internacionais de gestão dos resíduos sólidos e práticas adotadas por diversos países.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

6. Referências

- Ahmed, S. A., & ALI, M. (2004). *Partnerships for solid waste management in developing countries: linking theories to realities*. Habitat International, 28(3), 467–479. doi:10.1016/s0197-3975(03)00044-4
- Barbieri, J. C. Produção e transferência de tecnologia. Editora Ática, 1990.
- Bezama, A., Szarka, N., Navia, R., Konrad, O., & Lorber, K. E. (2007). *Lessons learned for a more efficient knowledge and technology transfer to South American countries in the fields of solid waste and contaminated sites management*. Waste Management & Research, 25(2), 148–161. doi:10.1177/0734242x06072494
- Bozeman, B. (2000). *Technology transfer and public policy: a review of research and theory*. Research Policy, 29(4-5), 627–655. doi:10.1016/s0048-7333(99)00093-1

- Bliznets, I., Kartszhiya, A., & Smirnov, M. (2018). *Technology Transfer in Digital Era: Legal Environment*. Journal of History Culture and Art Research, 7(1), 354-363. doi: <http://dx.doi.org/10.7596/taksad.v7i1.1466>
- Brasil. Câmara dos Deputados. Política nacional de resíduos sólidos. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, Série legislação, 81, 2012.
- Chen, X., Xi, F., Geng, Y., & Fujita, T. (2011). *The potential environmental gains from recycling waste plastics: Simulation of transferring recycling and recovery technologies to Shenyang, China*. Waste Management, 31(1), 168–179. doi:10.1016/j.wasman.2010.08.010
- Dorn, T., Nelles, M., Flamme, S., & Jinming, C. (2012). *Waste disposal technology transfer matching requirement clusters for waste disposal facilities in China*. Waste Management, 32(11), 2177–2184. doi:10.1016/j.wasman.2012.05.038
- Ferronato, N., Torretta, V., Ragazzi, M., & Rada, E. C. (2017). *Waste mismanagement in developing countries: A case study of environmental contamination*. UPB Sci. Bull, 79, 185-196.
- Forsyth, T. (2007). *Promoting the “Development Dividend” of Climate Technology Transfer: Can Cross-sector Partnerships Help?* World Development, 35(10), 1684–1698. doi:10.1016/j.worlddev.2007.06.001
- Furlong, C., Rajapaksha, N. S., Butt, K. R., & Gibson, W. T. (2017). *Is composting worm availability the main barrier to large-scale adoption of worm-based organic waste processing technologies?* Journal of Cleaner Production, 164, 1026–1033. doi:10.1016/j.jclepro.2017.06.226
- Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). *Solid waste management challenges for cities in developing countries*. Waste Management, 33(1), 220–232. doi: 10.1016/j.wasman.2012.09.008
- Hannan, M. A., Abdulla AL Mamun, M., Hussain, A., Basri, H., & Begum, R. A. (2015). *A review on technologies and their usage in solid waste monitoring and management systems: Issues and challenges*. Waste Management, 43, 509–523. doi:10.1016/j.wasman.2015.05.033
- Hosier, R., & Sharma, M. (2000). *Global Environment Facility support for modernized biomass energy: experiences from UNDP and the World Bank*. Energy for Sustainable Development, 4(3), 83–89. doi:10.1016/s0973-0826(08)60256-2
- Kassim, S. M. (2012). *The importance of recycling in solid waste management*. In: Macromolecular Symposia. Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 43-50.
- Kurniawan, T. A., Puppim De Oliveira, J., Premakumara, D. G. J., & nagaishi, M. (2013). *City-to-city level cooperation for generating urban co-benefits: the case of technological cooperation in the waste sector between Surabaya (Indonesia) and Kitakyushu (Japan)*. Journal of Cleaner Production, 58, 43–50. doi:10.1016/j.jclepro.2013.08.002
- Moya, D., Aldás, C., López, G., & Kaparaju, P. (2017). *Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: a worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-To-Energy Technologies*. Energy Procedia, 134, 286–295. doi:10.1016/j.egypro.2017.09.618
- Othman, M. R., Martunus, Zakaria, R., & Fernando, W. J. N. (2009). *Strategic planning on carbon capture from coal fired plants in Malaysia and Indonesia: A review*. Energy Policy, 37(5), 1718–1735. doi:10.1016/j.enpol.2008.12.034
- Pagani, R. N.; Kowaleski, J. L.; Resende, L. M. (2015). *Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citations, and year of publication*. Scientometrics, 105(3), 2109-2135.
- Rajeev, A., Pati, R. K., Padhi, S. S., & Govindan, K. (2017). *Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review*. Journal of Cleaner Production, 162, 299–314. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.05.026
- Shekdar, A. V. (2009). *Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries*. Waste management, 29(4), 1438-1448.
- Rezaei, M., Ghobadian, B., Samadi, S. H., & Karimi, S. (2018). *Electric power generation from municipal solid waste: A techno-economical assessment under different scenarios in Iran*. Energy, 152, 46–56. doi:10.1016/j.energy.2017.10.109
- Shatnawi, R. S. (2018). *Solid Waste Management: Classification and Public Perception on Management Options at Applied Science University*. Jordan journal of civil engineering, 12(3), 379-388.
- Sthiannopkao, S., & Wong, M. H. (2013). *Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences*. Science of The Total Environment, 463-464, 1147–1153. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.06.088
- Stafford, F. N., Viquez, M. D., Labrincha, J., & Hotza, D. (2015). *Advances and Challenges for the Co-processing in Latin American Cement Industry*. Procedia Materials Science, 9, 571–577.

- doi:10.1016/j.mspro.2015.05.032
- Sukholthaman, P., & Shirahada, K. (2015). *Technological challenges for effective development towards sustainable waste management in developing countries: Case study of Bangkok, Thailand*. *Technology in Society*, 43, 231–239. doi:10.1016/j.techsoc.2015.05.003
- Tan, Y., Xu, H., Jiao, L., Ochoa, J. J., & Shen, L. (2017). *A study of best practices in promoting sustainable urbanization in China*. *Journal of Environmental Management*, 193, 8–18. doi:10.1016/j.jenvman.2017.01.058
- Thomas, C. (1999). *Waste management and recycling in Romania: a case study of technology transfer in an economy in transition*. *Technovation*, 19(6-7), 365–371. doi:10.1016/s0166-4972(99)00028-0
- Tseng, M. L. (2011). *Importance–performance analysis of municipal solid waste management in uncertainty*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 172(1-4), 171–187. doi:10.1007/s10661-010-1325-7.
- Valencia-Vázquez, R., Pérez-López, M. E., Vicencio-De-La-Rosa, M. G., Martínez-Prado, M. A., & Rubio-Hernández, R. (2014). *Knowledge and technology transfer to improve the municipal solid waste management system of Durango City, Mexico*. *Waste Management & Research*, 32(9), 848–856. doi:10.1177/0734242x14546035
- Van Der Gaast, W., Begg, K., & Flamos, A. (2009). *Promoting sustainable energy technology transfers to developing countries through the CDM*. *Applied Energy*, 86(2), 230–236. doi:10.1016/j.apenergy.2008.03.009
- Vaverková, M. D., Adamcová, D., Radziemska, M., Voběrková, S., Mazur, Z., & Zloch, J. (2017). *Assessment and Evaluation of Heavy Metals Removal from Landfill Leachate by *Pleurotus ostreatus**. *Waste and Biomass Valorization*, 9(3), 503–511. doi:10.1007/s12649-017-0015-x

Apêndice

Quadro 2. Portfólio final de artigos ordenados.

Autor	Título	Ano	Revista	InOrdinatio
Shthianopkao, S. and Wong, M.H.	Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences	2013	Science of the total environment	290
van der Gaast, W., Begg, K. and Flamos, A.	Promoting sustainable energy technology transfers to developing countries through the CDM	2009	Applied energy	111
Moya, D., Aldás, C., López, G. and Kaparaju, P.	Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: a worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-To-Energy Technologies	2017	Energy procedia	102
Rezaei, M., Ghobadian, B., Samadi, S.H. and Karimi, S.	Electric power generation from municipal solid waste: A techno-economical assessment under different scenarios in Iran	2018	Energy	100
Tan, Y., Xu, H., Jiao, L., Ochoa, J.J. and Shen, L.	A study of best practices in promoting sustainable urbanization in China	2017	Journal of environmental management	100
Shatnawi, R.S.	Solid waste management: Classification and public perception on management options at Applied Science University	2018	Jordan journal of civil engineering	100
Ferronato, N., Torretta, V., Ragazzi, M. and Rada, E.C.	Waste mismanagement in developing countries: A case study of environmental contamination	2017	Scientific bulletin	96
Furlong, C., Rajapaksha, N.S., Butt, K.R. and Gibson, W.T.	Is composting worm availability the main barrier to large-scale adoption of worm-based organic waste processing technologies?	2017	Journal of cleaner production	92
Forsyth, T.	Promoting the “Development Dividend” of Climate Technology Transfer: Can Cross-sector Partnerships Help?	2007	World development	90
Chen, X., Xi, F., Geng, Y. and Fujita, T.	The potential environmental gains from recycling waste plastics: Simulation of transferring recycling and recovery technologies to Shenyang, China	2011	Waste management	85
Stafford, F.N., Viquez, M.D., Labrincha, J. and Hotza, D.	Advances and Challenges for the Co-processing in Latin American Cement Industry	2015	Procedia materials science	81

Sukholthaman, P. and Shirahada, K.	Technological challenges for effective development towards sustainable waste management in developing countries: Case study of Bangkok, Thailand	2015	Technology in society	80
Kurniawan, T.A., Puppim de Oliveira, J., Premakumara, D.G.J. and Nagaishi, M.	City-to-city level cooperation for generating urban co-benefits: the case of technological cooperation in the waste sector between Surabaya (Indonesia) and Kitakyushu (Japan)	2013	Journal of cleaner production	67
Othman, M.R., Martunus, Zakaria, R. and Fernando, W.J.N.	Strategic planning on carbon capture from coal fired plants in Malaysia and Indonesia: A review	2009	Energy policy	64
Valencia-Vazquez, R., Perez-Lopez, M.E., Vicencio-de-la-Rosa, M.G., Martinez-Prado, M.A. and Rubio-Hernandez, R.	Knowledge and technology transfer to improve the municipal solid waste management system of Durango City, Mexico	2014	Waste management & research	63
Dorn, T., Nelles, M., Flamme, S. and Jinming, C.	Waste disposal technology transfer matching requirement clusters for waste disposal facilities in China	2012	Waste management	49
Bezama, A., Szarka, N., Navia, R., Konrad, O. and Lorber, K.E.	Lessons learned for a more efficient knowledge and technology transfer to South American countries in the fields of solid waste and contaminated sites management	2007	Waste management & research	-1
Thomas, C.	Waste management and recycling in Romania: A case study of technology transfer in an economy in transition	1999	Journal technovation	-73
Hosier, R. and Sharma, M.	Global Environment Facility support for modernized biomass energy: experiences from UNDP and the World Bank	2000	Energy for sustainable development	-76

Fonte: Elaboração própria.

Transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável: Uma revisão sistemática de literatura

Alana Corsi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

aaacorsi@gmail.com

Regina Negri Pagani

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

reginapagani@utfpr.edu.br

Bethânia Ávila Rodrigues

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

bethania@alunos.utfpr.edu.br

Resumo

Com a crescente população residindo nos centros urbanos, aliado ao padrão de consumo atual e o crescimento populacional, surgem problemas de contingência social, infraestrutura, mudança climática, esgotamento de recursos e outros, necessitando novas estratégias que visem minimizá-los ou mitigá-los. Neste contexto que o desenvolvimento sustentável passa a ganhar maior visibilidade e a transferência de tecnologia passa a ser ferramenta para atingir a sustentabilidade. Assim, este artigo apresentou uma revisão sistemática de literatura dos estudos que abordam a transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável, buscando identificar as principais temáticas abordadas na literatura científica relacionadas aos dois eixos. Também, identificou de que forma os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODSs) são tratados quando se estuda estes dois eixos. Conforme os resultados obtidos, a temática é de interesse científico, visto que journals de alto impacto publicam artigos relacionando a transferência de tecnologia ao desenvolvimento sustentável, bem como se trata de uma temática com crescente interesse, já que vêm sendo abordada desde a década de 90, mas apresentando o maior número de artigos nos últimos 10 anos. Também, embora os ODSs sejam as ações em vigência para a promoção do desenvolvimento sustentável, e a transferência de tecnologia seja uma ferramenta utilizada por esses objetivos, o portfólio final de artigos demonstrou que somente 14% dos artigos de transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável abordaram os ODSs, sendo na maioria das vezes com foco em estratégias para atingir o estabelecido pelas ODSs, como projetos CDM e a transferência de tecnologias, e outros abordando processos de transferência que beneficiam alguma área/setor específico apresentado pelas ODSs.

Palavras chaves

Desenvolvimento Sustentável, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, Transferência de tecnologia, Revisão de literatura.

1. Introdução

Diante do atual cenário econômico, dos padrões de consumo, e da crescente urbanização, estimando-se que até 2050 75% da população estará residindo os centros urbanos (UN, 2018) e consumindo cerca de 75% dos recursos globais (Madlener & Sunak,

2011), que problemas como esgotamento de recursos, mudança climática, de contingente social e econômicos passam a afetar a população e o mundo, surgindo pressões por parte de governos, ONU e até mesmo da população, para o desenvolvimento de estratégias que visem minimizá-los ou mitiga-los. Nesse contexto que o termo desenvolvimento sustentável passa a ser amplamente discutido.

O termo desenvolvimento sustentável foi introduzido inicialmente no documento internacional “*World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development*”, em 1980 (IUCN, 1980), mas sua definição mais disseminada é a proposta pelo Relatório de Brundtland, denominado “*Our Common Future*”, em 1987 (Bonnett, 2013). Conforme o relatório, o Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades das gerações atuais, sem interferir e comprometer a capacidade das gerações futuras de o fazer, para que todas as gerações alcancem o desenvolvimento social, econômico, fazendo uso consciente dos recursos naturais, preservando as espécies e os habitats naturais (WCED, 1987). Os benefícios esperados com o desenvolvimento sustentável são para o tripé da sustentabilidade, sendo o eixo social, econômico e ambiental.

A Organização das Nações Unidas (ONU) vem sendo o órgão responsável por promover ações para atingir a sustentabilidade, desde sua criação em 1945 (Shah, 2008), por meio de convenções, cúpulas, relatórios e objetivos/metapas a serem atingidos. A ação que está em vigência, para promoção da sustentabilidade, são os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), criados em 2015, com uma Agenda de ações para até 2030, com propostas nas mais diversas áreas, como saúde, saneamento, infraestrutura, transporte, cidades sustentáveis, erradicação da pobreza, mitigação de mudança climática e outros (ONU, 2015). Uma das ferramentas citadas pelos ODSs é a transferência de tecnologia.

A transferência de tecnologia é, resumidamente, um processo no qual ocorre a transferência de uma tecnologia, sendo essa tecnologia caracterizada como um bem tangível e/ou intangível, de uma entidade para outra, orientada por objetivos, ou seja, é um processo de distribuição de tecnologias de seu local de origem para outras pessoas e lugares (Ismail, Hamzah, & Bebenroth, 2018), orientado por objetivos das partes interessadas (Winebrake 1992; Autio & Laamanen 1995), objetivando promover desenvolvimento tecnológico. O fluxo no qual a transferência pode ocorrer é variado, conforme demonstrado por Pagani *et al.* (2016), apresentando quatro fluxos diferentes da tecnologia, sendo: de instituição baseada no conhecimento para Instituição com fins comerciais; de empresa de países desenvolvidos para Empresa do país anfitrião; de empresa para empresa, e Outras combinações, como de *Spin offs* acadêmicos para empresas; de universidades para estudantes; de um agente de transferência genérico (instituição ou organização, agência governamental, universidade, empresa privada) para um receptor genérico (firma, agência, organização, consumidor, grupo informal).

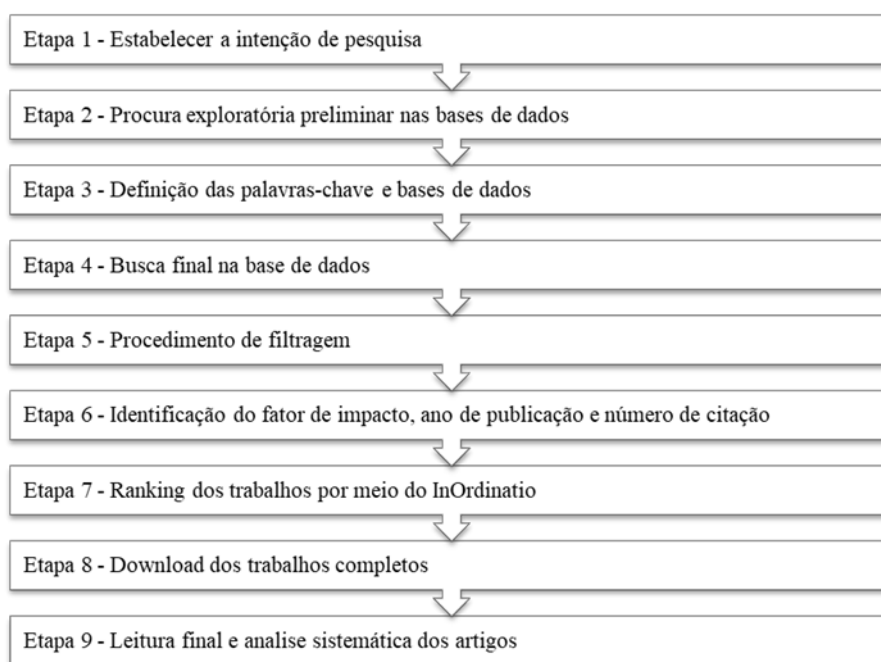
Embora o processo de transferência apresente variados fluxos e abordagens diferenciadas quanto a tecnologia, ao ser utilizada como instrumento das ODS, o fluxo da transferência, bem como as tecnologias que serão transferidas devem estar alinhadas à um objetivo comum, do desenvolvimento sustentável. Sendo assim, o fluxo mencionado pelas ODSs é dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, ou aqueles em situações vulneráveis, e as tecnologias mencionadas são aquelas que promovem sustentabilidade, ou seja, denominadas como tecnologias de baixo carbono, verdes, limpas, sustentáveis, ambientalmente amigas.

Neste contexto, faz-se necessário compreender de que forma a transferência de tecnologia vem sendo abordada em estudos relacionados ao desenvolvimento sustentável. Assim, este artigo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática de literatura dos estudos que abordam a transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável, buscando identificar as principais temáticas abordadas, bem como identificar de que forma os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) é tratado quando se estuda a transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável.

2. Metodologia

Este estudo é caracterizado como uma revisão sistemática da literatura sobre transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável. Para realizar essa revisão, o protocolo de Pagani, Kovaleski e Resende (2015), *Methodi Ordinatio*, foi utilizado. Trata-se de uma metodologia multicritério que permite ordenar artigos, por meio da equação *InOrdinatio*, considerando para isso três variáveis: fator de impacto, número de citações e ano de publicação, obtendo um portfólio final para realização das coletas e análises. A metodologia baseia-se em nove etapas, descritas na figura 1.

Figura 1. Fluxograma a partir do *Methodi Ordinatio*.



Fonte: Adaptado de Pagani; Kovaleski; Resende, (2015).

Etapa 1 - Foi estabelecida a intenção de pesquisa, onde foi definida a temática: “Transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável”.

Etapa 2 - Foram feitos os testes preliminares dos eixos da pesquisa nas bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Science.

Etapa 3 - As palavras chave definidas foram Desenvolvimento Sustentável e

Transferência de Tecnologia, e as bases de dados utilizadas foram a Web of Science, Science Direct e Scopus, devido ao maior número de retornos.

Etapa 4 - Foram feitas as buscas definitivas nas bases de dados selecionadas, com as respectivas palavras chave e com o seguinte critério de inclusão, “Artigos ou Artigos de Revisão” selecionados pelo “Título, Resumo e Palavras chave”. Os resultados das buscas foram, conforme Quadro 1:

Quadro 1. Número de artigos encontrados nas bases de dados.

Palavras chave	Base de dados			TOTAL
	Science Direct	W.O.S.	Scopus	
“technology transfer” AND “sustainable development”	55 artigos	152 artigos	831 artigos	1.038 artigos

Fonte: Elaboração própria.

Etapa 5 - Iniciou-se o procedimento de filtragem sob o total de artigos final das buscas, 1.038 artigos, por meio dos critérios de exclusão. Os critérios utilizados para a exclusão dos artigos, bem como o número de artigos excluídos foram, conforme Quadro 2.

Quadro 2. Procedimentos de filtragem.

Procedimentos de filtragem	Artigos excluídos
Exclusão por duplicatas	149
Exclusão por tipo de documento	34
Exclusão por leitura de título	178
Exclusão por leitura do resumo	534
Exclusão por leitura completa	6
Número de artigos no portfólio final	137

Fonte: Elaboração própria

Etapa 6 - Foram identificados o fator de impacto e o número de citação de cada artigo selecionado, itens que compõem os dados da próxima etapa.

As etapas seguintes propostas pela metodologia não se fizeram necessárias para o objetivo deste trabalho. Sendo assim, somente o fator de impacto das revistas foram coletadas, a fim de verificar o impacto o interesse pela comunidade científica acerca da temática.

Para realizar a análise bibliométrica dos artigos, os *softwares* NVivo 12 e VosViver foram utilizados.

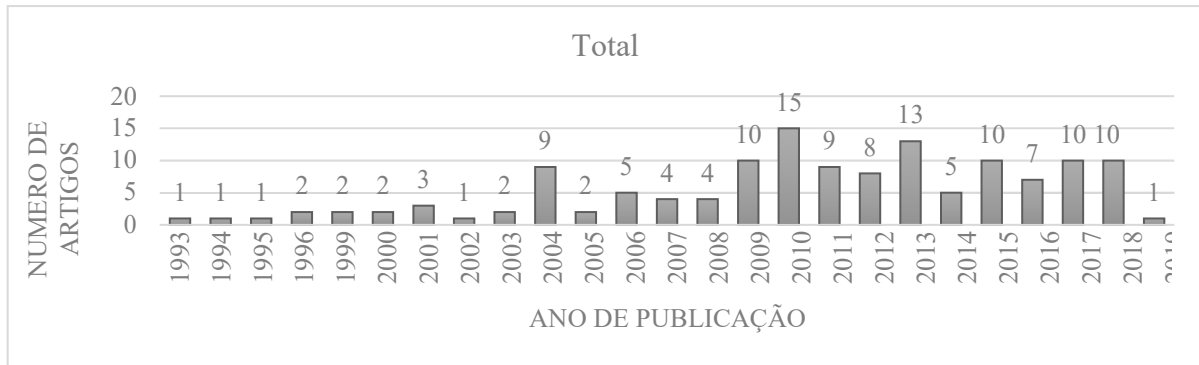
Além dos artigos científicos indexados nas bases de dados, foi realizada uma pesquisa na página da Organização das Nações Unidas (ONU), a fim de identificar quais são os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), bem como o que é abordado acerca de tecnologias e sua transferência nesses objetivos.

3. Resultados e Discussões

3.1 Análises bibliométricas

A partir do portfólio final de artigos, composto por 137 artigos, as análises bibliométricas foram realizadas. A primeira delas, foi com o auxílio de planilhas eletrônicas do Excel, para demonstrar a atualidade do tema, conforme Figura 2.

Figura 2. Número de artigos publicados por ano.

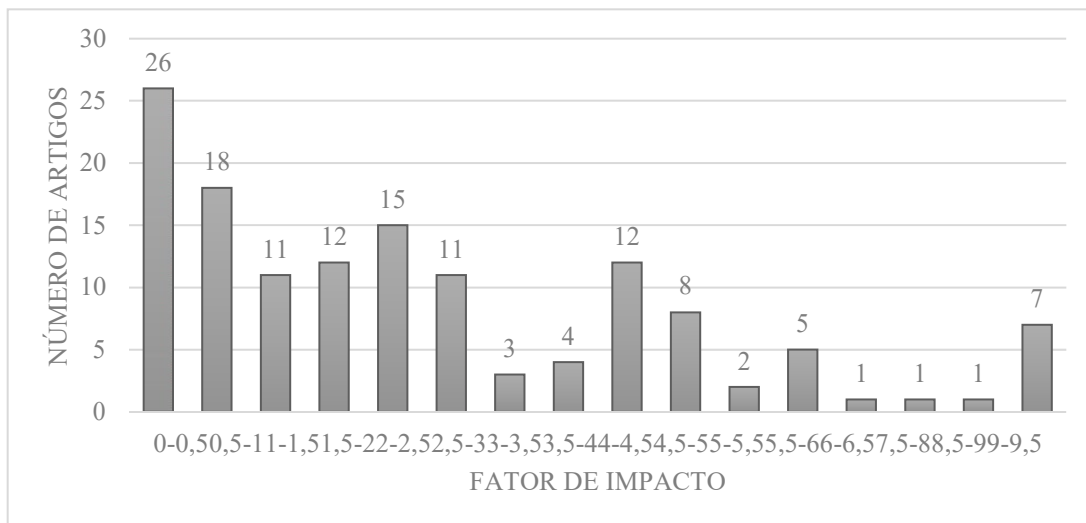


Fonte: Elaboração própria

Conforme ilustrado na Figura 2, vê-se que existem autores que tratam da transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável desde 1993, entretanto, o tema passou a ganhar maior impacto acadêmico a partir do ano de 2009, sendo que mais de 70% das produções científicas são dos últimos dez anos. Isso demonstra que o tema está em evidência, e que é de interesse científico. Entretanto, embora haja interesse nos tópicos, há uma grande oscilação nas publicações.

A segunda análise realizada no portfólio final de artigos foi quanto ao fator de impacto das revistas, podendo ser Journal Citation Report (JCR), CiteScore, Scimago (SJR) ou Snipp, conforme Figuras 3.

Figura 3. Fator de impacto das revistas.



Fonte: Elaboração própria

A partir da Figura 3, pode-se perceber que as revistas que mais publicam acerca da temática apresentam um fator de impacto até 3, ou seja, aproximadamente 70% dos artigos apresentam um fator de impacto entre 0 e 3, sendo que destes 70%, cerca de 47% dos artigos apresentam fator de impacto entre 0 e 1 e cerca de 52% apresentam impacto de 1 a 3. Entretanto, existem revistas com fator de impacto alto que publicam acerca da temática, como quase 15% dos artigos (20 artigos) foram publicados em revistas com fator de impacto entre 4 e 5, e 7 artigos foram publicados em revistas com fator de impacto entre 9 e

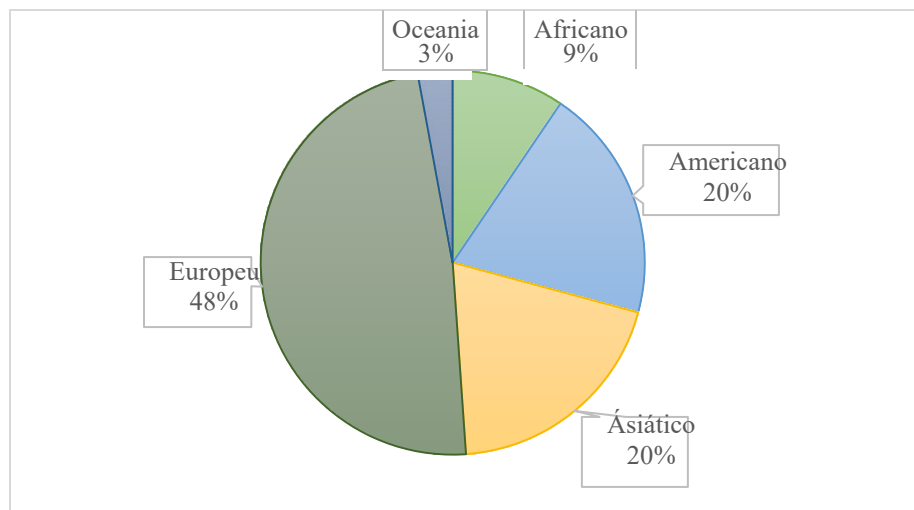
9,5. Dessa forma, pode-se concluir que existe interesse da comunidade científica em publicar sobre essa temática, apresentando revistas com altos fatores de impacto que relacionam a transferência de tecnologia com o desenvolvimento sustentável.

Após, foram analisados os principais *journals* do portfólio que publicam sobre a temática, em número de artigos e em fator de impacto. O *journal* “Energy Policy” apresentou 10 artigos do portfólio, tendo um JCR de 4,039. O *journal* “Renewable and Sustainable Energy Reviews” apresentou 7 artigos do portfólio, com JCR de 9,184. Já o *Journal* “Cleaner Production” apresentou 5 artigos, e apresenta o JCR igual 5,651. Dessa forma, a Energy Policy é a principal revista do portfólio em número de artigos publicados.

Em relação ao fator de impacto, os *journals* com maior fator de impacto são a “Renewable and Sustainable Energy Reviews”, apresentando um JCR igual a 9,184, seguido da “Academy of Management Review”, com JCR 8,855 e da “Applied Energy” com JCR 7,9. Sendo assim, o *journal* de maior impacto do portfólio final de artigos é a “Renewable and Sustainable Energy Reviews”, sendo também o segundo com maior número de artigos do portfólio.

Após, foram analisadas as afiliações dos primeiros autores dos artigos, com o intuito de verificar os países/instituições com maior número de publicação acerca da temática. A instituição com maior número de artigos publicados é a National Technical University of Athens, situada na Grécia, apresentando 13 artigos do portfólio final. A distribuição de artigos por continente, considerando a afiliação do primeiro autor, é, conforme Figura 4.

Figura 4. Número de artigos distribuídos por continentes (afiliação do primeiro autor).



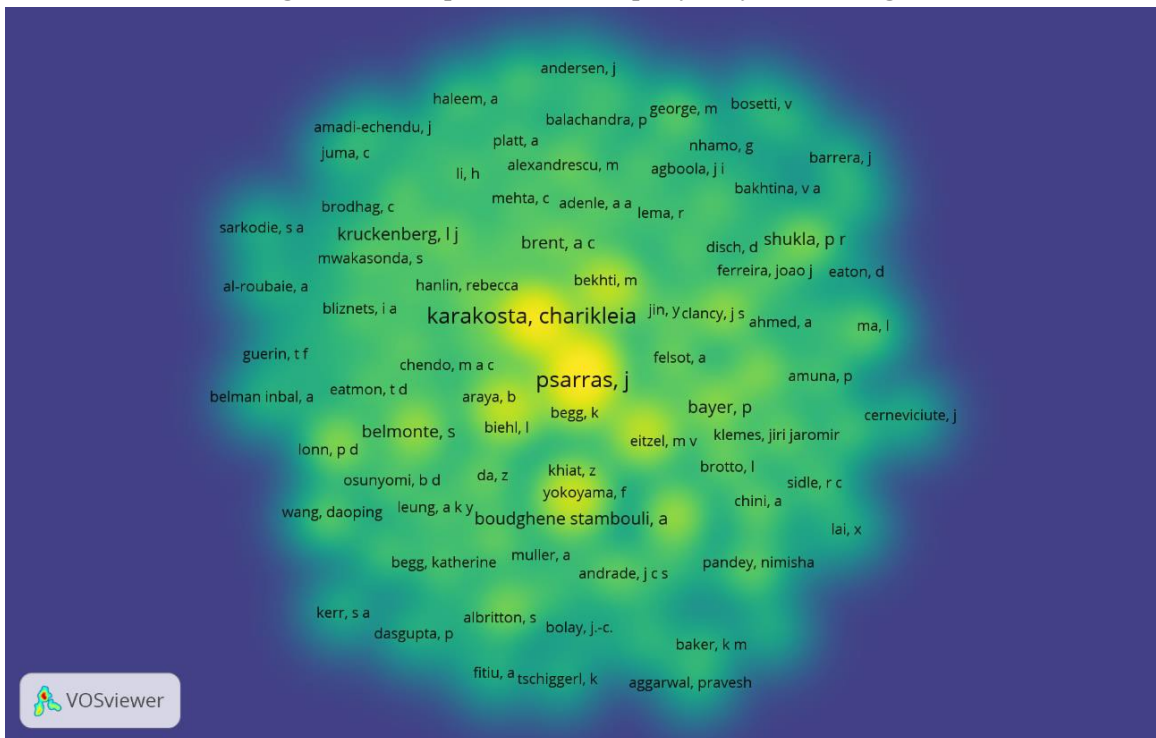
Fonte: Elaboração própria

Em relação ao número de artigos, o continente com maior envolvimento com pesquisas na área de Transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável é o continente Europeu, com 66 trabalhos publicados, sendo que os principais países em número de publicação são: Grécia, com 13 artigos, e o Reino Unido, com 12 artigos. Depois, os continentes Americano e Asiático apresentam 27 artigos, sendo os Estados Unidos da América (22 artigos), Índia (8 artigos) e China (10 artigos) os países com maiores números de artigos publicados. Por fim, os continentes Africanos e da Oceania apresentam menores números de publicações. Assim, pode-se afirmar que em relação ao portfólio final do

estudo, o continente com autores mais interessados na temática é o Europeu, e o país com maior número de publicações é os EUA, com 16 % dos artigos do portfólio final.

Em seguida, os autores mais relevantes do portfólio final foram identificados, com o auxílio do *software* VOSviewer, considerando para isso o número de documentos apresentados por autor, bem como as ligações entre os mesmos (coautoria), conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5. Principais autores do portfólio final de artigos.



Fonte: Elaboração própria

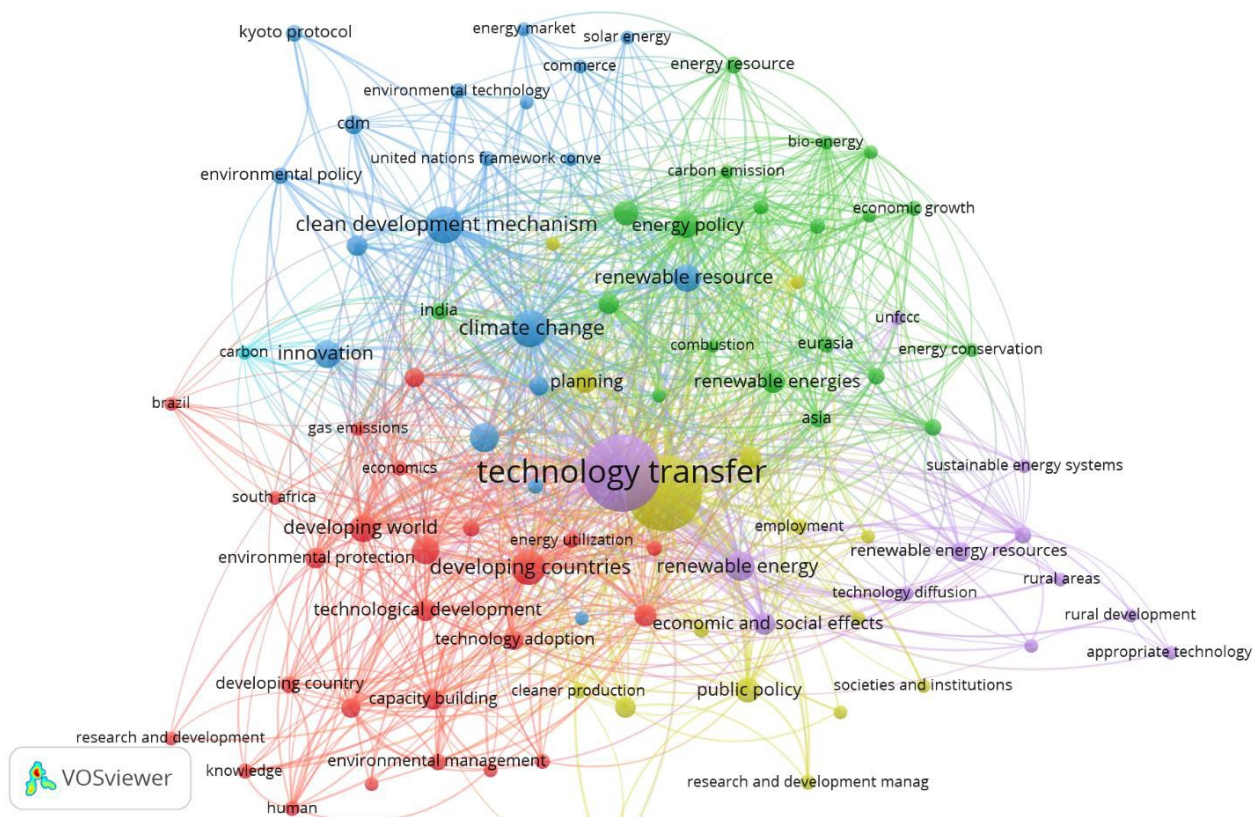
Conforme ilustrado na Figura 5, os autores de maior representatividade (densidade) são: Charikleia Karakosta e John Psarras. Ao analisar os artigos, pode-se observar que Karakosta é autor principal, com 9 artigos do portfólio final, Doukas apresenta 2 artigos como autor principal, e Psarras não apresenta artigos como autor principal, somente coautoria. Também, pode-se observar que esses três autores formam uma rede, já que dos 9 artigos publicados por Karakosta (como autor principal), 6 destes é com parceria com Doukas e 7 com o autor Psarras. Já dos artigos de Doukas como primeiro autor, os 2 apresentam os autores Karakosta e Psarras. Ainda, 7 artigos do portfólio final apresentam somente os três autores. Por outro lado, Psarras também publicou um artigo em parceria com Flamos e Georgallis. Além desses autores principais, existem outros autores, porém com menor número de artigos como autor principal e coautoria, formando também redes.

3.2 Análise qualitativa dos dados

Algumas análises foram realizadas com o intuito de investigar as temáticas e os conteúdos apresentados pelos artigos do portfólio final. A primeira análise realizada foi relacionada as

palavras chave mais utilizadas nos artigos, com o auxílio do *software* VOSviewer, conforme Figura 6.

Figura 6. Principais palavras chave do portfólio final de artigos.



Fonte: Elaboração própria

As palavras chave mais citadas nos artigos foram: Transferência de tecnologia, ocorrendo 94 vezes, com ligação com outras 92 palavras chave, seguido da palavra chave Desenvolvimento sustentável, ocorrendo 91 vezes, ligando-se a outras 92 palavras chave, seguido de Mudança climática (23 vezes) e *Clean Development Mechanism* - CDM (23 vezes), e países em desenvolvimento (19 vezes). A China aparece como palavra chave em 13 artigos e a Índia em 5 artigos, bem como África e Ásia.

A partir da análise das palavras-chave, pode-se perceber que o foco dos artigos é em relação a alternativas de energias e tecnologias (renováveis, limpas, sustentáveis) para mitigar os impactos das mudanças climáticas e das emissões. Além disso, o instrumento CDM é amplamente abordado, sendo um mecanismo para promover a transferência de tecnologias sustentáveis, cumprindo assim com seu objetivo. E, por fim, o local foco dos artigos é em países em desenvolvimento e desenvolvimento rural, estando de acordo com o foco dos ODSs, que visa aplicar ações para o desenvolvimento sustentável das regiões mais fragilizadas.

Em seguida, foram analisadas as palavras mais citadas ao decorrer dos artigos do portfólio final, a partir de análise com auxílio do *software* NVivo 12, são, conforme Figura 7.

Práticas	50
Crescimento	32
Impactos (Clima/Controle de chuva ácida)	27
Ferramentas (bomba manual)	13
Ações (Dessalinização/Cultivação)	5
Barreiras	5

Fonte: Elaboração própria

A partir do Quadro 3, pode-se perceber que o principal aspecto tratado ao se abordar o desenvolvimento sustentável, no portfólio final de artigos, são as alternativas tecnológicas e de energia, com 364 trechos mencionando tecnologias ou energias para sustentabilidade. Também, são abordadas tecnologias sustentáveis de forma geral, sendo referenciadas em 117 trechos. O segundo tema mais abordado são maneiras de gestão para sustentabilidade, seguido de uso/consumo e sua relação com o desenvolvimento sustentável.

Em relação as energias, um dos temas mais discutidos no portfólio, os tipos mais citados foram as Energias renováveis, com 729 trechos que as mencionam, sendo a energia eólica a mais mencionada, com 119 trechos, seguida da energia solar, com 103 trechos, biomassa com 55 trechos, geotérmica e hidráulica com pouco mais de 20 trechos. O segundo grupo de energias mais citados foram energias sustentáveis, com 376 trechos mencionados, englobando os termos energias amigas do clima, de baixo carbono e limpas. Também foram citadas energias não renováveis, sendo as fósseis e nucleares, energias mecânicas, municipais, rurais e híbridas.

Por fim, foram identificados os aspectos da sustentabilidade para o tripé da sustentabilidade e em relação as políticas, conforme Quadro 4.

Quadro 4. Relação do desenvolvimento sustentável com o tripé e políticas.

Desenvolvimento Sustentável		N. de referencias
Sustentabilidade ambiental	Ecológico	119
	Ambiental	
Políticas sustentáveis	Políticas	76
	Objetivos do desenvolvimento sustentável	
	Elaboração de políticas para o desenvolvimento sustentável	
	Políticas sustentáveis de transporte	
Sustentabilidade econômica	Eixo econômico	52
	Estratégia financeira	
	Metas de sustentabilidade econômica	
Sustentabilidade social	Desenvolvimento sustentável da sociedade	33
	Redução da pobreza	
	Subsistência	

Fonte: Elaboração própria

Pode-se concluir que os benefícios esperados com a transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável foram em impactos ambientais, seguido dos impactos para o eixo econômico e por fim o social, sendo que o primeiro eixo mencionado apresenta mais que o dobro do segundo e mais que o triplo do terceiro. Além disso, percebe-se que há amplo interesse e discussão acerca de políticas voltadas ao desenvolvimento sustentável, visto que apresenta mais referências que dois dos eixos do tripé da sustentabilidade. As políticas para promoção do desenvolvimento sustentável foram amplamente abordadas, com 76 referências, sendo que os ODSs foram explicitamente mencionados. A esse respeito, somente 20 artigos abordam explicitamente os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

3.2.1 *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e a Transferência de Tecnologia*

Ao analisar o portfólio final de artigos, foram identificados 20 artigos que citam os ODSs, mas somente 14 destes abordam e discutem o tema, conforme Quadro 5.

Quadro 5. Abordagem dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável no portfólio final.

Autores	Abordagem dos ODSs
Lucci, Khan e Stuart (2015)	Examina a posição de quatro das EMEs mais influentes - Brasil, China, Índia e África do Sul - sobre questões que exigem ação global na agenda dos ODS. Resultado: as EMEs têm poucos incentivos (ganhos significativos) e alguns desincentivos para se engajar com a agenda dos ODS.
Barrera e Schwarze (2004)	Os projetos CDM não devem apenas reduzir os gases de efeito estufa, mas também contribuir para os objetivos de desenvolvimento sustentável dos países anfitriões, mas há uma falta de consenso dos critérios/métricas utilizadas para o desenvolvimento sustentável.
Uddin <i>et al.</i> (2015)	verificou-se que apenas breves relatos de ODSs são fornecidos em documentos do CDM para atividades de projeto de metano em minas de carvão e que estes são indiscutivelmente insuficientes em detalhes.
Fasehun (2015)	Aborda a distribuição e benefícios do CDM, e que sem um reajuste destes e sua distribuição desigual, irão contra os ODSs, e conseqüentemente contra seus objetivos.
Sarkodie e Strezov (2019)	FDI (Investimentos Estrangeiros Diretos) juntamente com a transferência de tecnologias limpas e melhoria nos trabalhos e práticas de gestão ambiental irá ajudar os países em desenvolvimento a atingir os ODSs. A aplicação dos ODS, juntamente com uma seleção de tecnologias adequadas podem resultar em redução de emissões de CO2 e GEE.
Eitzel <i>et al.</i> (2018)	Os benefícios do mapeamento participativo para os ODSs são: eliminação da fome, atingir educação primária universal, fornecer água limpa, apoiar a vida em terra e promover a paz, a justiça e instituições fortes.
Karakosta (2016)	Utiliza o tripé da sustentabilidade, baseando-se nas ODS para formular critérios, para selecionar alternativas de tecnologias de energias para posteriormente serem transferidas.
Karakosta, Doukas e Psarras (2012)	Como o mercado de carbono, e o CDM, através da transferência de tecnologia, poderiam estimular a implantação e difusão de tecnologias de baixo carbono nos países em desenvolvimento que cumpram os ODSs de médio a longo prazo.
Kline, Vimmerstedt e Benioff (2004)	Cita o Projeto Piloto de Acordo de Cooperação Tecnológica (TCAPP), que ajudou os governos do Brasil, China, Egito, Cazaquistão, México, Filipinas e Coréia do Sul a identificar suas tecnologias limpas de mais alta prioridade para atingir suas metas de desenvolvimento sustentável e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Imaz e Sheinbaum (2017)	Os caminhos para a consecução dos ODS precisam reconhecer plenamente que a pobreza, as desigualdades e os problemas ambientais globais estão expressando uma crise mais profunda na forma de crescimento econômico, padrões de produção e consumo e, em geral, a lógica de não haver limites a exploração de recursos naturais. O objetivo mais importante nos documentos da ONU é a transferência de tecnologia. Isso tem o risco de não reconhecer outras alternativas tecnológicas, como as eco tecnologias, e endossar uma visão limitada do papel da ciência e da inovação na consecução dos ODS.
Lema e Lema (2016)	Aborda: garantir acesso à energia sustentável e acessível a todos (ODS 7) e promover a industrialização sustentável e fomentando a inovação (ODS 9), facilitando assim um processo de 'desenvolvimento de baixo carbono'.
Holm <i>et al.</i> (2016)	Desenvolver um programa de comunicação de risco com parceria entre profissionais de desenvolvimento regional para o cumprimento das ODSs. Aborda o caso da qualidade da água no Malawi.
Samwel <i>et al.</i> (2018)	Os sistemas de transporte sustentáveis e a mobilidade das pessoas são marcos essenciais na concretização da visão delineada nas metas da Agenda Global para o Desenvolvimento Sustentável de 2030. O artigo analisou os impactos para sustentabilidade das ferrovias de bitola padrão na África, com foco no Quênia.
Morgera e Ntona (2017)	Analisa a interação entre as obrigações interestaduais para aumentar o conhecimento científico, desenvolver a capacidade de pesquisa e transferir tecnologia marinha de acordo com o ODS 14.a, com vista a contribuir para melhor implementação do direito internacional do mar (ODS 14.c), e fornecer acesso para pequenos pescadores artesanais aos recursos marinhos (ODS 14.b). Também aborda a contribuição da Lei Internacional dos Direitos Humanos para os ODSs: ODS 2: fome; ODS 3: saúde e bem-estar; ODS 4: Educação; ODS 8: Trabalho decente; e ODS 10: Desigualdade.

Fonte: Elaboração própria

Desses artigos, 10 abordam influências de estratégias para os ODSs, sendo essas estratégias: finanças globais; transferência de tecnologia; comércio; mudanças climáticas; consumo e produção sustentáveis e governança global (Lucci, Khan & Stuart., 2015), CDM (Barrera & Schwarze, 2004; Uddin *et al.*, 2015; Fasehun, 2015), FDI, transferência de tecnologia, melhores práticas de gestão ambiental, seleção de tecnologias adequadas (Sarkodie & Strezov, 2019), mapeamento participativo digital (Eitzel *et al.*, 2018), seleção de tecnologias sustentáveis para transferir (Karakosta, 2016; Karakosta, Doukas & Psarras, 2012; Kline, Vimmerstedt & Benioff, 2004) e transferência de tecnologia (Imaz & Sheinbaum, 2017). Alguns dos artigos abordam especificamente um setor/área, como Lema e Lema (2016) que abordam acesso as energias sustentáveis e a industrialização sustentável (ODSs 7 e 9, respectivamente), Holm *et al.* (2016) abordam as ODSs para a qualidade da água, sendo representado pela ODS 6, Samwel *et al.* (2018) abordam sistemas de transporte sustentáveis e a mobilidade das pessoas, representado pelo ODS 11, e Morgera e Ntona (2017) abordam a transferência de tecnologias marinhas para os ODS 14.


Os ODSs são as ações do desenvolvimento sustentável que estão em vigência, desde sua criação em 2015, com uma agenda para até 2030. Sendo assim, ao se tratar de ações para promover o desenvolvimento sustentável é necessário abordar os ODSs, já que esses dão suporte na tomada de decisão das áreas que mais necessitam atenção, as ferramentas que podem auxiliar, metas, fragilidades, e outros balizadores. Visto isso, percebe-se que embora alguns artigos do portfólio final apresentem os ODSs como tema, é uma quantidade pequena, sendo somente 14% dos artigos do portfólio final. Isso demonstra que ainda há a necessidade de disseminar os ODSs em práticas que visem promover o desenvolvimento sustentável.

Por fim, faz-se necessário analisar o que é abordado acerca de tecnologias e sua transferência nos 17 ODSs. Os resultados obtidos foram, conforme Quadro 6.

Quadro 6. Abordagem das tecnologias e sua transferência nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

ODS	Objetivos
 <p>1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA</p>	<p>Até 2030 garantir que todos tenham acesso igualitário à recursos econômicos, serviços básicos, recursos naturais, tecnologias e serviços financeiros.</p>
 <p>2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL</p>	<p>Investir em desenvolvimento tecnológico para aumentar capacidade de produção agrícola nos países em desenvolvimento e mais vulneráveis.</p>
 <p>3 SAÚDE E BEM-ESTAR</p>	<p>Não aborda tecnologias nem sua transferência.</p>
 <p>4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE</p>	<p>Até 2020 ampliar o investimento para pesquisas em países em desenvolvimento, com programas de formação profissional, de tecnologia da informação e comunicação, técnicos, engenheiros e outros programas.</p>
 <p>5 IGUALDADE DE GÊNERO</p>	<p>Aumentar o uso de tecnologias de base, em particular as tecnologias de informação e comunicação, para promover o empoderamento das mulheres.</p>
 <p>6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO</p>	<p>Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso.</p>
 <p>7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL</p>	<p>Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa.</p>
 <p>8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO</p>	<p>Atingir níveis mais elevados de produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação.</p>

	<p>Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos. Fortalecer a pesquisa científica, melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais em todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, inclusive, até 2030. Aumentar significativamente o acesso às tecnologias de informação e comunicação e se empenhar para oferecer acesso universal e a preços acessíveis à internet nos países menos desenvolvidos, até 2020.</p>
	<p>Não aborda tecnologias nem sua transferência.</p>
	<p>Não aborda tecnologias nem sua transferência.</p>
	<p>Apoiar países em desenvolvimento a fortalecer suas capacidades científicas e tecnológicas para mudar para padrões mais sustentáveis de produção e consumo.</p>
	<p>Não aborda tecnologias nem sua transferência.</p>
	<p>Aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidades de pesquisa e transferir tecnologia marinha, tendo em conta os critérios e orientações sobre a Transferência de Tecnologia Marinha da Comissão Oceanográfica Intergovernamental, a fim de melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para o desenvolvimento dos países em desenvolvimento.</p>
	<p>Não aborda tecnologias nem sua transferência.</p>
	<p>Não aborda tecnologias nem sua transferência.</p>

	<p>Operacionalizar plenamente o Banco de Tecnologia e o mecanismo de capacitação em ciência, tecnologia e inovação para os países menos desenvolvidos até 2017, e aumentar o uso de tecnologias de capacitação, em particular das tecnologias de informação e comunicação. Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável. Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento.</p>
---	---

Fonte: ONU (2015).

Conforme análise dos 17 ODSs disponibilizados pela ONU, vê-se que somente dois deles citam explicitamente a transferência de tecnologia como ferramenta para promover a sustentabilidade, sendo o ODS 14, que aborda a transferência de tecnologias marinhas, com o intuito de melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para o desenvolvimento dos países em desenvolvimento. Outro ODS que cita explicitamente a transferência de tecnologia é o ODS 17, que aborda o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento. Os outros ODSs citam a tecnologia como forma de promover o desenvolvimento sustentável, sendo tecnologias limpas, renováveis, de energia renovável.

Dessa forma, pode-se observar que o portfólio final de artigos apresentam foco em tecnologias e energias, e sua transferência, para promover o desenvolvimento sustentável, com objetivos principais de mitigar as mudanças climáticas, adequar as tecnologias as necessidades dos países que irão recebê-las, e o foco principal são os países em desenvolvimento, e os mais vulneráveis. Sendo assim, o foco do portfólio final está de acordo com alguns dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, entretanto, há a necessidade de um maior número de artigos que correlacionem esses três temas: transferência de tecnologia, desenvolvimento sustentável e os ODSs.

4. Conclusão

Esse artigo apresentou uma revisão sistemática de literatura dos estudos que abordam a transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável, buscando identificar as principais temáticas abordadas na literatura científica relacionadas aos dois eixos. Também, identificou de que forma os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável são tratados quando se estuda a transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável, bem como de que forma os ODSs abordam as tecnologias e sua transferência.

Conforme apresentado, os países com maior número de autores publicando a respeito da temática são: Estados Unidos da América, Grécia, Reino Unido, África, China e Índia. Em relação à continentes, o Europeu é o com o maior número de autores que publicam acerca da transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável, seguido do Americano, Asiático, Africano e da Oceania. Isso demonstra que o tema é de importância para todos os continentes, e que autores de diferentes localidades buscam compreender e melhorar a contribuição científica desses dois eixos de pesquisa. Embora os autores dos EUA sejam os principais em número de publicações deste portfólio, os países mais citados nos artigos, como estudo de caso, foram China, Índia, países da África e da Ásia, sendo países em desenvolvimento e em situações vulneráveis.

Além disso, pode-se perceber que o tema é de interesse acadêmico, bem como apresenta um crescente interesse para publicação, visto que mais de 70% das produções científicas

correlacionando o desenvolvimento sustentável e a transferência de tecnologia são dos últimos 10 anos. Também, o tema é de interesse acadêmico, já que journals com altos impacto publicam artigos com a temática.

Outra conclusão é que os principais autores do portfólio são Karakosta, Doukas e Psarras, apresentando trabalhos em conjunto, com coautoria, formando uma rede de autores. Além disso, os journals com maior impacto, presentes no portfólio, são “Renewable and Sustainable Energy Reviews”, “Academy of Management Review” e “Applied Energy”. Como pode ser visto, duas das revistas de maior impacto acerca da temática, para o portfólio final desta pesquisa, apresentam foco em energias, fato que corrobora as análises dos softwares NVivo 12 e VOSviewer, que demonstraram que um dos temas e palavras chave mais utilizados é a questão energética e as tecnologias relacionadas as mesmas.

Por fim, pode-se concluir que a transferência de tecnologia é uma ferramenta amplamente abordada como forma de obter o desenvolvimento sustentável, entretanto há a necessidade de abordar de forma mais extensa a combinação destes dois eixos com os ODSs, visando atender à agenda em vigência da sustentabilidade para 2030.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

6. Referências

- Autio, E., & Laamanen, T. (1995). Measurement and Evaluation of Technology Transfer: Review of Technology Transfer Mechanisms and Indicators. *International Journal of Technology Transfer Management*, 10(6), 643-664.
- Barrera, J., & Schwarze, R. (2004). Does the CDM contribute to sustainable development? Evidence from the AIJ Pilot Phase. *International Journal of Sustainable Development*, 7(4), 353. doi:10.1504/ijsd.2004.006414.
- Bonnett, M. (2006). Education for sustainability as a frame of mind. *Environmental Education Research*, 12(3-4), 265–276. doi:10.1080/13504620600942683
- Eitzel, M., Hove, E.M., Solera, J., Madzoro, S., Changarara, A., Ndlovu, D., Chirindira, A., Ndlovu, A., Gwatipedza, S., Mhizha, M. & Ndlovu, M. (2018). Sustainable development as successful technology transfer
- Autio, E., & Laamanen, T. (1995). Measurement and Evaluation of Technology Transfer: Review of Technology Transfer Mechanisms and Indicators. *International Journal of Technology Transfer Management*, 10(6), 643-664.
- Barrera, J., & Schwarze, R. (2004). Does the CDM contribute to sustainable development? Evidence from the AIJ Pilot Phase. *International Journal of Sustainable Development*, 7(4), 353. doi:10.1504/ijsd.2004.006414.
- Bonnett, M. (2006). Education for sustainability as a frame of mind. *Environmental Education Research*, 12(3-4), 265: Empowerment through teaching, learning, and using digital participatory mapping techniques in Mazvihwa, Zimbabwe. *Development Engineering*, 3, 196–208. doi:10.1016/j.deveng.2018.07.001
- European Union. *Cities of tomorrow. Challenges, visions, ways forward*. Brussels, 2011. Disponível em: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow_final.pdf
- Fasehun, A. O. (2015). The War on Climate Change: Ushering in Sustainable Development to VDCs through a Technical Capacity-building Facility. *Environmental Claims Journal*, 27(3), 196–225. doi:10.1080/10406026.2015.1062666
- Holm, R., Wandschneider, P., Felsot, A., & Msilimba, G. (2016). Achieving the sustainable development goals: a case study of the complexity of water quality health risks in Malawi. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 35(1). doi:10.1186/s41043-016-0057-x
- Imaz, M., & Sheinbaum, C. (2017). Science and technology in the framework of the sustainable development goals.

- World Journal of Science, Technology and Sustainable Development, 14(1), 2–17. doi:10.1108/wjstsd-04-2016-0030
- IUCN, with UNEP, WWF, FAO, & UNESCO. World Conservation Strategy. Zurich: IUCN-UNEP-WWF. 1980. Disponível em: <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/WCS004.pdf>
- Ismail, M., Hamzah, S. R., & Bebenroth, R. (2018). Differentiating knowledge transfer and technology transfer. *European Journal of Training and Development*. doi:10.1108/ejtd-04-2018-0042
- Karakosta, C. (2016). A Holistic Approach for Addressing the Issue of Effective Technology Transfer in the Frame of Climate Change. *Energies*, 9(7), 503. doi:10.3390/en9070503
- Karakosta, C., Doukas, H. & Psarras, J. (2011). Carbon market and technology transfer: statistical analysis for exploring implications. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 19(4), 311–320. doi:10.1080/13504509.2011.644638
- Kline, D., Vimmerstedt, L. & Benioff, R. (2004). Clean energy technology transfer: A review of programs under the UNFCCC. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 9(1), 1–35. doi:10.1023/b:miti.0000009853.74057.bf
- Lema, A., & Lema, R. (2016). Low-carbon innovation and technology transfer in latecomer countries: Insights from solar PV in the clean development mechanism. *Technological Forecasting and Social Change*, 104, 223–236. doi:10.1016/j.techfore.2015.10.019
- Lucci, P., Khan, A. & Stuart, E. (2015). The Means of Implementation and the Global Partnership for Sustainable Development: What's in it for Emerging Economies? *International Organisations Research Journal*.
- Madlener, R., & Sunak, Y. (2011). Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management? *Sustainable Cities and Society*, 1(1), 45–53. doi:10.1016/j.scs.2010.08.006
- Morgera, E., & Ntona, M. (2018). Linking small-scale fisheries to international obligations on marine technology transfer. *Marine Policy*, 93, 295–306. doi:10.1016/j.marpol.2017.07.021
- Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>
- Pagani, R. N., Zammar, G., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. (2016). Technology transfer models: typology and a generic model. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 14(1), 20. doi:10.1504/ijttc.2016.079923
- 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. doi:10.1007/s11192-015-1744-x
- Samwel, M. C., Wang, D., Shaldon, L. S., & Obadia, K. B. (2018). Influence of technology transfer on performance and sustainability of standard gauge railway in developing countries. *Technology in Society*. doi:10.1016/j.techsoc.2018.09.007
- Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2019). Effect of foreign direct investments, economic development and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries. *Science of The Total Environment*, 646, 862–871. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.07.365
- Uddin, N., Blommerde, M., Taplin, R., & Laurence, D. (2015). Sustainable development outcomes of coal mine methane clean development mechanism Projects in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 1–9. doi:10.1016/j.rser.2015.01.053
- Winebrake, J. J. (1992). A study of technology-transfer mechanisms for federally funded R&D. *The Journal of Technology Transfer*, 17(4), 54–61. doi:10.1007/bf02172612
- World Commission On Environment And Development. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

O Papel das Redes e da Capacidade de Conversão de Conhecimento no Desenvolvimento de Spin-Offs Acadêmicas

Brenno Buarque

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
brenno_buarque@hotmail.com

Naiderson Ferreira de Lucena

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
naidersonlucena@gmail.com

Rafaela Cajado Magalhães

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
rafaela.cajado0105@gmail.com

Herus Orsano Machado

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
herus.machado@ifma.edu.br

Ana Cristina Batista dos Santos

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
ana.batista@uece.br

Resumo

O artigo apresenta resultados de uma pesquisa que teve como objetivo compreender o papel das redes e da capacidade de conversão de conhecimento no desenvolvimento de *spin-offs* acadêmicas. A coleta de dados consistiu em entrevistas em profundidade com cinco gestores e sócios de diferentes *spin-offs*. A análise temática de conteúdo foi a técnica utilizada para analisar as entrevistas. Como resultados de destaque foi possível identificar que as redes das *spin-offs* fomentam a formação de parcerias, as quais viabilizam a construção de *know-how*, e consequentemente o aprendizado e a capacidade de conversão de conhecimento, o que leva ao desenvolvimento das instituições estudadas. Além disso, foi proposto um *framework* analítico com base nos resultados da pesquisa.

Palavras-Chave

Spin-offs acadêmicas; redes de cooperação; capacidade de conversão de conhecimento; desenvolvimento.

1. Introdução

As universidades passaram por revoluções acadêmicas e novas funções lhes foram atribuídas. A última, ocorrida no final do século XX, atribuiu-lhe a função de comercializar o conhecimento que produz, o que Etzkowitz (1998, p. 826) define como “capitalização do conhecimento” (FROTA; FREITAS, 2018). Assim, Etzkowitz (1998) afirma que entre as décadas de 1980 e 1990 foi crescente o número de cientistas que passaram a criar empresas e agiram nesta direção de levar o conhecimento produzido para os mercados. Nesse contexto, nas últimas décadas, as universidades de ponta não ficaram limitadas à produção e à transferência de conhecimento, mas também adotaram uma nova função, a de transferência tecnológica, que reitera o papel da universidade como um agente socioeconômico

(ETZKOWITZ, 1998). Neste cenário, são as *spin-offs* acadêmicas que assumem um dos mais relevantes papéis na transferência de tecnologia.

O fenômeno do surgimento e atuação das *spin-offs* acadêmicas têm sido estudado em seus diversos aspectos, desde seus elementos internos que facilitaram suas performances, como o perfil da equipe fundadora (WALTER; AUER; RITTER, 2006; SOETANTO; VAN GEENHUIZEN,

2015), até complexos aspectos externos como a relação entre a capacidade de financiamento de *spin-offs* e as redes em que estão inseridas (HUYNH *et. al.*, 2017). No entanto, são escassos os estudos que abordam a influência das redes de relacionamento na capacidade de conversão de conhecimento e no desenvolvimento dessas empresas.

Apesar da literatura enfatizar a importância das redes para uma *spin-off* acadêmica, principalmente no que diz respeito à transferência de tecnologia e ao seu desempenho (PEREZ; SÁNCHEZ, 2003; WALTER; AUER; RITTER, 2006; SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2015; HUYNH *et al.*, 2017), há poucos estudos que abordem a relação entre as redes, a capacidade de conversão de conhecimento e o desenvolvimento dessas empresas. Faltam pesquisas que procurem compreender como as redes das *spin-offs* influenciam no *know-how* técnico e comercial dos membros, isto é, sua capacidade de conversão de conhecimento, que impacta no desenvolvimento tecnológico dos produtos nessas empresas.

Para, além disso, os relacionamentos que essas empresas desenvolvem influenciam também no aprendizado na área de gestão e de transferência tecnológica. Esses aspectos impactam no desenvolvimento dessas empresas, o que torna pertinente pesquisas que envolvam tais temas nos estudos da área. Assim, a pesquisa é orientada pelo objetivo de compreender como as redes de relacionamento influenciam na capacidade de conversão de conhecimento e no desenvolvimento de *spin-offs* acadêmicas.

O texto se divide em cinco seções. Após essa introdução, a segunda parte revisa a literatura quanto aos temas centrais. A terceira e quarta seções apresentam, respectivamente, o método e os resultados da pesquisa. As considerações finais integram a quinta e última seção.

2. Referencial teórico

2.1 *Spin-Offs Acadêmicas e Redes de Cooperação*

Soetanto e Van Geenhuizen (2015) estudam a importância das redes universitárias para a atração de financiamento para as *spin-offs* acadêmicas. Os autores evidenciam que o fato das *spin-offs* participarem de redes de relacionamento dentro da universidade possui relação direta com a sua capacidade de obtenção de financiamento, e que tal capacidade se amplia quando as *spin-offs* desenvolvem contato com redes não universitárias.

A associação de redes em *spin-offs* acadêmicas é especialmente importante por estar relacionada com a comercialização de novo conhecimento em um setor nos quais os participantes não possuem experiência de mercado (SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2015; HUYNH *et. al.*, 2017). A associação em redes, envolvendo a universidade e especialistas na área, é importante principalmente nos primeiros anos, fase em que a *spin-offs* necessita de *know-how* para desenvolvimento de produto e transferência de tecnologia.

As redes de cooperação são formadas como meio para que os diversos atores cooperem com um objetivo comum. No caso das redes de *spin-offs* acadêmicas, seus gestores geralmente decidem participar das mesmas visando ao objetivo comum de compartilhar conhecimento gerador de inovação, aumentando, conseqüentemente, a

capacidade de inovação dos membros (BRESCHI; MALERBA, 2005; FUNK, 2014).

Além disso, os gestores de spin-offs estão bastante interessados em adquirir know-how para possibilitar a transferência tecnológica de seus produtos. A associação em redes se torna, assim, uma alternativa para que tal transferência se efetive. Tsai (2001) comprova que o nível de engajamento de uma empresa em uma rede interorganizacional está relacionado tanto com a inovação quanto com a performance nos negócios, através da transferência de conhecimento entre as mesmas e a capacidade absorptiva de cada uma delas.

As redes são ambientes propícios para a cooperação, e muitas delas são criadas com a intenção de promover a inovação a partir do aprendizado e trabalho colaborativo entre os participantes (BALESTRIN; VERSCHOORE, 2010). No caso das spin-offs acadêmicas, os membros possuem interesses de desenvolvimento de produtos, transferência de tecnologia, compartilhamento de propriedade intelectual, além de aprendizado em mecanismos de gestão, algo que, normalmente, pesquisadores não possuem conhecimento (SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2015; HUYNH et. al., 2017).

Huynh et. al. (2017) estudam as capacidades e as redes dos membros fundadores de uma spin-off durante a fase de criação. Em seus resultados, mostram que os membros fundadores aumentam sua capacidade empreendedora através de suas redes, com impacto na fase de crescimento da spin-off. Os autores enfatizam a necessidade das spin-offs se associarem às redes para obter vantagens, principalmente, no que concerne à transferência de tecnologia, destacando a importância dos escritórios responsáveis por essa ação, que possibilitam o envolvimento das spin-offs com participantes de redes possuidores do potencial alavancador de desempenho.

Outro fator importante para a associação de redes é o conceito de network capability. Walter, Auer e Ritter (2006) definem network capability como a habilidade para iniciar, manter e utilizar-se de relacionamentos com diversos parceiros externos. Em sua pesquisa, os autores demonstram que a network capability está relacionada com o desempenho das spin-offs acadêmicas, ao apontarem seis critérios de desempenho que são influenciados pela network capability: i) crescimento de vendas; ii) vendas por funcionário; iii) realização de lucro; iv) percepção da qualidade do relacionamento com o cliente; v) vantagens competitivas percebidas; e vi) sobrevivência a longo prazo.

2.2 Maturidade Tecnológica e Capacidade de Conversão de Conhecimento

Mensurar a maturidade tecnológica e a valoração de tecnologias advindas do ambiente universitário, seja em spin-offs acadêmicas ou em outras empresas de base tecnológica, não é algo trivial. Apesar de existirem algumas formas apresentadas pela literatura para mensurar a valoração de tecnologias (JIMÉNEZ, 2015), e de investidores também possuírem suas metodologias próprias, muitas vezes baseadas no effectuation (SARASVATHY, 2001), dificilmente é possível presumir o sucesso de uma tecnologia ou produto, até porque estes dependem também de outros fatores, como membros fundadores (DIÁNEZ-GONZÁLEZ; CAMELO-ORDAZ, 2016; HUYNH et. al., 2017), difusão de tecnologia (ROGERS, 1983; GEROSKI, 2000), dentre outros.

No que diz respeito à maturidade tecnológica, este também é um processo complexo de mensuração e avaliação, visto que cada setor industrial possui suas peculiaridades (técnicas, de gestão, de mercado, etc). Dentre algumas das escalas desenvolvidas para realizar a mensuração da maturidade tecnológica, recentemente a escala Technology Readiness Level (TRL) tem desempenhado papel importante para a mensuração do nível de

desenvolvimento de produto e tecnologia em empresas de base tecnológica, principalmente na União Europeia, aonde esta escala vem sendo utilizada amplamente para mensurar projetos de inovação (HÉDER, 2017). Também têm sido adotados pelo CONACYT (BARRON-PASTOR; GARCÍA-CALDERON, 2014), no México, que é o órgão governamental responsável pela promoção da ciência e tecnologia no país.

A maturidade tecnológica está relacionada diretamente com a capacidade de conversão de conhecimento da organização, visto que as duas estão relacionadas diretamente com o nível de desenvolvimento do produto ou tecnologia em empresas de base tecnológica. Desse modo, a capacidade de conversão do conhecimento é importante para o desenvolvimento de tecnologias e o avanço nos níveis de maturidade tecnológica. Zahra, Van de Velde, Larrañeta (2007), em seu artigo seminal sobre a aplicação da capacidade de conversão de conhecimento em spin-offs universitárias e spin-offs corporativas, dissertam sobre a diferença em que o constructo e suas dimensões são trabalhados nesses dois tipos de spin-offs. No trabalho, os autores colocam que a capacidade de conversão de conhecimento é dividida em três níveis: i) conceptualization and visioning capability; ii) configuration and design capability; iii) embodiment and integration capability.

O primeiro nível, conceptualization and visioning capability, é definido pelos autores como uma fase em que a equipe de gerentes analisam o conhecimento que possuem, aonde exploram e conceituam seus diferentes potenciais de aplicação, bem como determinam quem vai precisar dessas aplicações, e como estes possíveis clientes usarão os produtos e tecnologias oferecidos. Diz respeito à capacidade dos membros da spin-off de implantar recursos à medida que consideram diferentes usos e aplicações para suas tecnologias nascentes. Em suma, os autores definem como uma capacidade organizacional para explorar comercialmente o conhecimento das spin-offs.

O segundo nível, configuration and design capability, consiste, para os autores, no desenvolvimento de protótipos operacionais e funcionais que utilizam dessa tecnologia e configuram produtos que são possíveis de fabricar e comercializar. Assim, essa capacidade também inclui o desenvolvimento dos processos e sistemas que transformam produtos em produtos específicos. Zahra, Van de Velde, Larrañeta (2007) sustentam que o design de produtos feitos de uma forma efetiva influencia o custo, as estratégias de fornecimento, a facilidade de fabricação, o maquinário necessário e o treinamento recebido pelos empregados. Sousa-Ginel, Franco-Leal e Camelo-Ordaz (2017) colocam que a configuration and design capability está relacionada com a transferência de tecnologia, pois requer não apenas acesso à rede de conhecimento, mas também contempla todo o processo de transferência tecnológica, desde aquisição até a sua incorporação e aplicação dentro da spin-off acadêmica.

O terceiro nível, embodiment and integration capability, diz respeito à capacidade da empresa em transformar o conhecimento que possui em um produto ou serviço tecnológico aplicado. Segundo Zahra, Van de Velde, Larrañeta (2007), as universidades e os centros de pesquisa são especializados em certas expertises e habilidades próprios, que dizem respeito em peculiaridades da construção do conhecimento científico, em aprofundar no entendimento dos princípios de determinados fenômenos e tecnológicos, nas quais muitas vezes as aplicações práticas desses fenômenos e tecnologias não são trabalhadas o tanto quanto poderiam, em suas mais diversas aplicações. Para Sousa-Ginel, Franco-Leal e Camelo-Ordaz (2017), este último nível está mais relacionado com a capacidade da organização de se beneficiar dos níveis anteriores, de modo a obter benefícios advindos da fase de pesquisa e transferência.

Assim, seguindo os conceitos expostos por Zahra, Van de Velde, Larraneta (2007); Sousa- Ginel, Franco-Leal e Camelo-Ordaz (2017) é possível aferir que a capacidade de conversão do conhecimento é de extrema importância para as spin-offs acadêmicas. Esta capacidade organizacional de converter determinado conhecimento em um produto ou tecnologia comerciável irá influir diretamente no seu desenvolvimento tecnológico, fazendo assim com que a empresa possa converter seu conhecimento em produtos ou tecnológicas palpáveis.

3. Método

Para atender ao objetivo de compreender como as redes de relacionamento influenciam na capacidade de conversão de conhecimento e no desenvolvimento das spin-offs acadêmicas, foi desenhada e realizada uma pesquisa de campo de natureza qualitativa, dado o foco dessa perspectiva na compreensão dos fenômenos desde o ponto de vista dos atores envolvidos nos processos sociais, destacando-se a relação objetividade-subjetividade (GASKELL; BAUER, 2002; PIRES, 2008).

Quanto aos aspectos operacionais que envolvem o objetivo da pesquisa, a mesma se caracteriza como exploratório-descritiva, na medida em que explora um tema ainda pouco estudado pela literatura e o descreve num campo específico associado ao objeto de estudo.

Quanto aos meios, foi utilizada a técnica de entrevistas individuais em profundidade como forma de coleta. Esta técnica objetiva a construção de informações pertinentes sobre o objeto, a partir da teoria que embasa a pesquisa realizada (MINAYO, 2002). Minayo (2002) aponta que a entrevista é um meio de representação de ideias, crenças, opiniões, sentimentos e comportamentos. Dessa forma, o método de entrevistas é oportuno para o tema estudado, visto que o objetivo é compreender e descrever os relacionamentos de spin-offs. Assim, pretendeu-se, por meio das entrevistas, conhecer para compreender a realidade dessas empresas por meio da expressão de seus gestores a respeito dos temas abordados.

Optou-se por escolher diferentes spin-offs, atendendo ao princípio da diversificação na amostragem qualitativa (PIRES, 2008), tendo em vista captar percepções do fenômeno desde lugares específicos de vivência com o mesmo. Os sujeitos entrevistados foram gestores e sócios das spin-offs, atuantes na área de biotecnologia, que possuíam conhecimento técnico sobre o desenvolvimento do produto, de forma que pudessem elaborar narrativas sobre o desenvolvimento da tecnologia e a transferência tecnológica do produto. Foram entrevistados, no total, cinco profissionais.

As falas foram analisadas utilizando-se a técnica da análise temática de conteúdo, que, segundo Gomes (2013), possui os seguintes passos: categorização, inferência, descrição e interpretação. Segundo o autor, é preciso compreender o contexto em que está inserida a mensagem a ser analisada. Para isso, ele recomenda o uso de unidades de contexto como forma de categorização na análise de conteúdo temática. Em seguida à categorização, é realizada a inferência sobre os dados por meio da constituição dos núcleos de sentido, que irão auxiliar na classificação das unidades de contexto em temáticas. Por fim, é realizada uma síntese interpretativa que dialogue os temas do campo com os objetivos, questões e pressupostos da pesquisa (GOMES, 2013).

Nesta pesquisa, adaptaram-se os passos sugeridos por Gomes (2013) visando a tornar o processo progressivamente exploratório: i) leitura flutuante das entrevistas; ii) leitura seletiva das entrevistas, com separação das unidades de contexto mais relevantes dentre as falas dos

entrevistados; iii) identificação dos núcleos de sentido em cada unidade de contexto; iv) agrupamento dos núcleos de sentido convergentes; v) tematização dos blocos de núcleos agrupados; vi) validação dos temas: testes de representatividade¹ e consistência interna²; vii) escrita interpretativa dos temas validados.

4. Análise dos resultados

A análise dos resultados apresenta os quatro temas emergentes da análise temática de conteúdo. Três desses temas (parcerias e redes de relacionamento; colaboração e aprendizado; desenvolvimento da spin-off) mostram-se convergentes com a literatura revisada na seção 2.

a) Parcerias e Redes de Relacionamento

As parcerias e as redes de relacionamento das spin-offs são importantes para o desenvolvimento das mesmas, principalmente no início das suas atividades (HUYNH et. al., 2017). Isso é constatado na fala de E3 que considera a parceria com a universidade como “fundamental”, considerando que “ninguém faz nada sozinho”. Este ainda considera que estas empresas devem buscar parcerias com organizações de maior porte que tem relevante influência no sistema de inovação regional, como as universidades e outras ICTs. Desenvolver parcerias com empresas de múltiplos setores que a organização atua são primordiais para a empresa “acelerar a curva de crescimento da organizacional”.

É... A gente têm parceiros em todos os segmentos que a gente atua, tá? Na linha de biofármacos, que foi a que gente começou há mais tempo, é o segmento que temos mais parceiros. A gente tem parceiros hoje no Brasil, como fora do Brasil, se envolvendo cooperativamente, biofármacos. Então a gente não tá sozinho nessa. Na verdade não tem nenhum projeto de desenvolvimento de biofármacos que nós estejamos trabalhando sozinho. Todos têm parceiros (E3).

A capilaridade do relacionamento é nacional e internacional, viabilizada, conforme E5, pelo próprio relacionamento institucional da spin-off com a universidade de origem e pelos grupos de pesquisa. Os grupos de pesquisa, na visão de E5, permitem a divulgação e difusão da tecnologia no Brasil e no exterior e o aprimoramento da tecnologia com a troca de experiências e conhecimento.

Vários grupos de pesquisa foram nossos parceiros, como o do departamento de veterinária da universidade, os de biotecnologia que foram iniciados pelo professor X, inclusive um dos precursores da biotecnologia no Estado. Tivemos também o departamento de física da universidade federal que veio em conjunto com a Universidade de Aveiro em Portugal e da Nova de Lisboa (E5).

Nas falas são destacadas a importância de parcerias para a comercialização do produto, atividade importante para uma spin-off (WALTER; AUER; RITTER, 2006), que é indício de que a empresa atinge determinado nível de maturidade tecnológica. Os gestores apontam a importância da parceria com os profissionais dos setores nos quais atuam, pois eles possibilitam a comercialização e o desenvolvimento da tecnologia. No caso de E3 e E4, esses

¹ Teste de representatividade: n° de sujeitos, entre todos os sujeitos entrevistados, aparecem no tema.

² Teste de consistência interna: n° de unidades de contexto componentes do tema.

profissionais possibilitam a comercialização do produto em outros estados. Na situação de E1, desenvolver um relacionamento com veterinários atuantes no campo é fundamental para acessar outra parceria importante para a empresa, que são pequenos produtores fornecedores de matéria-prima para o desenvolvimento da tecnologia.

A gente paga pelo serviço. [...] Então tem um serviço lá de fecundação in vitro. Aliás, temos as pessoas, os profissionais da região que nós sabemos que pode dar o suporte pra aquilo que a gente não pode fazer. [...] Nós cobramos do cliente, e depois pagamos pelo serviço, de que a gente vai lá e cumpre o papel dele (E3).

A gente tá aliando a parceria com o pequeno produtor para que a gente possa desenvolver o nosso produto. Não demandando custo de nossos projetos, seja projetos vinculados à universidade, seja de recurso próprio, da empresa, para despender na hora de contratar determinadas tecnologias, ou ainda produtos. Ou seja, a gente não gasta para utilizar. O pequeno produtor fornece o nosso principal material que a gente quer, que é o animal. (...) Sim, tá sendo uma parceria cativa, com esses produtores. E eu saliento, ainda, que um dos nossos principais parceiros são os médicos veterinários atuantes no campo. Porque hoje a gente tem uma técnica que a gente não oferece já para o produtor de forma direta. A gente trabalha em parceria com veterinários. No caso os veterinários fazem toda a parte de campo, e a gente toda a parte laboratorial. Isso que é interessante. (...) É, a gente chega no produtor através dos veterinários, né. Entra nessa parceria as universidades e as propriedades rurais. Mas o contato prévio são com os donos dessas instituições ou mesmo com os médicos veterinários. A porta de entrada é através deles (E1).

No caso de E4 devido à existência de um forte concorrente que coloca no mercado tecnologia semelhante à empresa buscou realizar parcerias com os veterinários para poder ganhar mercado ao invés de competir pelo consumidor final.

Como parei de vender para o cliente final, como o dono do animal, [...] do petshop, porque tínhamos dificuldades de ganhar mercado com este tipo de operação [...] passamos a trabalhar com o profissional do nicho que tem a competência para demandar nossos testes, indicar os testes para os clientes finais (E4).

Uma das instituições parceiras que possui mais importância para as spin-offs são as universidades, afinal são elas que, muitas vezes, oferecem infraestrutura para as empresas nos seus primeiros anos. A fala de E1 ilustra bem a importância da mão de obra universitária para constituição das redes de relacionamento que contribuem para o desenvolvimento da empresa.

Alunos nossos, mestrados, doutorandos, fazem a pesquisa aqui dentro conosco. É desenvolvido esse produto. Então com o desenvolvimento disso, a parceria... Esse conjunto, esse contato mútuo entre universidade, que oferece como uma empresa incubada aqui dentro, oferece toda a estrutura física: equipamento, enfim. Que a

gente acaba absorvendo essa mão-de-obra, que é altamente qualificada, de estudantes de mestrado e doutorado, a gente coloca aqui dentro como alunos e estudantes, desenvolvendo pesquisa. E os sócios, que estão trabalhando a campo, captando clientes, captando esses parceiros, para que a gente possa desenvolver e financiar de alguma forma essas pesquisas. É assim que funciona. O ciclo é dessa maneira (E1).

Além de E1, E4 e E5 utilizam o capital intelectual da universidade para desenvolver suas pesquisas tecnológicas e desenvolver seus produtos. No caso de E4 a formação acadêmica de doutorado e pós-doutorado do gestor da corporação foi na universidade na qual é incubada, bem como a de seu sócio. Já no caso de E5 toda a infraestrutura da universidade apoio no desenvolvimento da tecnologia dentro das possibilidades de cooperação da universidade, conforme o entrevistado a universidade só não colaborou mais, por causa da própria disponibilidade de cursos e campos de engenharia o que comprometeu de certa maneira a performance evolutiva da empresa, o que impediu a organização a buscar parcerias com outras universidade, grupos de pesquisa e parceiros de testes, sobretudo para validação das tecnologias em todas as etapas do desenvolvimento do produto.

As universidades também possibilitam outras oportunidades para o desenvolvimento das spin-offs, como financiamento, suporte de infraestrutura, incubação e mentoria (SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2015; WRIGHT; SIEGEL; MUSTAR, 2017). Nos casos de E2 e E4 a incubadora da universidade foi primordial na oferta de cursos e treinamentos o que possibilitou a remodelação do produto para que este tivesse uma maior inclinação e aceitação no mercado, uma vez que os pesquisadores tem uma formação técnica e pouco gerencial nas spin-offs acadêmicas pesquisadas. As oportunidades oferecidas pela universidade são também percebidas por E1 e E3, por exemplo, no caso daquele como “um valor agregado”.

Eu ressalto que hoje é uma vantagem muito grande estar dentro da UNIVERSIDADE 1. É um valor agregado muito grande na nossa estrutura, que não saiu do nosso bolso. É sim a UNIVERSIDADE 1 que ofereceu a oportunidade da gente, como empresa incubada, passar por um período de amadurecimento aqui dentro. A gente desenvolveu os nossos

produtos pra chegar numa graduação da nossa empresa eficiente, para que a gente possa andar com as nossas próprias pernas (E1).

(...) E a UNIVERSIDADE 2, além de ter abrigado esse projeto, ter gostado, aberto as portas, ela também passou... ela acreditou e passou a investir no projeto. Mas então há um financiamento permanente da universidade, fomentando esse segmento, tá? Além disso, nós incubamos a empresa aqui dentro. A empresa rodando com baixo custo de manutenção. A UNIVERSIDADE 2 gostou da parceria com a empresa. Poderia haver de repente um conflito de interesses, né. Mas não houve. Na verdade, a universidade tá muito bem. Tá muito bem alinhada com esse tipo de iniciativa, e preocupada com essa conexão com o mercado. E entende a importância das startups, empresas em geral. (...) Então, além dela investir, dela abrir as portas como uma incubadora de empresas, ela

também abriu recentemente um parque tecnológico, e ela vive trabalhando pra fazer as iniciativas darem certo. (...) E a UNIVERSIDADE 2 tá sempre fomentando esse negócio, fazendo com que aconteça, se preocupando com as conexões, trazendo as pessoas de fora. (...) Então a UNIVERSIDADE 2, é... a universidade, no nosso caso, tem sido fantástica. Sei que é uma exceção (E3).

b) Capacidade de Conversão de Conhecimento

Quanto à capacidade de conversão do conhecimento, nas spin-offs acadêmicas existe a ampliação destes processos, como destacam Rogers (1983) e Geroski (2000) quando os cientistas expõem seus produtos tecnológicos em situações de competição e de avaliação dos pares.

Todo o setor é muito dinâmico, né? Então sempre existe um aprendizado, ou uma nova tecnologia que está disponível no mercado. Ou em pesquisas mesmo, e geralmente você colabora com esses outros parceiros (...). Com esses competidores, parceiros, através de reuniões, ou de congressos, onde você discute como tá sendo desenvolvido toda a tecnologia, né? Principalmente porque a gente trabalha com a tecnologia que é muito de ponta mesmo. Você tem que tá sempre se adaptando e melhorando pra poder fazer realmente isso aí funcionar (E2).

Estas atividades não só ampliam o conhecimento das equipes e gerentes de spin-offs acadêmicas, mas também despertam a possibilidades de novas aplicações do produto tecnológico e auxiliam na exploração comercial tecnológica, como descrito na conceptualization and visioning capability de Zahra, Van de Velde e Larraneta (2007). Para E4 demonstrar o produto tecnológico é uma experiência que abre portas para sua comercialização do produto, como na possibilidade de prestar o serviço tecnológico para novos clientes pesquisadores ou pessoas indicadas pelos demais cientistas. O entrevistado destaca “lá na frente nos ajuda a aprimorar atividades administrativas e a alterar rotinas para prestação do serviço de diagnóstico”.

Na compreensão de Sousa-Ginel, Franco-Leal e Camelo-Ordaz (2017) o processo de conversão de conhecimento está intimamente ligado à rede e também de todo o processo de transferência tecnológica. Para E5 a falta de recursos financeiros é uma provoca a necessidade de compartilhar parte das etapas de desenvolvimento tecnológico, mas existe uma relação de ganha-ganha com os parceiros, que para E2 não pode ser qualquer um e devem passar por uma triagem para que o processo ocorra.

[...] O que seria de benefício: primeiro, pesquisadores parceiros que trabalham conosco dentro, in loco, dentro do nosso laboratório, trazem uma tecnologia pra nós, tá? [...] Tem que ter um contato prévio e uma confiança muito grande, que muitos produtos aqui são segredos industriais (E2).

Já para de E3 a rede de colaboração acaba melhorando não só o desenvolvimento da tecnologia como a performance da organização em outros setores quando usufrui do ambiente, no qual as spin-offs acadêmicas estão imersos, como outros pesquisadores, grupos de pesquisa, profissionais do mercado, usuários da tecnologia e empresas parceiras.

[...] Talvez se a gente tivesse simplesmente a empresa, talvez fosse

mais fechado na questão financeira/comercial talvez a gente não tivesse isso tão na mão. Mas como a gente consegue conectar o que é feito na empresa, a transferência de tecnologia com ciência, com pesquisa, a gente acaba conseguindo usufruir desse ambiente, e dessas pessoas, desses outros pesquisadores (E3).

Com relação à fala de E3, é interessante notar quais são os benefícios ao colaborar com outras empresas de acordo com o nível de maturidade da tecnologia. Quando o produto ainda está em fase de transferência de tecnologia para o mercado, o interesse está na obtenção de know-how e na captação de recursos necessários para o desenvolvimento da tecnologia. Já quando o produto está em um nível de maturidade tecnológica para ser comercializado, o maior interesse é em colaborar com outras empresas para possibilitar a venda do produto. No caso de E5 como o produto já estava bem desenvolvido a possibilidade de parceria com outras empresas servia para solucionar problemas da spin-off e da empresa parceira, corroborando para o desenvolvimento de tecnologias que eram desenvolvidas em conjunto. No entanto dificuldades foram encontradas com relação a E4 a venda da tecnologia.

Tivemos resultados no desenvolvimento de produtos, mas esses resultados trouxeram questões difíceis de lidar como com relação à venda da tecnologia [...], como desenvolvemos a tecnologia juntos não conseguimos chegar a um consenso para comercializar a tecnologia, por causa de questões burocráticas com relação ao registro da propriedade intelectual (E4).

O desenho da tecnologia e suas configurações proposto por Sousa-Ginel, Franco-Leal e Camelo-Ordaz (2017) como importante ferramenta para o processo de desenvolvimento tecnológico são nas organizações estudadas mais desenvolvidos internamente com a realização de reuniões e ciclos de controle de qualidade no qual os problemas em E5 é uma atividades que auxilia na busca por não conformidades do produto, em E2 é mantido um processo de fluxo contínuo para solução de problemas e em E4 o processo é utilizado até como forma de aprendizado, bem como na “adequação e reformulação dos protocolos” usados nos testes com a tecnologia.

c) Desenvolvimento da Spin-Off

As spin-offs precisam superar desafios durante a sua fase de criação e desenvolvimento, comum a toda empresa iniciante. Esse tipo de empresa também precisa se preocupar, em muitos casos, com a transferência de tecnologia do seu produto (DJOKOVIC; SOUITARIS, 2008; FREITAS et. al., 2011). Sendo assim, a empresa precisa desenvolver soluções para que possa sobreviver durante seu período inicial. A fala de E1 cita como a empresa desse gestor busca superar essas barreiras.

Hoje em dia, para reduzir a nossa folha de pagamento, digamos assim, quem trabalham são somente os sócios, tá? Como funcionário, digamos assim, nós temos hoje quatro sócios, né? A gente aproveita a mão-de-obra da universidade. Como a gente trabalha em parceria com os laboratórios a gente aproveita alunos de iniciação científica, mestrados, doutorandos, ou até mesmo pós-docs. Ou seja, mão-de-obra altamente qualificada e de baixo custo pra gente. Isso é interessante. Esse vínculo com as instituições públicas permite que alunos, com bolsas prévias nas mais diferentes

instituições, trabalhem desenvolvendo a nossa tecnologia aqui dentro, na qual a gente pode oferecer futuramente (E1).

Para superar dificuldades iniciais, as spin-offs recorrem a parcerias, procuram opções de financiamento (PÉREZ; SÁNCHEZ, 2003; SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2015; WRIGHT; SIEGEL; MUSTAR, 2017) e know-how para o desenvolvimento das suas tecnologias. A empresa E4 conseguiu se desenvolver com a captação de recursos por meio de um edital de projeto de financiamento da universidade que permitiu com que a organização tivesse condições de equipar melhor o laboratório e comprar material de consumo para realizar experiências que viabilizaram o desenvolvimento tecnológico. Em sua fala, E3 coloca que viu a necessidade da criação de uma empresa para superar os desafios comuns às spin-offs acadêmicas.

E nós vimos essa possibilidade de abrir uma empresa como um braço a mais pra captação de recurso adicional, de parceiro adicional. A parceria com uma empresa, universidade- empresa, ela morre antes mesmo de começar, pela simples demora das duas partes entregarem o termo de sigilo assinado, depois um plano de trabalho assinado... Logo no meio disso aconteceu algumas vezes. E quando você consegue fazer isso com empresa, você acelera tudo, fica mais simples. Bom, esse foi o intuito inicial da empresa. Construir essa ponte entre uma pesquisa da UNIVERSIDADE 2. Então nós incubamos a empresa aqui dentro, e começamos a partir de 2014 a captar recursos adicionais em editais que nós não teríamos acesso. E fizemos parcerias com empresas, e tá dando certo o modelo (E3).

5. Considerações finais

Dos resultados foi possível construir um *framework* analítico (Figura 1) a partir do embasamento teórico e da coleta de dados realizada no campo. Constatou-se que as redes de relacionamento das *spin-offs* acadêmicas contribuem para a formação de parcerias que usam a colaboração, mesmo num ambiente de competição, como meio para atingir objetivos comuns. As parcerias proporcionam aprendizado, capacidade de conversão de conhecimento e gera desenvolvimento para as *spin-offs*.

Figura 1: Framework analítico dos resultados da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

É importante salientar que os fatores acontecem de diferentes formas e em diferentes relacionamentos; algumas vezes de forma simultânea, e em outros momentos ocorrem de forma isolada. O trabalho visa contribuir com a área de *spin-offs* acadêmicas, mais especificamente com a área de estudos relacionados às redes de cooperação. Traz contribuições para a literatura da área ao buscar entender como as redes de relacionamento dessas empresas influenciam em sua capacidade de conversão de conhecimento, no seu aprendizado e no seu desenvolvimento.

Quanto às limitações do estudo, pode-se apontar a quantidade de gestores entrevistados, que se limitaram a cinco membros de diferentes *spin-offs*. O número reduzido limita os resultados finais da pesquisa, não permitindo generalizações sobre os achados. Outro fator limitante é que as entrevistas captaram apenas a perspectiva gerencial.

Como recomendações de estudos futuros, sugere-se pesquisas que tratem dos mesmos temas em *spin-offs* de outros setores, além do setor de biotecnologia; coleta de dados com membros que possuem outros cargos nas empresas, além de cargos de gestão, e com parceiros das *spin-offs*, de forma a possibilitar análises sob diferentes perspectivas no que diz respeito aos relacionamentos dessas empresas; e, por fim, aplicação de pesquisa quantitativa com os temas tratados nesta pesquisa, de modo a ampliar as análises sobre os constructos aqui abordados.

6. Referências

- Balestrin, A., & Verschoore, J. (2010). Aprendizagem e inovação no contexto das redes de cooperação entre pequenas e médias empresas. *Organizações & Sociedade*, 17(53).
- Barron-Pastor, D., & García-Calderon, N. (2014). Conceptos básicos de Gestión de Tecnología y Propiedad Intelectual para investigadores y emprendedores científico tecnológicos, ID4BIZ. Bauer, M. W., & Gaskell, G. (2017). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Editora Vozes Limitada.
- Boaventura, J. M. G., Carnáuba, A. A. C., Todeva, E., Azevedo, A. C., & Armando, E. (2016). Governance structures and trust: a study of real estate networks. *Journal on Chain and Network Science*, 16(2), 157-170.
- Breschi, S., & Malerba, F. (2005). *Clusters, networks and innovation*. Oxford University Press.
- Clarysse, B., & Moray, N. (2004). A process study of entrepreneurial team formation: the case of a research-based spin-off. *Journal of Business Venturing*, 19(1), 55-79.
- Cullen, J. B., Johnson, J. L., & Sakano, T. (2000). Success through commitment and trust: The soft side of strategic alliance management. *Journal of World Business*, 35(3), 223-240.
- Diáñez-González, J. P., & Camelo-Ordaz, C. (2016). How management team composition affects academic spin-offs' entrepreneurial orientation: the mediating role of conflict. *The Journal of Technology Transfer*, 41(3), 530-557.
- Djokovic, D., & Souitaris, V. (2008). Spinouts from academic institutions: a literature review with suggestions for further research. *The Journal of Technology Transfer*, 33(3), 225-247.
- Etzkowitz, H. (1998). The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages. *Research policy*, 27(8), 823-833.
- Freitas, J. S., Gonçalves, C. A., Cheng, L. C., & Muniz, R. M. (2011). O fenômeno das spin-offs acadêmicas: Estruturando um novo campo de pesquisa no Brasil. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 8(4), 67-87.
- De Alencar Frota, R., & de Freitas, A. A. F. (2018). Comunicação em Spin-Offs Acadêmicas: Um Estudo Exploratório em Empresas de Base Biotecnológica. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, 7(1), 71-103.
- Funk, R. J. (2014). Making the most of where you are: Geography, networks, and innovation in organizations. *Academy of Management Journal*, 57(1), 193-222.
- Geroski, P. A. (2000). Models of technology diffusion. *Research policy*, 29(4-5), 603-625.

- GOMES, R. (2013). Análise e interpretação de dados de pesquisa qualitativa in MINAYO, M. CS; DESLANDES, SF; GOMES, R. *Pesquisa social teoria, método e criatividade*. 33^a edição. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Huynh, T., Patton, D., Arias-Aranda, D., & Molina-Fernández, L. M. (2017). University spin-off's performance: Capabilities and networks of founding teams at creation phase. *Journal of Business Research*, 78, 10-22.
- Ipiranga, A. S. R., & da Hora Almeida, P. C. (2012). O tipo de pesquisa e a cooperação universidade, empresa e governo: uma análise na rede nordeste de biotecnologia. *Organizações & Sociedade*, 19(60).
- Jiménez Hernández, C. N. *Propuesta para la valoración tecnológica desde la perspectiva de la síntesis evolutiva moderna* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá).
- Minayo, M. C. (2002). Pesquisa social: teoria e método. *Ciêntica, Técnica*.
- Mosey, S., & Wright, M. (2007). From Human Capital to Social Capital: A Longitudinal Study of Technology-Based Academic Entrepreneurs. *Entrepreneurship theory and practice*, 31(6), 909- 935.
- O'Shea, R. P., Chugh, H., & Allen, T. J. (2008). Determinants and consequences of university spinoff activity: a conceptual framework. *The Journal of Technology Transfer*, 33(6), 653-666.
- Perez, M. P., & Sánchez, A. M. (2003). The development of university spin-offs: early dynamics of technology transfer and networking. *Technovation*, 23(10), 823-831.
- Pires, Á. P. (2008). Amostragem e pesquisa qualitativa: ensaio teórico e metodológico. *Poupart J, Deslauriers JP, Groulx LH, Lapemère A, Mayer R, Pires AP, organizadores. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis: Editora Vozes, 154-211.
- Rogers, E. M., & Williams, D. (1983). Diffusion of. *Innovations (Glencoe, IL: The Free Press, 1962)*.
- Sarasvathy, S. D. (2001). Causation and effectuation: Toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. *Academy of management Review*, 26(2), 243-263.
- Soetanto, D., & Van Geenhuizen, M. (2015). Getting the right balance: University networks' influence on spin-offs' attraction of funding for innovation. *Technovation*, 36, 26-38.
- Sousa-Ginel, E., Franco-Leal, N., & Camelo-Ordaz, C. (2017). The influence of networks on the knowledge conversion capability of academic spin-offs. *Industrial and Corporate Change*, 26(6), 1125-1144.
- Tsai, W. (2001). Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of management journal*, 44(5), 996-1004.
- Walter, A., Auer, M., & Ritter, T. (2006). The impact of network capabilities and entrepreneurial orientation on university spin-off performance. *Journal of business venturing*, 21(4), 541-567.
- Wright, M., Siegel, D. S., & Mustar, P. (2017). An emerging ecosystem for student start-ups. *The Journal of Technology Transfer*, 42(4), 909-922.
- Zaheer, A., McEvily, B., & Perrone, V. (1998). Does trust matter? Exploring the effects of interorganizational and interpersonal trust on performance. *Organization science*, 9(2), 141-159.
- Zahra, S. A., Van de Velde, E., & Larraneta, B. (2007). Knowledge conversion capability and the performance of corporate and university spin-offs. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 569- 608.

Desarrollo de una variedad de papaya por entidades públicas de investigación e implicaciones para el manejo de la propiedad intelectual. Estudio de Caso sobre Manejo de la Propiedad Intelectual en Investigación Agrícola

Silvia Salazar Fallas,
Universidad de Costa Rica, Oficina de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la
Innovación (PROINNOVA), Costa Rica
silvia.salazar@ucr.ac.cr

Resumen

Este caso documenta un esfuerzo conjunto de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), para poner en manos de productores un híbrido de papaya que sustituyera las variedades de polinización abierta sembradas tradicionalmente. Se describe el proceso seguido para licenciar la semilla y las vicisitudes experimentadas.

Una conclusión general que se puede derivar de esta experiencia es que, en Costa Rica, país con un sector agrícola sensible y escaso desarrollo en el tema de propiedad intelectual, licenciar la reproducción de semillas no es lo mismo que licenciar otros productos o tecnologías. Aunque no llegó a concretarse el licenciamiento, el objetivo del mismo siempre tuvo al centro a los productores costarricenses. Se pretendía que ambas instituciones delegaran la producción de la semilla a una empresa con experiencia y con una buena red de distribución, y que la licencia se hiciera bajo el mayor apego a la salvaguarda de los intereses de los pequeños y medianos productores. Existía el temor de que el asunto se revirtiera en contra de los productores nacionales y se trató al máximo de que eso no sucediera. Además, la licencia permitiría que los investigadores se dedicaran a desarrollar más y mejores variedades. Lamentablemente ese objetivo no se logró pero el favorecimiento a los productores medianos y pequeños si se concretó.

Una de las enseñanzas concretas del caso es que la UTT debió haber tomado en cuenta a los agricultores como un actor más en el proceso de licenciamiento, así como se les había tomado en cuenta en la investigación. Se sobrestimó el rol de los productores de papaya y al final su reacción, producto de la falta de información y de sentirse excluidos, fue un detonante para impedir el licenciamiento de la producción de semilla.

Palabras clave

Propiedad intelectual, pequeños productores, papaya, licencia, institución pública.

1. Objetivo del estudio de caso

Este caso documenta un esfuerzo conjunto de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) de ese país, para poner en manos de productores un híbrido de papaya que sustituyera las variedades de polinización abierta sembradas tradicionalmente. Se describe el proceso seguido por la Oficina de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación (PROINNOVA) de la UCR para licenciar la semilla en conjunto con el INTA, y las vicisitudes experimentadas.

El caso denota que los procesos de generación de tecnología no son estáticos y por ello se deben de tomar en cuenta el entorno y sus especiales circunstancias. Se presentan lecciones aprendidas que pueden guiar en esfuerzos similares.

2. Metodología

El propósito de un estudio de caso es obtener un análisis de una situación real que pueda brindar lecciones y aprendizajes a quien los utilice. Este propósito se logra a través de la determinación de los objetivos del estudio de caso, la selección de la situación real que se desea presentar y su análisis. Debe partirse de la recolección de datos o hechos a partir de revisión de documentación o entrevistas. Luego se realiza el análisis de esos datos, se estructuran partiendo de la determinación de un contexto real y su descripción y luego se sacan las conclusiones o aprendizajes.

3. Antecedentes

La papaya es una fruta tropical de mucha demanda por sus propiedades nutritivas y medicinales (Axa Healthkeeper, 2018); la fruta madura se consume fresca y procesada, y la papaína obtenida del tallo y frutos verdes es usada en la industria de la salud y la cosmética (FoodNews Latam, 2018). Costa Rica ocupa la posición 18 a nivel mundial en producción de papaya, con un promedio de 81 mil toneladas (0.6% de la producción global), y contribuye con el 1% de las exportaciones globales (FAO, 2018).

El Dr. Eric Mora, investigador principal del proyecto de mejoramiento de variedades de papaya indicó que hasta la década del 2000, la papaya se consumía relativamente poco en el país, posiblemente debido a la baja calidad gustativa de las variedades de polinización abierta cultivadas tradicionalmente. Lucía era la variedad más popular, seguida de Maradol y en menor medida otras variedades criollas. Cada productor usaba su propia semilla por lo cual los frutos variaban mucho en calidad, y resultaban poco atractivos para el consumidor (E. Mora, comunicación personal, 10 de octubre del 2018.) La UCR vio aquí una oportunidad de mejorar la calidad de la papaya a través de la investigación.

La UCR es la institución pública de educación superior más grande y prestigiosa del país, con un fuerte énfasis en investigación, y origen de la mayoría de la producción científica indexada a nivel nacional y en Centro América. La UCR tiene sólidas relaciones con la industria iniciadas después de los años 70, cuando tuvo mejor consolidada la investigación y comenzó a brindar servicios científicos y tecnológicos. En 1990 se creó en la UCR la Unidad de Transferencia de Tecnología (UTT), para gestionar el vínculo externo remunerado relacionado con tecnologías adaptadas o desarrolladas por la universidad. Posteriormente, en el 2005, la unidad se transformó en PROINNOVA cuya misión es facilitar el licenciamiento de conocimientos generados por la UCR. PROINNOVA identifica, armoniza y divulga actividades para la innovación en el sector productivo privado o estatal, además de proteger la propiedad intelectual, y gestionar, negociar y administrar los contratos de licenciamiento u otro tipo de concesión de los derechos. PROINNOVA cuenta con un presupuesto ordinario operativo, así como con ingresos que obtiene de la prestación de servicios propios, y un porcentaje generado por los contratos de licenciamiento que gestiona.

4. El desarrollo de la tecnología

Como la UCR no contaba con terrenos en climas aptos para la siembra de papaya, en 1995 hizo una alianza con el MAG que en ese entonces era el responsable de la investigación agrícola en el país. Así, los investigadores de UCR y MAG comenzaron a implementar proyectos conjuntos de mejoramiento de papaya con financiamiento y apoyo de sus respectivas

instituciones. La colaboración ocurrió sin que previamente se hubieran establecido acuerdos formales entre ambas instituciones, a pesar de que desde el inicio se declaró que se producirían variedades nuevas o nuevas tecnologías. Los investigadores se enfocaron en desarrollar sus proyectos y publicar sus resultados, y desconocían cómo protegerlos o diseminarlos por otros medios, y por ello no anticiparon posibles complicaciones relacionadas al manejo de la propiedad intelectual.

Cuando se formó el INTA en 2001, los investigadores de la UCR continuaron trabajando con sus contrapartes quienes fueron trasladados a esa nueva institución. Así, en varios años de investigación colaborativa, el proyecto UCR-INTA desarrolló materiales de reproducción de papaya: semillas con potencial comercial y adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del país. La primera de estas variedades, llamada *Pococi* en honor al lugar donde fue desarrollada, es un híbrido liberado a nivel de pruebas semi-comerciales en 2001. Este híbrido se caracteriza por su fruta de pulpa roja, con un peso promedio de 1.35 kilogramos, y alto contenido de azúcar (medido en grados brix entre 11 y 13 dependiendo de las condiciones en las que se cultive). Su productividad bajo un manejo técnico adecuado ronda los 90,000 kg por hectárea durante su vida comercial de 18 a 24 meses.

En 2002 se realizó la introducción formal del híbrido *Pococi* a través de un pequeño grupo organizado de productores, y algunos pequeños y medianos productores independientes. La fruta sabrosa y de buena apariencia de *Pococi* fue bien aceptada por los consumidores de tal forma que las dos principales cadenas de supermercados del país inmediatamente la incorporaron a su oferta con dos marcas distintas, en una se llama Perfecta y en la otra Suprema.

Ante la demanda de la *Pococi*, en 2003 el proyecto UCR-INTA incrementó la producción de semilla para la siembra de aproximadamente 30 hectáreas. Los principales beneficiados continuaban siendo los agricultores organizados, así como algunos productores independientes. Se estimaba que para 2004 se podría producir semilla del híbrido para cubrir 60 a 70 hectáreas con el objetivo de mantener los compromisos adquiridos por los agricultores con las empresas comercializadoras. Sin embargo, el proyecto tuvo que rechazar gran cantidad de solicitudes de semilla debido a las limitaciones en infraestructura, mano de obra y presupuesto.

En vista de que se había desarrollado un mercado suficientemente grande para la semilla como para interesar a empresas privadas en su producción y venta, durante 2003 los investigadores se acercaron a la UTT para sondear las posibilidades de iniciar un proceso de transferencia de la semilla de manos públicas a privadas. La UTT se convirtió en la referencia institucional para el proyecto porque el INTA no tenía experiencia en el tema de manejo de la propiedad intelectual.

5. El manejo de la propiedad intelectual

Ante la inquietud de los investigadores, la UTT comenzó el análisis para determinar la mejor opción para liberar la semilla en el contexto de la misión pública de la UCR. Esto implicó analizar el entorno, específicamente: (1) definir formas de proteger la semilla y cuál derecho de propiedad intelectual se usaría, (2) decidir si seguir produciendo a la escala del proyecto o iniciar un proceso de licenciamiento a alguna empresa privada, (3) analizar qué tipo de empresas podría constituirse en un licenciatarío potencial, y (4) definir los términos de la negociación y los niveles aceptables de desempeño e ingreso.

El licenciamiento de la nueva variedad desarrollada representó desde el inicio de 2004 diversos retos y dificultades: (1) se trataba de una co-propiedad entre la UCR y el INTA, (2) no existía protección de la variedad por medio de patentes ni por un título de obtentor vegetal pues la legislación aún no había sido aprobada en Costa Rica, y (3) no había mucho conocimiento en Costa Rica sobre la protección de la propiedad intelectual y el rol que cumple en la innovación (OMPI, 2012).

Como primera medida, en ambas instituciones se reforzaron los aspectos de confidencialidad pues, a pesar de que la información no divulgada constituye una forma de protección muy fuerte, también esa fortaleza deriva de la capacidad del poseedor de la información para mantenerla en confidencialidad (Kowalski, 2007). En este caso, mantener la confidencialidad fue relativamente simple pues solo había involucrados dos investigadores, quienes tenían una estrecha amistad y buena relación de trabajo.

Se hicieron muchas consideraciones que tenían que ver con la situación de la producción de papaya en Costa Rica, que guiaron las decisiones. Se sabía que, al liberar el conocimiento, en este caso los progenitores del híbrido, el desarrollo de la actividad quedaría definido totalmente por las fuerzas del mercado y probablemente serían las grandes empresas las que tendrían mayor capacidad de aprovechar la ventaja productiva y de mercado que otorgaba la nueva variedad. Además, dado el potencial exportador de la *Pococi*, la producción de las grandes empresas probablemente inundaría el mercado local con producto de segunda y los precios de la papaya a nivel local se venderían abajo. Tomando en cuenta lo anterior, mantener la información en secreto le permitiría a la UCR y el INTA, procurar el beneficio de los pequeños y medianos agricultores, evitando o restringiendo las posibilidades de acceso de las grandes empresas locales y transnacionales. Los costos de producción de semilla eran altos para ambas instituciones por lo que resultaba oneroso para ambas continuar produciendo semilla. Aunque el costo más alto era la desviación de tiempo y recursos financieros que se dedicaban a la producción de la semilla que podrían ser invertidos en otras investigaciones. Se acordó que la mejor opción era el licenciamiento de la producción de semilla.

Con esta opción, la UTT se encontraba ante una posibilidad realmente novedosa y ante un reto considerable, pues se estaba proponiendo una manera diferente de proteger material vegetal, aunque ya la UCR tenía experiencia en otros tipos de licenciamientos. Sin embargo, para el INTA este fue un proceso difícil y lento porque no se tenía experiencia protegiendo resultados de investigación. La UTT debió concientizar a muchos funcionarios del INTA sobre los beneficios de un licenciamiento en un contexto de falta de información, mucha desinformación y malas interpretaciones. Por otra parte, el licenciamiento de información no divulgada también presentaba retos pues siendo la UCR y el INTA entidades públicas, se percibía este tipo de licenciamiento como algo impropio, que podría desnaturalizar la función pública de ambas instituciones.

Fue necesario hacer un plan de acción y un acuerdo de cooperación entre la UCR y el INTA. Como insumo para la toma de decisiones en el proceso de transferencia de tecnología, la UTT contaba con parámetros indicados en el Manual de Buenas Prácticas para la Vinculación Remunerada¹ de la UCR con el sector privado. La UTT recabó toda la información sobre la papaya, su comercialización, usos, posibles intereses en el producto tanto a

¹ Manual de Buenas Prácticas para la Vinculación Remunerada. UCR. 2008 disponible en <https://vinv.ucr.ac.cr/sites/default/files/files/Manual%20de%20buenas%20practicass.pdf> accedido 12 Feb, 2019

nivel nacional como internacional, para que los funcionarios tuvieran suficiente conocimiento. La experticia adquirida por la UTT en materia de inteligencia competitiva, búsqueda de información y recolección de datos, fue sumamente valiosa para este proceso.

Fue necesario establecer un convenio marco de cooperación entre la UCR y el INTA que cubriera la co-titularidad para que se pudiera plantear el licenciamiento. Los principales aspectos del convenio que interesan a este caso fueron:

1. El establecimiento de considerandos que le dieran marco al convenio y explicaran todos los antecedentes, pues se estaba firmando un convenio sobre un proceso de investigación iniciado mucho tiempo atrás, que ya contaba con un primer producto comercializable.

2. En el ámbito de aplicación del convenio se explicaba que se incluían las actividades pasadas y futuras de la relación de colaboración entre ambas entidades. Esta parte también era importante pues se pretendía que los investigadores siguieran colaborando.

3. La inclusión de una cláusula de co-titularidad de los derechos de propiedad intelectual derivados de la investigación conjunta que establecía una proporción de 50%-50% para cada institución. Ese porcentaje se estableció sobre la base de que en ese momento ambas instituciones estaban haciendo aportes iguales en recursos materiales e intelectuales. Sin embargo, se dejó establecido que, si en algún momento esos aportes variaban, cualquiera de las partes podría pedir una revisión de estos porcentajes para lo cual se establecería una comisión mixta especial que estudiaría el asunto y se pondría de acuerdo.

4. Una cláusula específica mediante la cual las partes acordaban que la UTT sería la encargada del gerenciamiento (manejo) de los derechos de propiedad intelectual derivados de la colaboración. De esta manera la UTT sería la encargada de la administración, mercadeo, licenciamiento, o cualquier otro tipo de comercialización de los resultados de investigación.

5. La inclusión de una cláusula en que se acordó el destino de los subproductos de la investigación, o sea las frutas producidas por el proyecto, decidiéndose que la institución dueña de los terrenos donde se hacían los estudios comercializaría los frutos de acuerdo a sus propios procedimientos. Sin embargo, los beneficios económicos de la venta se utilizarían en el proyecto mismo.

6. La inclusión de una cláusula de confidencialidad por la cual cada institución se comprometía a garantizar la confidencialidad de sus empleados, requisito fundamental para alcanzar la protección por medio de la Ley de Información no Divulgada de Costa Rica.

Para orientar la labor de la UTT en los aspectos mencionados y dar seguimiento al convenio se creó un Comité de Coordinación integrado por el director de la UTT, el investigador responsable por parte de la UCR, el Director del INTA y el investigador responsable del INTA. En el seno de este comité se discutirían y planearían todas las estrategias. El establecimiento de este comité fue una forma de generar confianza, permitiendo que el INTA se sintiera incluido en el proceso y se facilitara el aprendizaje.

Por otro lado, aunque existía el compromiso, los funcionarios del INTA nunca firmaron un acuerdo de confidencialidad porque en dicha institución no existe una oficina ni punto focal encargado del seguimiento de estos acuerdos o del manejo de la propiedad intelectual.

6. La búsqueda de posibles licenciatarios

Como es usual en un proceso de licenciamiento, la UTT buscó posibles licenciatarios, identificando dos empresas, una ya consolidada, y una nueva en manos de un emprendedor joven, además de un empresario interesado en invertir en nuevos negocios.

A pesar de que el proceso ya había iniciado y que existía un convenio firmado por las partes en el cual se indicaba que la UCR era la encargada del proceso de transferencia, en la práctica esa directriz no se cumplía completamente. En primera instancia tanto la UCR como la UTT consideraron suficiente los acuerdos del Comité de Coordinación, sin embargo, conforme transcurría el tiempo la toma de decisiones se fue dificultando. Después de un proceso de coordinación y luego de enfrentar algunas dudas la UTT propuso cambiar el proceso de escogencia de los licenciarios y hacer una oferta pública en periódicos de circulación nacional lo que ayudaría a dar legitimidad y transparencia al proceso. Este fue un proceso voluntario al que ninguna de las dos instituciones estaba obligada de acuerdo al análisis legal realizado previamente por la UTT en consulta con la oficina jurídica de la UCR.

La oferta pública es una estrategia para atraer licenciarios que no se encuentra en la escasa literatura sobre estrategias para licenciar. En la UTT se conocía por pasantías de una funcionaria de la UTT en las oficinas de transferencia de tecnología en Iowa State University y en Michigan State University. Estas universidades públicas tienen un componente de investigación agrícola, así como un historial de colaboración con la UCR, y en algunas ocasiones usaron la oferta pública para escoger licenciarios de variedades producidas por sus investigadores.

Se establecieron de antemano los parámetros para ponderar a las empresas siguiendo el Manual de Buenas Prácticas de la UCR. Estos fueron: (1) compromiso con el desarrollo del sector agrícola nacional, (2) estabilidad, capacidad gerencial y administrativa y financiera, (3) capacidad de inversión en el corto plazo, (4) capacidad para producción de semilla sexual y asexual, (5) capacidad para distribución de semilla, (6) capacidad para la transferencia del paquete tecnológico, (7) capacidad para la distribución de la semilla a nivel nacional, y (8) respeto a los lineamientos establecidos por el INTA-UCR.

El aviso se publicó en el diario de mayor circulación del país y en el semanario universitario. Seis empresas respondieron al aviso; sus gerentes fueron entrevistados y se hizo un análisis comparativo estableciéndose una de las empresas para el licenciamiento y con una segunda como respaldo por si la negociación no fructificaba. Se comunicó a la empresa la intención de la UTT de iniciar negociaciones y la necesidad de firmar un acuerdo de confidencialidad. Luego de firmado dicho acuerdo, la UTT entregó a la empresa toda la información requerida para la transferencia de la tecnología, en especial, se hizo énfasis en las principales aspiraciones del INTA y la UCR, en orden de prioridad:

- Poner a disposición de la mayor cantidad posible de productores semilla híbrida a un precio razonable.
- Contribuir de forma integral al desarrollo del sector papayero nacional.
- Lograr la sostenibilidad del programa de mejoramiento de semilla de papaya INTA- UCR.

Se dio a la empresa un tiempo prudencial para que estudiara la documentación y presentara una propuesta base. Las negociaciones resultaron relativamente fáciles pues en solo tres reuniones con la empresa se llegó a acuerdos. La empresa aceptó todos los planteamientos de la UTT, en especial a la vista del estudio de costos que se había realizado y que fue avalado por la empresa. Todas las reuniones fueron grabadas con el permiso de los asistentes a fin de tener evidencia de los acuerdos y que el proceso fuera lo más transparente posible. Los principales aspectos en esa propuesta de contrato de licenciamiento eran:

1. Un preámbulo con considerandos de marco para el contrato, especialmente la inclusión de uno que indicaba: “Que las partes están de acuerdo en que uno de los objetivos fundamentales que los une a establecer esta relación es el fin último de beneficiar al productor nacional de papaya, en especial al pequeño y al mediano productor. Por lo tanto, cualquier

diferencia, interpretación o conflicto que surja en la ejecución de este contrato deberá ser resuelto tomando en cuenta el interés último del productor nacional”. La inclusión de este valor dentro del contrato, que tiene una aplicación muy práctica y no se queda en las meras intenciones de las partes, no fue difícil, sobre todo por la naturaleza de la empresa y su amplia vocación social.

2. El otorgamiento de una licencia no exclusiva por un período de seis años para el territorio de Costa Rica. Con el pago de una suma inicial y el pago de regalías anuales sobre ventas totales.

3. La posibilidad de revisión de los términos del contrato.

4. No se permiten sub-licencias.

5. La empresa tendría un período de un año para empezar a producir la semilla.

6. Se prohibía la exportación de la semilla, lo cual debía ser controlado por la empresa y se debía seguir usando el nombre de la variedad *Pococi*.

7. El precio de la semilla debería ser definido por acuerdo de las partes y podría ser revisado a iniciativa de la empresa.

8. UCR-INTA mantenían el derecho a seguir usando la semilla para investigación e incluso probándola con los productores que habían colaborado en todo el proceso.

9. Se incluyó una cláusula de confidencialidad, una de revisión de información contable y otras típicas de un contrato de licenciamiento.

10. La empresa recibiría el apoyo técnico necesario para la producción de la semilla, pero no podría hacer investigación con las líneas parentales de la variedad.

11. Finalmente, y no por menos importante, se transcribe una de las cláusulas relacionada con el suministro de semillas a empresas grandes: “En virtud de que el objetivo principal de este proyecto es el favorecer al productor nacional, en especial el pequeño y el mediano productor y consolidar un mercado nacional para los productores locales de papaya, con miras futuras al mercado de exportación, la empresa solamente tiene autorización para vender semilla a productores nacionales, sean estos individuales, grupos organizados o empresas con capital netamente nacional. En caso de que haya una solicitud de compra de semilla por parte de productores que no entren en estas clasificaciones la empresa deberá remitirlos directamente a contactar a UCR-INTA, los cuales decidirán junto con la empresa cómo proceder para satisfacer esa demanda.”

Sin embargo, seguían surgiendo dudas y el proceso de licenciamiento se obstaculizaba aún más. A pesar de que ya se había firmado un convenio entre las partes empiezan a surgir dudas sobre los alcances de la co-titularidad. La protección de la propiedad intelectual en general es un tema complejo en Costa Rica, sobre todo en las instituciones públicas. Como se ha dicho, la protección de variedades y su licenciamiento no era un tema muy conocido en el INTA; no estaba claro cómo se implementaba el concepto de propiedad compartida o co-titularidad. En cambio, la UCR ya conocía estos procesos y tenía experiencia acumulada. La Oficina Jurídica de la UCR, a solicitud de la UTT, llevó a cabo un estudio de la ley del INTA y concluyó que el licenciamiento era incluso actividad ordinaria de esa organización. Se solicitaron nuevos estudios legales y técnicos.

Surgieron dudas si el INTA podía producir y comercializar la semilla por su cuenta, lo cual definitivamente afectaría el proceso de transferencia a la empresa. Por otro lado, se sugería que en lugar de un licenciamiento UCR-INTA con la empresa, se estableciera un acuerdo de licencia UCR-empresa, es decir sin la participación del INTA. Entonces se acordó que, aunque se firmara el contrato de licencia, el INTA podría seguir produciendo y vendiendo la variedad a un precio acorde con el mercado de manera que no causara perjuicio a futuros

licenciatarios, o sea que no se les hiciera competencia desleal.

En la práctica estas aclaraciones obligaban a cambiar los términos de la licencia y cambiaban de forma importante el panorama para el licenciario. El INTA temía una falta de comprensión por parte de los productores sobre el licenciamiento; hay que recordar que los productores se abastecían de semilla de forma gratuita, aunque esta no fuera de buena calidad. Estos acontecimientos retrasaron el proceso un año, la empresa ya no estaba tan anuente a la licencia porque además les preocupaba cómo les afectaría la producción de semilla por parte del INTA a pesar de las garantías acordadas. Sin embargo, la empresa estuvo de acuerdo en firmar solamente con la UCR. Los planes que se hicieron alrededor de este proceso de licenciamiento abarcaban estrategias para uso de ciertas variedades para el mercado local y otras para el mercado de exportación. Lo mismo se pretendía con empresas transnacionales que en algún momento se mostraron interesadas en la variedad. Existía una cierta urgencia en conceder la licencia por la presión de los agricultores por más semilla *Pococi*. Además, se temía que aparecieran semillas competidoras en el mercado y había que aprovechar la ventana de oportunidad para la exportación de la fruta.

Como se mencionó antes, en los inicios del proyecto se establecieron algunas alianzas con productores; algunos independientes, otros organizados. Una de estas organizaciones fuertes de productores estaba interesada en el desarrollo de una variedad de papaya para uso industrial. Sin embargo, las limitaciones del proyecto y los esfuerzos enfocados en la producción de semilla de la variedad *Pococi*, hicieron imposible que se continuara con esa línea específica de investigación. La organización conoció información sobre el proceso de licenciamiento y adjudicación a la empresa, pero sin saber de qué variedad se trataba. En estas circunstancias, la organización objetó el proceso, objetó a la empresa y realizó contactos de tipo político para hacer valer sus preocupaciones, sin contactar ni a la UCR ni al INTA. Argumentaron que no se les había tomado en cuenta en el proceso y reclamaron ser licenciatarios.

Los cuestionamientos llegan a la Asamblea Legislativa y al Ministro de Agricultura. La Rectoría de la UCR y la dirección del INTA son cuestionadas sobre el proceder en el proceso. Es aquí cuando la oferta pública y la transparencia del proceso se convierten en un aliado imprescindible para justificar las actuaciones de las dos instituciones. Se dieron las explicaciones del caso, se mostró el proceso y se comprobó que la organización no participó en la oferta pública como oferente. Se comprobó que el proceso fue completamente transparente y las instituciones salen bien libradas.

Sin embargo, al haber demasiados cuestionamientos y tiempo transcurrido, la empresa solicitó a la UTT replantear el contrato de licenciamiento, el cual al final no se firmó. Dados estos acontecimientos y la necesidad de seguir abasteciendo a los productores, la UCR y el INTA decidieron seguir produciendo semilla y no licenciar. Una consecuencia del proceso fallido es que la producción de semillas sigue estando en manos de la UCR y el INTA, resultando más onerosa y lenta, y consumiendo más recursos que deberían ser dedicados a la investigación. Esta es la situación en la que se encuentra la semilla actualmente casi 15 años después.

7. Algunos acontecimientos recientes

Independientemente del proceso de licenciamiento no exitoso gracias a la *Pococi* en Costa Rica se ha aumentado el número de productores de papaya a unos 250, y se creó la Cámara Nacional de Papayeros. Las áreas de producción se han incrementado a más de 860

hectáreas convirtiéndose en un negocio rentable para pequeños y medianos productores. La *Pococi* es la primera papaya costarricense que se ha exportado, generando ganancias de alrededor de \$25 millones. Desde el 2012 se ha exportado a El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Canadá, Colombia, Bélgica, España, Holanda, Italia, Reino Unido. La venta de semilla ha generado casi un millón de dólares a la UCR y el INTA, de los cuales un buen porcentaje se invierte en el mismo proyecto de investigación para lograr otras variedades de papaya. Los investigadores han seguido trabajando en colaboración y prevén que obtendrán más variedades, incluso mejores que el híbrido *Pococi*.

La protección por medio de la propiedad intelectual ha permitido que la variedad se produzca en el país beneficiando a productores nacionales, aunque ha habido salida desautorizada de semilla del territorio costarricense. Tanto el INTA como la UCR han instaurado procesos para que la semilla solo sea vendida a productores costarricenses, sobre todo medianos y pequeños. Pero en la práctica esto es difícil porque se evaden estos controles y así pequeñas cantidades de semilla han llegado a productores de otros países. Sin embargo, a pesar de esos problemas, el sector papayero sigue consolidándose con una ventaja competitiva en el mercado externo debido a la exclusividad de la variedad *Pococi*. Por lo tanto, la estrategia de protección de propiedad intelectual implementada ha favorecido a los productores nacionales.

Por otro lado, hay oportunidad de nuevos emprendimientos, como la venta de almácigos de papaya: un egresado de la UCR ha montado su pequeña empresa convirtiéndose en una de las primeras empresas *spin off* de la UCR, que podría convertirse en un licenciatario para la producción de la semilla.

Por otra parte, se han alcanzado otros logros desde el punto de vista agronómico. El laboratorio de Biotecnología de Plantas del Centro de Investigaciones Agronómicas de la UCR desarrolló un protocolo de reproducción de papaya *in vitro* de *Pococi* que garantiza la reproducción solo de plántulas hermafroditas. Es decir, que se pueden encontrar flores con ambos sexos, lo que es deseable en una plantación comercial ya que todas las plantas son productivas. Este protocolo de reproducción *in vitro* se concedió en licenciamiento a dos empresas. La primera es un emprendimiento de egresados de la UCR, y esta licencia está impulsando su negocio. La segunda es una empresa de capital costarricense y que tiene presencia en todo el país. Es así como ahora los productores tienen acceso a plántulas de papaya hermafroditas, libres de enfermedades, que les traerán mayores beneficios. La adopción de esta tecnología es paulatina, pero se espera que penetre el mercado y contribuya a eliminar la salida ilegal de semilla del país, pues será más difícil transportar plantas que semillas.

8. Lecciones aprendidas

El estudio de caso mostró una experiencia exitosa de transferencia de tecnología de una variedad de papaya desarrollada en conjunto por investigadores de dos instituciones públicas de investigación agrícola, la UCR y el INTA. En una relación de hechos se ha mostrado el proceso que siguió la UTT, ahora llamada PROINNOVA, para licenciar una variedad de un híbrido de papaya a una empresa seleccionada de una manera profesional y transparente.

Una conclusión general que se puede derivar de esta experiencia es que, en Costa Rica, país con un sector agrícola sensible y escaso desarrollo en el tema de propiedad intelectual, licenciar la reproducción de semillas no es lo mismo que licenciar otros productos o tecnologías. Aunque no llegó a concretarse el licenciamiento, el objetivo del licenciamiento

siempre tuvo al centro a los productores costarricenses. Se pretendía que ambas instituciones delegaran la producción de la semilla a una empresa con experiencia y con una buena red de distribución, y que la licencia se hiciera bajo el mayor apego a la salvaguarda de los intereses de los pequeños y medianos productores. Existía el temor de que el asunto se revirtiera en contra de los productores nacionales y se trató al máximo de que eso no sucediera. Además, la licencia permitiría que los investigadores se dedicaran a desarrollar más y mejores variedades. Lamentablemente ese objetivo no se logó pero el favorecimiento a los productores medianos y pequeños sí se concretó.

Una de las enseñanzas concretas del caso es que la UTT debió haber tomado en cuenta a los agricultores como un actor más en el proceso de licenciamiento, así como se les había tomado en cuenta en la investigación. Se sobrestimó el rol de los productores de papaya y al final su reacción, producto de la falta de información y de sentirse excluidos, fue un detonante para impedir el licenciamiento de la semilla.

9. Recomendaciones

La experiencia adquirida por la UCR y el INTA puede ser útil para otras instituciones públicas de investigación que están en el proceso de adquirir experiencias en el manejo de la propiedad intelectual de sus resultados de investigación. Para ello, se podrían dar las siguientes recomendaciones:

1. Las instituciones públicas de investigación y desarrollo deben comprender que su misión o fin público no impide el uso de la protección de la propiedad intelectual como una herramienta para la consecución de sus fines públicos.

2. Una institución pública dedicada a la investigación y al desarrollo debe preocuparse por tener una adecuada gestión de los resultados de sus procesos de investigación. Debe contar con una oficina o punto focal que se encargue de estos temas y con una política clara que defina la apropiación o titularidad de los resultados de investigación y desarrollo.

3. Todas las relaciones de colaboración en materia de investigación y desarrollo con contrapartes, tanto del sector público, como del sector privado, deben ser plasmadas en contratos previos donde se defina claramente la titularidad de esos resultados.

4. Los investigadores de la institución, así como sus administradores y autoridades deben ser concientizados y capacitados en los temas de protección y gestión del conocimiento a efecto de concientizarlos sobre la necesidad de prever estos acuerdos. Debe propiciarse en la institución y sus contrapartes un clima propicio de aceptación a estos procesos.

5. La institución debe contar con una oficina o personal especializado o capacitado capaz de asesorar a los investigadores en estos procesos.

6. Una vez que se cuente con personal o una oficina especializada, las autoridades de la institución deben confiar en ese personal y permitir que trabajen de manera ágil y expedita pues en los procesos de licenciamiento el tiempo y la forma en que se toman decisiones debe ser expedita.

7. Las oficinas de gestión del conocimiento en estas instituciones deben estar constantemente renovándose y capacitándose a efecto de que cuenten con los conocimientos necesarios y las herramientas necesarias para enfrentar procesos complicados. Debe fomentarse un clima propicio para la creatividad y el afloramiento de nuevas ideas para solventar situaciones inesperadas.

8. El entorno externo, los procesos políticos y los actores involucrados, deben ser factores a tomar en cuenta y a considerar en los procesos de licenciamiento de propiedad

intelectual que proviene de una institución pública.

10. Referencias

- Axa Healthkeeper. (2018). Papaya: propiedades y beneficios. Madrid, España: Axa Healthkeeper. Recuperado de <https://www.axahealthkeeper.com>
- FAO. (2018). Datos sobre alimentación y agricultura. Roma, Italia: FAOSTAT. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TP>
- FoodNews Latam. (2018). ¿Para qué se utiliza la papaína? Miami, Estados Unidos: Latam News Media LLC. Recuperado de <https://www.foodnewslatam.com/sectores/33-ingredientes/4749-%C2%BFpara-qu%C3%A9-se-utiliza-la-papa%C3%ADna.html>
- Kowalski, S. Krattiger, A. (2007). Sección 7.2 Confidentiality Agreements. A basis for Partnerships. En IPHandbook (pp 689-696). Oxford.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Justicia y Paz de Costa Rica. (2012). Estrategia Nacional de Propiedad Intelectual. San José.

Análise dos processos de transferência de tecnologia sob a ótica do Master Plan

Adriano Mesquita Soares, M.Sc.
Faculdade Sagrada Família, Departamento de Administração, Brasil
adrianosoares711@hotmail.com

Silvia Gaia, Ph.D
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Brasil
gaia@utfpr.edu.br

João Luiz Kovaleski, Ph.D.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Brasil
kovaleski@utfpr.edu.br

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar, através da ferramenta “Master Plan”, os processos de transferência de tecnologia (TT) de uma universidade tecnológica federal do Brasil. Para o estudo de caso realizou-se uma pesquisa básica, com abordagem qualitativa e exploratória e o Master Plan foi o instrumento utilizado para a coleta dos dados. Os procedimentos técnicos utilizados foram: a bibliografia, o documental e estudo de caso. Os resultados apontam barreiras nos processos de TT, relacionadas à tecnologia da informação, gestão e conhecimento. Necessita para tanto, que sejam desenvolvidas ferramentas de tecnologia de informação e comunicação, melhorando o acesso às informações, facilitando o processo decisório e aumentando a agilidade através da desburocratização. Mas, ainda que haja barreiras nos processos de TT, a universidade tecnológica está organizada para ser um modelo no que diz respeito à transferência de tecnologia. A alta gestão da instituição está consciente da necessidade de ter uma interação dinâmica com o meio empresarial. Dessa forma, focando na sua missão, a instituição por meio de sua estrutura de TT pode evoluir para um modelo mais robusto e integrado.

Palavras chaves

Transferência de Tecnologia. Interação universidade-empresa. Processos de Transferência de Tecnologia.

1. Introdução

Com a globalização, a palavra que define este momento é a competitividade. Com isso, inovar tornou-se questão de sobrevivência no mundo empresarial e, vinculado a isto, a interação universidade-empresa, estimula a transferência de tecnologia para o desenvolvimento econômico e social regional.

A tese Hélice tripla possibilita com que cada vez mais a universidade possa desempenhar um papel de reforço à inovação em uma sociedade baseada no conhecimento (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).

O fenômeno das universidades empreendedoras tem recebido destaque considerável nas últimas décadas, com uma orientação empresarial para academia colocando regiões e nações em posição vantajosa em áreas intensivas de conhecimentos emergentes da atividade econômica, conciliando a orientação empreendedora às missões científicas da universidade (Van Looy et al., 2011).

Algumas iniciativas tomadas pelas universidades têm impulsionado as políticas de Ciência e Tecnologia (C&T), as quais têm sido utilizadas para o desenvolvimento político e econômico brasileiro. Um marco importante para este desenvolvimento foi o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), que desde sua fundação tem desenvolvido inúmeros projetos científicos (ETZKOWITZ; Brisolla, 1999).

Em detrimento deste desenvolvimento de projetos e à medida que os processos de inovação tornaram-se mais abertos e conectados, através do desenvolvimento de novas tecnologias, muitos governos têm procurado desenvolver programas de estímulo à pesquisa e transferência de conhecimento e tecnologia (Colyvas, 2007; Hewitt-Dundas, 2012; Perkmann et al., 2013).

Assim sendo, as universidades passam a ter um papel mais ativo nos processos de transferência de tecnologia (TT), dando-se maior atenção à interação entre pesquisas públicas e privadas. O patenteamento e o licenciamento universitários são em geral crescentes, dada à conscientização das oportunidades de comercialização de pesquisas universitárias (Grimaldi et al., 2011; Perkmann et al., 2013).

Contudo, este estudo apresenta a seguinte problemática de pesquisa: Como analisar os gaps nos processos de uma universidade tecnológica federal do Brasil? E, para corroborar para resposta desta problemática, este estudo tem como objetivo geral: Analisar, através da ferramenta “Master Plan”, os processos de uma universidade tecnológica federal do Brasil. E, para complementar este objetivo, os objetivos específicos compreendem as seguintes etapas: identificar os atores ligados ao processo de TT, de acordo com a atual estrutura organizacional da universidade estudada; mapear a relevância e a implementação dos facilitadores apontados pelo “Master Plan”; identificar as barreiras nos processos de TT (Bottlenecks).

A realização desta pesquisa, que busca analisar os processos de transferência de tecnologia sob a ótica da ferramenta Master Plan, para encontrar possíveis gargalos (bottlenecks) nestes processos de TT na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Curitiba, atual sede da universidade, pode condicionar um melhor entendimento sobre o inter-relacionamento entre os temas propostos e sua contribuição para a comunidade acadêmica, num cenário nacional como sendo a única Universidade Tecnológica Federal do país.

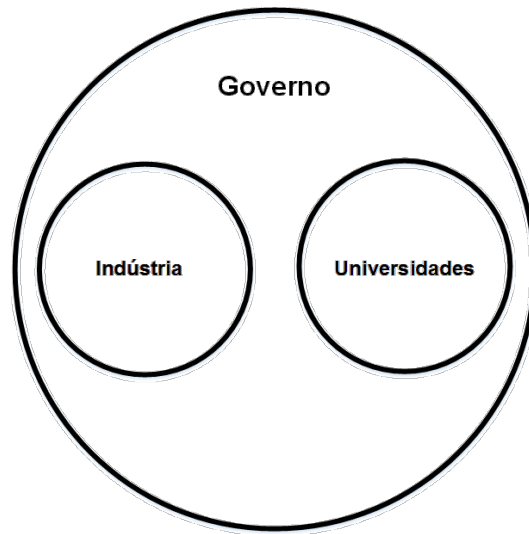
A relevância deste estudo dá-se, a partir de um ângulo teórico, através da contribuição na melhoria dos processos de transferência de tecnologia na aplicação das prerrogativas da interação universidade-empresa, proporcionando desenvolvimento econômico e social, podendo esperar mudanças significativas no ambiente interno e externo (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Etzkowitz et al., 2000; Meyer, 2006; Sampat, 2006; Philpott et al., 2011).

2. Interação universidade-empresa-governo

As políticas de C&T do Brasil, passaram por mudanças consideráveis, favoráveis ao desenvolvimento econômico e social do país. A Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) em sua missão como uma universidade de pesquisa com relação estreita com a indústria tornou-se uma das principais universidades do Brasil, responsáveis por uma grande porcentagem da pesquisa realizada no país, tendo como parte de sua história a participação em mais 800 projetos industriais, colaborando de várias formas, incluindo os mecanismos para o desenvolvimento de projetos de pesquisas completos, e ampliação de processos existentes com seus parceiros industriais (Etzkowitz; Brisolla, 1999).

Com esta evolução dos sistemas de inovação, questiona-se: qual o caminho a ser tomado nas relações universidade-indústria, podendo ser refletidos nos diferentes arranjos das relações universidade-indústria-governo? Em primeiro lugar, pode-se distinguir uma situação histórica, rotulada como Hélice tripla I. Nesse modelo, o Governo abrange a academia e a indústria, controlando as relações entre as partes. Esta versão foi fortemente encontrada na antiga União Soviética e nos países ao leste da Europa sob o regime socialista, esta versão foi superada pelas condições econômicas mundiais colocadas pelo sistema capitalista, onde ambos os agentes são livres (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).

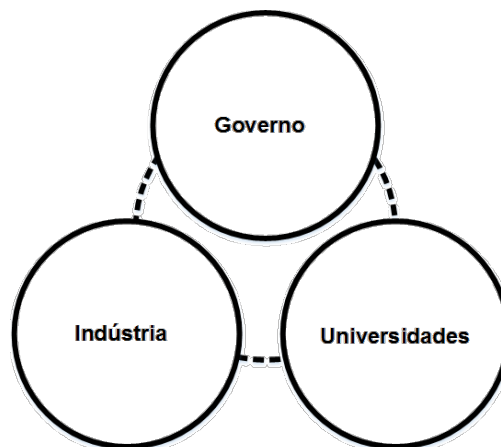
Figura 1. Hélice tripla I



Fonte: Adaptado de Etzkowitz; Leydesdorff, (2000)

No entanto, o modelo de Hélice tripla II consiste em esferas institucionais separadas, com fronteiras bem definidas, onde o governo diminui seu controle sobre o rumo da inovação, dando mais liberdade, deixando assim, o papel de condutor, aos demais agentes, reduzindo as barreiras à inovação, permitindo processos mais dinâmicos entre as partes (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Etzkowitz, 2003).

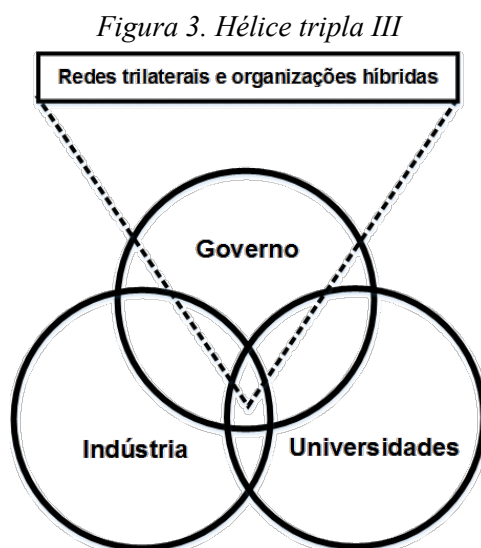
Figura 2. Hélice tripla II



Fonte: Adaptado de Etzkowitz; Leydesdorff, (2000)

O modelo da Hélice tripla I, Figura 2, é amplamente visto como um modelo de desenvolvimento falho, onde o governo, ao invés de estimular a inovação, acaba causando um efeito contrário. No modelo de Hélice tripla II, Figura 3, implica em uma política de Laissez-faire, também defendida como sendo uma “terapia de choque”, modificando o modo de interação do governo (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).

À medida que a competitividade aumenta, a maioria dos países está tentando alcançar uma forma de Hélice tripla III, onde o objetivo comum é o de alcançar um ambiente inovador, que consiste em empresas spin-off universitário, iniciativas trilaterais de desenvolvimento econômico, com base no conhecimento e acordos estratégicos entre as empresas de grande e pequeno porte. Empresas essas, atuantes em diferentes setores, e em diferentes níveis de tecnologia, ou mesmo em laboratórios governamentais e grupos de pesquisa acadêmicos. Estes acordos firmados entre as partes interessadas são muitas vezes incentivados pelo governo, mas não controlado pelo mesmo, como nos modelos anteriores, seja através da promulgação de leis que incentivam a inovação, assistência financeira direta ou indireta (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).



Fonte: Adaptado de Etzkowitz; Leydesdorff, (2000)

Para que haja uma evolução cultural de uma organização, o modelo de Hélice tripla contribui para o desenvolvimento em cadeias de relacionamentos, entre universidade-indústria-governo, gerando crescimento e desenvolvimento econômico e social (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Etzkowitz, 2003).

2.1 Universidade empreendedora

Existem evidências de que a identificação, criação e comercialização de propriedade intelectual tornaram-se parte dos objetivos institucionais de várias universidades, passando de uma forma tradicional para um formato empresarial ou denominada como universidade empreendedora no final do século 20. Sendo assim, o conceito de universidade empreendedora engloba uma “terceira missão”, a de desenvolvimento econômico, além de pesquisa e ensino. Embora os cenários de desenvolvimento possam variar, podem-se esperar mudanças significativas no ambiente interno e externo (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Etzkowitz et al., 2000; Meyer, 2006; Sampat, 2006; Philpott et al., 2011).

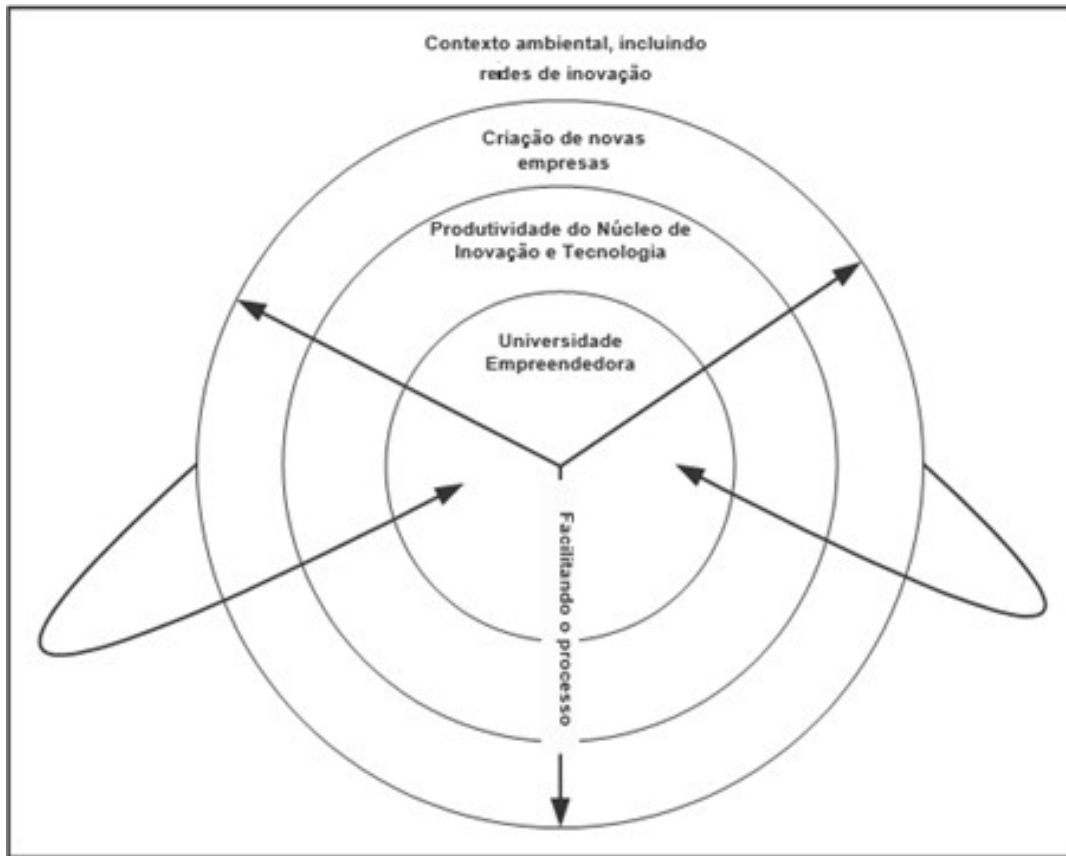
Estas mudanças no ambiente acadêmico estão associadas à necessidade de se gerar inovação, algumas atividades empreendedoras passam a ser realizadas com o objetivo de melhorar o desempenho econômico regional ou nacional, bem como na obtenção de vantagem financeira para a universidade e seu corpo docente (Etzkowitz et al., 2000; Haeussler; Colyvas, 2011).

A universidade empreendedora incentiva a realização do desenvolvimento econômico, além de transformar pesquisa em desenvolvimento econômico, através de várias formas de transferência de tecnologia. O papel tradicional de ensino é reinterpretado na medida em que a universidade auxilia na modernização das empresas de baixa e média tecnologia. Como, por exemplo, as empresas de estudantes da Universidade de São Paulo e estagiários da Universidade de Aveiro em Portugal que, com criatividade, desempenham um papel intermediário no conhecimento e transferência de tecnologia para as empresas locais de baixa tecnologia. Nestes casos, como São Paulo e Aveiro, em ambos os casos puderam combinar pesquisa, ensino e desenvolvimento econômico (Etzkowitz et al., 2000).

Com o surgimento da universidade empreendedora como uma resposta à crescente importância do conhecimento nos sistemas nacionais e regionais de inovação, reconhece-se que a universidade é um inventor com custo eficaz, criativo e um agente de transferência de conhecimento e tecnologia. Mesmo com os sistemas industriais e acadêmicos em diferentes estágios de desenvolvimento, os governos, em praticamente todas as partes do mundo, estão se concentrando no potencial da universidade como um recurso para melhorar o ambiente de inovação, criando um regime de desenvolvimento econômico baseado em ciência (Van Looy et al., 2011; Hewitt-Dundas, 2012; Mcadam et al., 2012).

Assim sendo, as pesquisas sobre empreendedorismo universitário estão gradativamente em expansão, no entanto, continua a ser um campo fragmentado, num quadro abrangente com peças diferentes que compõem o empreendedorismo universitário, como por exemplo, a transferência de tecnologia, licenciamento, parques tecnológicos, incubadoras, spin-offs universitários, núcleos de inovação e tecnologia (NIT), etc. Para construção deste quadro, são analisadas quatro áreas, sendo a primeira área, a pesquisa universitária empreendedora, segunda a produtividade do NIT, terceira a criação de novas empresas e, a quarta, o contexto ambiental, incluindo redes de inovação (Rothaermel; Agung; Jiang, 2007). O mais importante é a integração e interação dos quatro fluxos refletidos em um processo dinâmico e evolutivo do sistema de inovação da universidade, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 4. Marco conceitual do empreendedorismo universitário



Fonte: Adaptado de Rothaermel; Agung; Jiang. (2007)

No centro do sistema global de inovação da universidade, encontra-se o “empreendedor universitário”, que é o gerador de tecnologia, avançando e facilitando o processo de difusão de tecnologia, através de intermediários, como por exemplo, o NIT, a criação de incubadoras, ou mesmo, parques tecnológicos, que acabam gerando mais empresas. Na medida em que ocorre o engajamento em interações com a indústria, o núcleo do sistema universitário se expande incluindo atividades fora da ‘torre de marfim’, com o objetivo de transformar invenções em inovações para a melhoria da sociedade e do seu fluxo de caixa dos envolvidos (Rothaermel; Agung; Jiang, 2007; Mcadam et al., 2012; Bodas Freitas; Geuna; Rossi, 2013).

2.2 Transferência de tecnologia (TT)

O termo “transferência de tecnologia” foi definido e medido de várias maneiras, as primeiras pesquisas forneceram uma definição estreita de tecnologia como conhecimento, projetos científicos e de engenharia. A transferência deste conhecimento codificado é, então, identificada como sendo transferência de tecnologia. Este conceito evoluiu e, agora, a tecnologia é definida em termos mais amplos, como englobando a capacidade da empresa para operacionalizar e, efetivamente, usar este conhecimento de produção (Pueyo et al., 2011).

Rogers (2002) define a transferência de tecnologia, como sendo a aplicação da informação para uso em determinado cenário, colocando como principal tipo de transferência de tecnologia, o processo de transferência de ideias a partir de um laboratório de pesquisa e

desenvolvimento (P&D) para o mercado. Sobretudo, este processo de transferência de tecnologia implica que os pesquisadores são a fonte de inovação tecnológica, oriunda de suas pesquisas, ligando-as aos usuários da organização receptora que, por sua vez, poderá então comercializar a inovação tecnológica, na forma de produto ou serviço a ser comercializado no mercado. Essa visão de transferência de tecnologia retrata, principalmente, um processo unidirecional e linear, convertendo-se em uma tradução dos resultados da pesquisa em aplicações.

Nos últimos anos, tem havido um rápido aumento nas iniciativas de desenvolvimento econômico de base tecnológica, voltada, principalmente, para estimular o empreendedorismo tecnológico em universidades, por meio de patenteamento, licenciamento, consultoria, criação de start-up e parcerias entre universidade-indústria (Geuna; Nesta, 2006; Sampat, 2006; Thursby; Fuller; Thursby, 2009; Grimaldi et al., 2011; Perkmann et al., 2013).

Neste contexto, as universidades passam a ter papel mais ativo nos processos de transferência de tecnologia, dando-se mais atenção à interação entre pesquisas públicas e privadas, com um crescente patenteamento e licenciamento, propiciando a conscientização das oportunidades de comercialização de pesquisas universitárias (Grimaldi et al., 2011; Perkmann et al., 2013).

O processo de transferência de tecnologia pode ser pensado como um processo de comunicação, como sendo de duas vias, um processo iterativo com mensagens fluindo em ambas as direções, onde os indivíduos de uma empresa podem buscar ativamente informações sobre possíveis respostas para seus problemas, em outro ambiente de P&D. O processo de transferência de tecnologia é mais adequado quando visto como um processo de transação em que perguntas, respostas, esclarecimentos e outras informações fluem em ambas as direções. Deve-se pensar como participantes no processo de transferência de tecnologia, ao invés de ver apenas como “fonte” e “receptor”, cada parte envolvida no processo pode ter entendimentos diferentes de tecnologia, porém, estas diferenças podem ser trabalhadas por meio da comunicação de duas vias na organização de P&D convergindo para um senso comum compartilhado da tecnologia (Rogers, 2002).

Na literatura internacional, o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) é comumente encontrado como Escritório de Transferência de Tecnologia (ETT), (em inglês, Technology Transfer Office – TTO), que a partir da promulgação da Lei Bayh-Dole, uma das funções é a de facilitar a transferência de conhecimentos comerciais de universidades para praticantes ou transferência de tecnologia universidade-empresa. Apesar da importância do potencial de transferência de tecnologia universidade-empresa na difusão tecnológica e, como uma fonte de receita para a universidade, tem havido pouca análise sistêmica do papel das práticas organizacionais neste processo (Siegel et al., 2004; Clarysse; Tartari; Salter, 2011; Perkmann et al., 2013).

Resende, Gibson e Jarrett (2013) estabeleceram um Plano Mestre para as melhores práticas dos Escritórios de Transferência de Tecnologia (ETT), por meio de uma ferramenta qualitativa, podendo ser usada para melhorar a eficiência e eficácia. Tal ferramenta qualitativa é uma das novidades apresentadas por eles. A outra é a informação que avança sobre a compreensão dos processos, procedimentos e estruturas necessárias para a transferência de tecnologia. Esta ferramenta poderá contribuir para a avaliação e o aperfeiçoamento das práticas de transferência dos Núcleos de Inovação e Tecnologia.

3. Metodologia

Considerando as classificações apresentadas por Miguel (2012), o presente estudo pode ser classificado com a seguinte taxionomia: quanto à natureza é básica, qualitativa, exploratória e um estudo de caso.

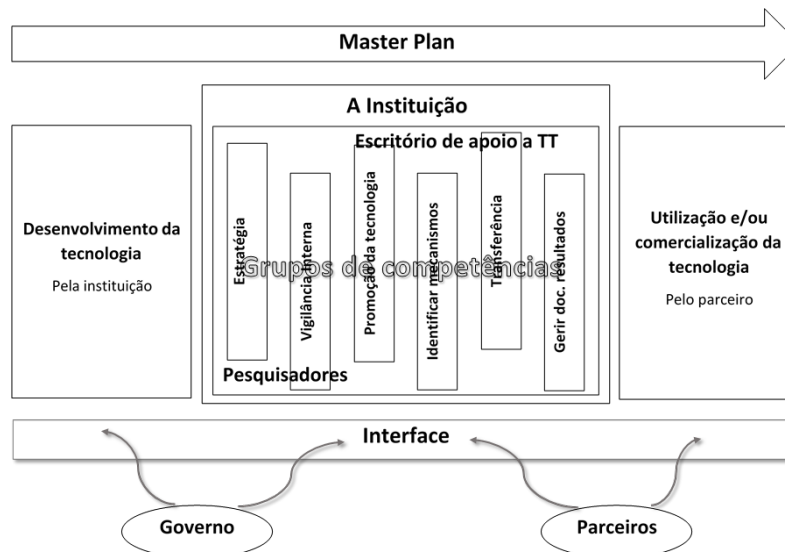
Para a construção do referencial teórico, foi realizada uma pesquisa e a análise bibliométrica, compostas através de artigos de periódicos, livros e teses. Utilizou-se como metodologia para a revisão sistemática de literatura, o *Methodi Ordinatio* que é uma metodologia multicritério de tomada de decisão (*Multi-Criteria Decision Aid – MCDA*) na seleção de artigos científicos para composição do portfólio bibliográfico (Pagani; Kovaleski; Resende, 2015).

Para coleta de dados foi utilizada a ferramenta desenvolvida por Resende (2010), intitulada “*Master Plan*” criada com o intuito de analisar os processos, procedimentos e políticas de TT na relação universidade-empresa, identificando os principais estrangulamentos (*bottlenecks*) nos processos de TT. Os processos estudados conjuntamente com as estruturas de auxílio disponíveis na Instituição, são responsáveis por “facilitar” ou não os processos de TT, sendo entendidos como sistemas e subsistemas que implementam aqueles processos, doravante designados “facilitadores da TT”.

A ferramenta é constituída por um conglomerado de facilitadores e regras que podem ser considerados como boas práticas para TT entre universidade-empresa. A partir da Figura 5, criada com o propósito de juntar todos os pontos de interesse da discussão em torno do que se define como grupos de facilitadores e as suas regras de boas práticas, mostra-se o plano mestre e os atores que com ele interagem.

As 6 etapas do plano mestre para transferir tecnologia formam a base para o estudo sobre os facilitadores de TT. As práticas nestas 6 etapas, em conjunto com as práticas na instituição como organismo, permitem aumentar ou diminuir a eficiência e eficácia dos processos de TT. Por isso, define-se “facilitadores” para cada uma das etapas e para a instituição. Chamando estes facilitadores de “*Grupos de Facilitadores*” (*GF’s*).

Figura 5. O *Master Plan* com suas etapas, do ponto de vista da instituição, interfaces e parceiros.



Fonte: Adaptado de Resende (2010)

As regras associadas a cada facilitador são agrupadas em função da sua capacidade em melhorar as características do facilitador a que corresponde, sempre com especial atenção à TT. De acordo com Resende (2010), as regras são frutos da discussão sobre o tema, da experiência pessoal em gestão de empresas e consultoria, e nasceram da análise documental do que é hoje prática corrente nas instituições que têm a TT como parte da sua missão.

A ferramenta consiste em 275 regras referentes a 54 facilitadores em 7 grupos de facilitadores (GF) como a seguir:

1. GF da instituição com 6 facilitadores e 35 regras;
2. GF da Estratégia com 7 facilitadores e 29 regras;
3. GF da Vigilância com 5 facilitadores e 24 regras;
4. GF da Promoção com 6 facilitadores e 29 regras;
5. GF da Identificação de veículos com 5 facilitadores e 30 regras;
6. GF da Transferência com 20 facilitadores e 103 regras e;
7. GF da Gestão de resultados com 5 facilitadores e 25 regras.

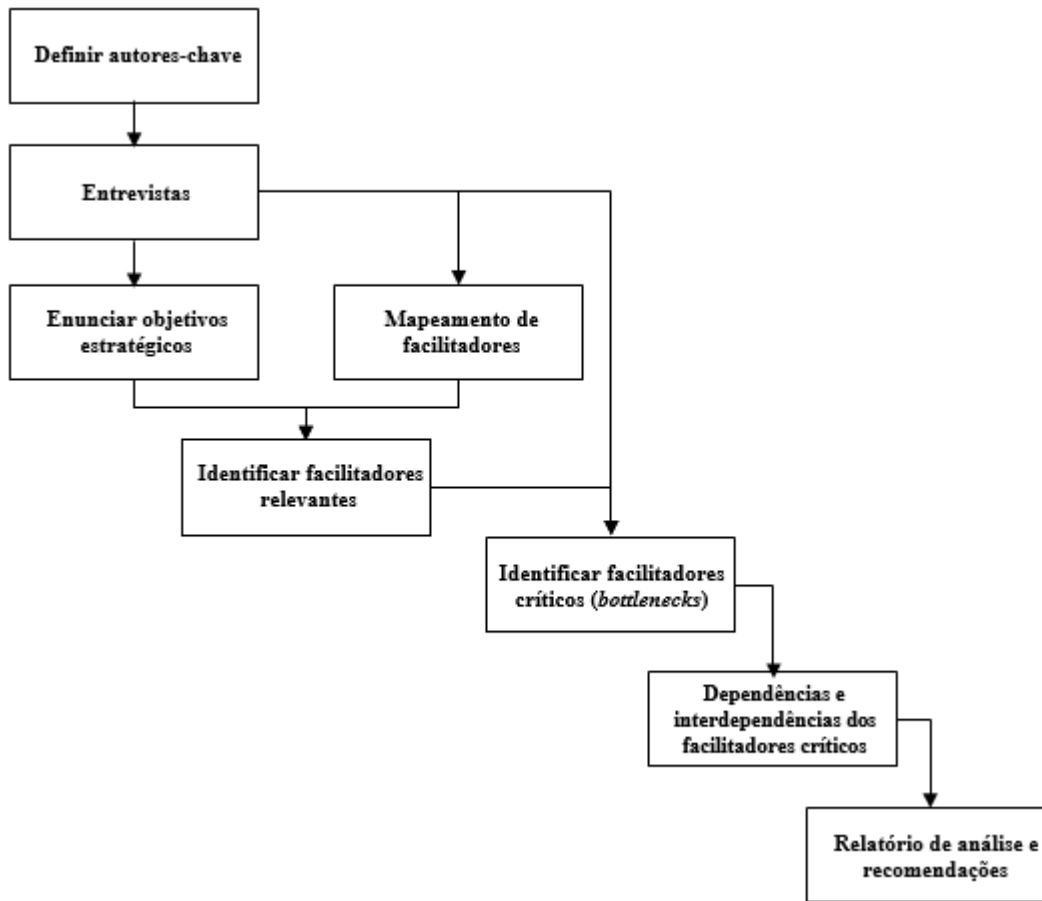
A análise destes grupos de facilitadores para TT da instituição foram feitas sobre as medidas dos níveis de implementação dos facilitadores relevantes para a instituição, os facilitadores menos relevantes não foram incluídos na pesquisa.

Facilitadores relevantes são aqueles ligados aos processos e estruturas mais relevantes em conformidade com os objetivos estratégicos para a transferência de tecnologia da universidade, considerados, também, como os mais importantes para transferir tecnologia, na visão dos atores internos da instituição, que não são, necessariamente, os mais implementados.

Assim sendo, quanto mais implementados os facilitadores relevantes estiverem, mais ajustados estarão os processos ou estruturas correspondentes, dando um perfil para a instituição, encontrando os pontos chave para TT, conforme o “*Master Plan*”. Em contrapartida, os facilitadores relevantes pouco implementados, serão descritos como facilitadores críticos ou “bottlenecks”.

Para análise dos dados, a ferramenta criada por Resende (2010) propõe possibilitar a identificação de facilitadores críticos relacionados à gestão dos processos e às estruturas de TT. Para tal, a figura 6 descreve a sequência das etapas adequadas à prossecução das atividades necessárias para a boa performance da ferramenta de análise:

Figura 6. Procedimentos da ferramenta Master Plan



Fonte: Adaptado de Resende (2010)

A ferramenta de análise, como já referida, baseia-se nas entrevistas e pesquisa documental da instituição. Para se ter uma visão panorâmica de todos os ângulos, deve-se procurar o conhecimento e informação necessária com os atores-chave ligados à TT, tanto os técnicos como os administrativos, em todos os níveis, desde o operacional até o estratégico, dependendo da sua estrutura organizacional.

As informações coletadas a nível estratégico serão de vital importância para definir os objetivos estratégicos para TT e, as informações coletadas a nível operacional serão significativas para encontrar os processos e estruturas com problemas.

A identificação dos atores-chave dá-se considerando os funcionários mais relevantes, ativos, e que se constituam em “nós” da rede interna da IES, no que se refere à TT. Atores-chave representativos de áreas funcionais conhecedores profundos das regras e procedimentos internos e outros atores apontados pelos próprios colegas/parceiros.

Figura 7. Estrutura ligada à TT na UTFPR - Campus Curitiba



Fonte: Autoria própria

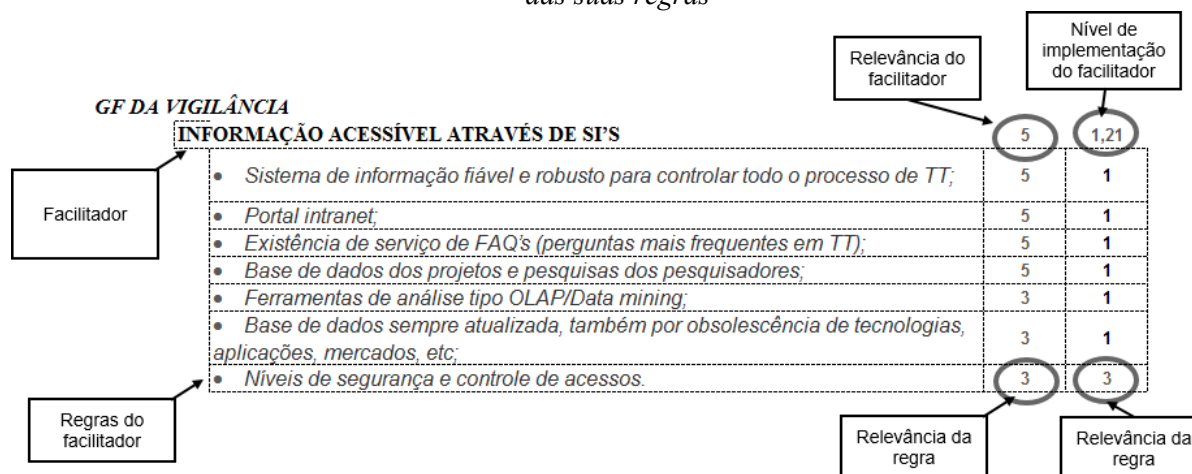
A ferramenta “*Master Plan*” apresenta de forma gráfica os facilitadores mais relevantes mencionados nos objetivos estratégicos para TT da IES, utilizando-se da escala de *Likert* com três parâmetros, sendo (“1” – para pouco relevante, “3” – para relevante e “5” para muito relevante) para melhor observação nos gráficos e tabelas.

Neste ponto da pesquisa os facilitadores serão apresentados percentualmente, de modo que só serão considerados os facilitadores que atingirem a relevância de 100%. Desta forma, será possível visualizar os *bottlenecks* mais importantes para a gestão estratégica da IES para transferir tecnologia.

A identificação dos Facilitadores Críticos - *Bottlenecks*, só é feita depois da seleção dos facilitadores relevantes para o processo de TT da IES, serão analisadas as regras ligadas aos facilitadores identificados como relevantes. Neste ponto da aplicação da ferramenta, os pesquisadores reúnem-se para analisar a instituição sob a ótica do *Master Plan*. Está é a fase de apuração de cada facilitador presente e relevante para a universidade, seguindo a metodologia das regras que são importantes, segundo os objetivos estratégicos e os seus níveis de implementação.

Para cada facilitador relevante estuda-se o grau de importância das suas regras e o seu grau de implementação. Por exemplo, para o facilitador “Informação acessível através de SI’s” define-se o grau de importância (ou relevância) de cada regra vinculada ao seu facilitador, como a planilha de cálculo apresentada na Figura 8, que permite calcular o nível de implementação do facilitador em função de suas regras como uma média ponderada pelas relevâncias das suas regras.

Figura 8. Exemplo da folha de cálculo dos facilitadores com os níveis de relevância e de implementação das suas regras



Fonte: Autoria própria

A memória de cálculo de Figura 8, o grau de implementação do facilitador “Informação acessível através de SI’s” é de 1,21 na escala de Likert de 1 a 5, onde (“1” – para pouco implementado, “3” – para implementado e “5” para muito implementado), para a obtenção deste resultado foi realizado o seguinte cálculo:

$$\frac{\sum \text{relev.} \times \text{implement.}}{\sum \text{relev.}} = \frac{5 \times 1 + 5 \times 1 + 5 \times 1 + 5 \times 1 + 3 \times 1 + 3 \times 1 + 3 \times 3}{5 + 5 + 5 + 5 + 3 + 3 + 3} = 1,21 \quad (1)$$

Este resultado em percentagem é equivalente à $\frac{1,21 \times 100}{5} = 24,2\%$ de implementação do facilitador “Informação acessível através de SI’s”, considerado demasiadamente baixo, caracterizando-o como um facilitador crítico (bottleneck). O limite mínimo de implementação em percentual considerado pela ferramenta Master Plan é de 30%, quanto mais baixo este limite, mais rigoroso será o processo de análise.

4. Análise e discussão dos resultados

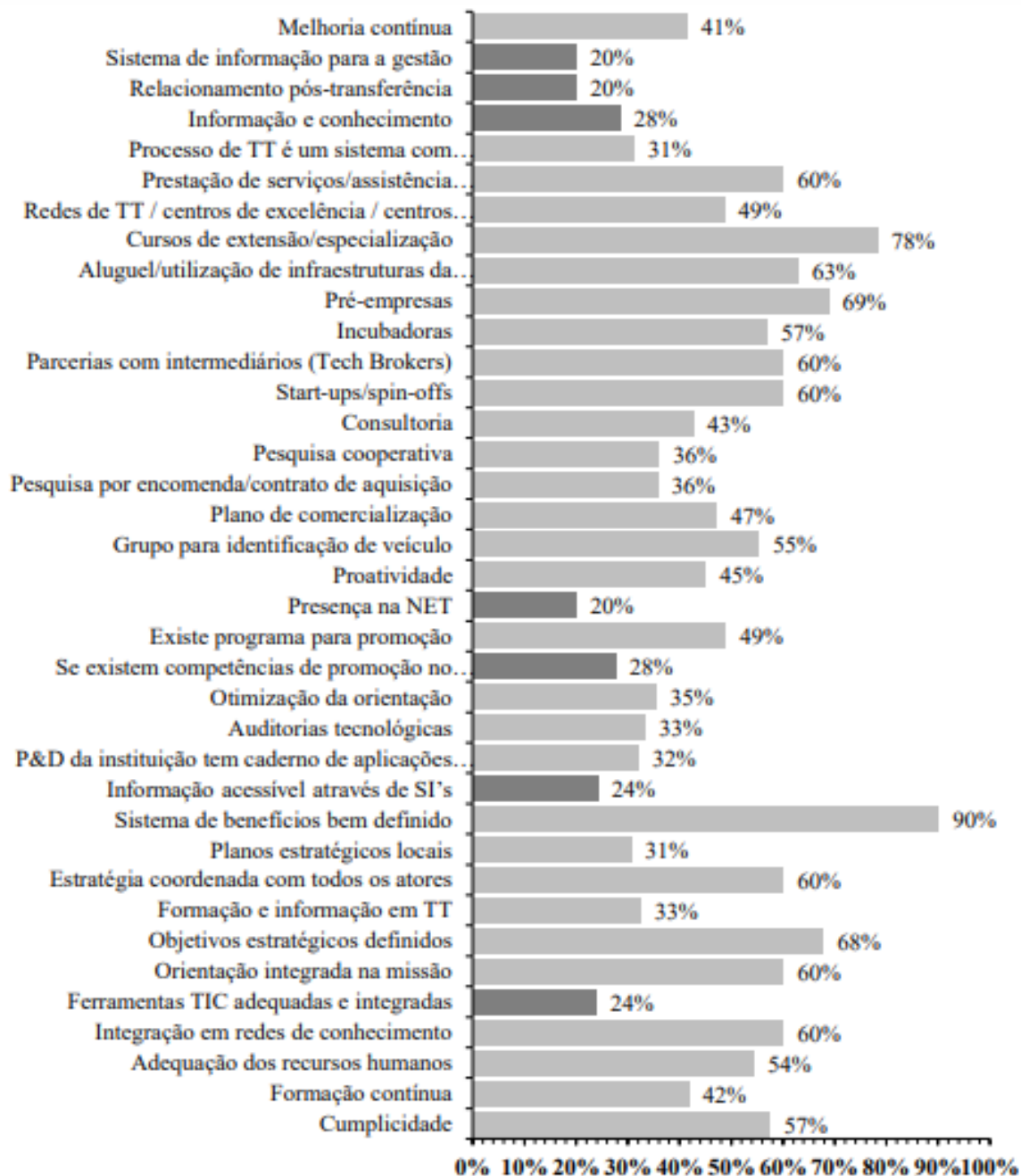
Para a identificação dos facilitadores críticos, foram necessárias 3 etapas: na primeira, foram apontados os facilitadores relevantes; na segunda etapa, descritos os facilitadores críticos (*bottlenecks*), com nível de implementação inferior a 30%, finalizando, com a correlação dos fatores externos próprios da ferramenta e os facilitadores críticos, efetuando assim, uma análise genérica dos facilitadores. Dos 54 facilitadores que compõem o *Master Plan*, apenas 37 facilitadores foram considerados como facilitadores relevantes, ou seja, 69% dos facilitadores do *Master Plan*. Como o propósito da ferramenta é focalizar em soluções simples e rápidas, inseridas em um plano de ações sequencial, busca a correção dos *bottlenecks* hierarquicamente, do mais importante ao menos importante.

Depois de encontrados os facilitadores relevantes para o processo de TT da universidade, segue para a fase onde serão analisadas as regras ligadas aos facilitadores identificados como relevantes. Neste ponto da aplicação da ferramenta, foi apurado cada facilitador presente e relevante para a universidade. Seguindo a metodologia do *Master Plan*

analisou-se cada regra, e o grau de importância, segundo os objetivos estratégicos, e os seus níveis de implementação.

Com os facilitadores relevantes apontados e o seu nível de implementação encontrado, dos 37 facilitadores relevantes, 7 deles apresentam problemas de implementação, utilizando como base de cálculo os 30% como limite mínimo de implementação. Na Figura 9, pode-se observar todos os facilitadores relevantes com o seu grau de implementação, em vermelho destacam-se os facilitadores críticos ou *bottlenecks*. Uma vez que tenham sido encontrados os facilitadores críticos, podemos agora passar para as fases seguintes.

Figura 9. Facilitadores críticos no processo de TT da UTFPR



Fonte: Autoria própria

As melhorias dos facilitadores críticos e das suas regras associadas podem capacitar a instituição para atingir os objetivos estratégicos para transferência de tecnologia. Como parte da metodologia do Master Plan, além da análise dos facilitadores críticos, se faz necessária a correlação entre eles, de maneira a identificar as suas interdependências. A finalidade da identificação destas interdependências é o foco em soluções eficazes dos estrangulamentos (*bottlenecks*) nos processos de TT. Entende-se que, quanto maior seja o sucesso da implementação de uma melhoria, maior será a capacidade de se transferir tecnologia.

O propósito da Matriz (Tabela 1) é aferir o nível de autocorrelação entre os facilitadores críticos encontrados na instituição, juntamente com a influência dos fatores externos sobre os mesmos facilitadores. Os fatores externos foram determinados na construção do *Master Plan*.

Neste ponto da pesquisa, foram preenchidas as linhas e colunas da matriz com os facilitadores críticos nomeados anteriormente. Em seguida, preencheu-se o corpo da matriz com os valores que refletem as influências dos facilitadores, descritos nas linhas horizontais (títulos à esquerda). Da mesma forma, os valores que refletem as influências de fatores externos, listados nas colunas em relação aos mesmos facilitadores horizontais. Como podemos observar na Tabela 1, a somatória das influências é demonstrada do lado inferior direito.

O preenchimento da matriz é um processo importante, uma vez que os dados tenham sido preenchidos de acordo com a realidade da instituição. Pode-se afirmar que, por meio destas informações descobrem-se quais os facilitadores e fatores externos que mais influenciam os demais e quais são os mais influenciados (mais dependentes/sensíveis).

Uma vez que a matriz já foi preenchida, faz-se mais dois procedimentos de ordenação: o primeiro deles é ordenar a matriz pelos valores da última linha (Grau de influência); o segundo procedimento consiste em ordenar a matriz pelo grau de dependência total dos facilitadores. Contudo, mesmo permanecendo a mesma matriz, tem-se uma visão mais adequada com a concentração dos facilitadores críticos (*bottlenecks*) que mais influenciam e os mais sensíveis no canto inferior direito.

Com vistas à melhoria nos processos de TT na instituição, pode-se agora, com mais precisão, selecionar os facilitadores, por meio do maior grau de dependência e influência. Quanto mais generalista se apresentar a seleção, maior deve ser a área do retângulo. Para esta pesquisa foram usadas métricas focadas nos 3 (três) maiores valores do grau de dependência e influência, possibilitando melhorar o processo de análise da correlação entre os facilitadores críticos.

Tabela 1. Influências e dependências entre facilitadores e fatores externos

		Facilitadores e Fatores Externos que Influenciam													
		Localização (Física) ***	Legislação ***	Recursos da Indústria Envolvente ***	Empreendedorismo e Inovação da Envolvente ***	Educação ***	Relacionamento pós-transferência	Informação e conhecimento	Sistema de informação para a gestão	Cultura Interna ***	Presença na NET	Se existem competências de promoção no escritório de apoio à TT	Informação acessível através de SI's	Ferramentas TIC adequadas e integradas	Grau de dependência
Facilitadores Influenciados	Se existem competências de promoção no escritório de apoio à TT				1			1							2
	Ferramentas TIC adequadas e integradas						1	3					3		7
	Sistema de informação para a gestão				1		1				1	1	5	5	14
	Presença na NET		1	1				1	1			3	5	3	15
	Informação acessível através de SI's							3	3		3	5	5	5	19
	Relacionamento pós-transferência	1		1		1		1	1	5	3	5	3	3	24
	Informação e conhecimento		1	1	1	3	3		5	5	3	3	3	5	33
	Grau de influência	1	2	3	3	4	5	9	10	10	10	17	19	21	114

Nota – Os símbolos pospostos aos títulos do quadro têm a seguinte correspondência:

*** Fatores externos que influenciam.

Fonte: Autoria própria

Depois de obtidos os resultados da correlação na Tabela 1, pode-se observar que os facilitadores críticos mais influentes (dentro do retângulo) são:

- Ferramentas TIC adequadas e integradas (peso 21);
- Informação acessível através de SI's (peso 19), e;
- Se existem competências de promoção no escritório de apoio à TT (peso 17).

Com o foco no retângulo destacam-se os facilitadores mais dependentes/sensíveis, que são:

- Informação e conhecimento (peso 33);
- Relacionamento pós-transferência (peso 24), e;
- Informação acessível através de SI's (peso 19).

Destaca-se a importância do facilitador informação e conhecimento por continuar influenciando a todos os outros, dado este que já havia sido encontrado na UTFPR em 2009, por Resende (2010), descrevendo ainda a sua importância por possuir um dos maiores graus de influência, detendo o maior grau de dependência/sensibilidade.

- Facilitador Ferramentas TIC adequadas e integradas

Este facilitador auxilia no processo de transferência de tecnologia da instituição. Pode ser utilizado estrategicamente para reduzir as barreiras proporcionadas pela estrutura formal, hierárquica e burocrática das instituições públicas. Ferramentas de TIC bem implantadas podem tornar-se meios eficazes na captura, armazenagem, transformação e disseminação da informação. Do ponto de vista da Transferência de Tecnologia, ter um Site informativo, onde se centralizam todos os acessos de usuários internos da instituição, quanto os acessos de usuários externos, é indispensável.

Com apenas 24% de implementação, e dentre todos os facilitadores, ele é o que obteve maior grau de importância na matriz de correlação, e por influenciar muitos outros facilitadores, pode-se ter *bottlenecks* em comuns com os demais.

- Informação acessível através de SI's

Por tratar-se de sistemas de informação – SI's atribui-se às estruturas de software e hardware os processos de TT da IES. Resende (2010) cita o exemplo do funcionamento de uma Intranet que funcione sobre o sistema de informação da IES ou outros tipos de aplicações distribuídas sob o aspecto de gestão de TT.

Por este facilitador fazer parte do Grupo de Vigilância, os produtos tecnológicos desenvolvidos na instituição precisam ser apresentados de forma fácil e rápida, com a finalidade de disponibilizar informação, bem como aplicações para integrá-la nos processos, estruturas e procedimentos para transferência de tecnologia. Portanto, é uma ferramenta que potencializa a produtividade destes com aplicações informáticas customizadas (RESENDE, 2010).

A UTFPR – Campus Curitiba se apresenta como modelo no que diz respeito à transferência de tecnologia. No decorrer da pesquisa verificou-se que a alta gestão da instituição está consciente da necessidade de ter uma interação dinâmica com o meio empresarial. Focada na sua missão, a instituição por meio de sua estrutura de TT, pode evoluir para um modelo mais robusto e integrado.

5. Considerações finais

A pesquisa propiciou o foco nos processos de TT, buscando a interpretação e o entendimento resultante da análise de tais processos através da aplicação da ferramenta e a metodologia do Master Plan, sob a ótica dos atores-chave ligados ao processo de TT da instituição.

Respondendo ao objetivo geral, o modelo atual da UTFPR-Campus Curitiba para transferência de tecnologia possui (7) facilitadores críticos que criam barreiras graves para o processo de TT. Ainda que a instituição esteja progredindo para um modelo eficiente de proteção à propriedade intelectual, buscando por meio do catálogo de inovação, apresentar suas principais pesquisas, projetos e programas com aplicabilidade empresarial, a mesma tem dificuldades na interação universidade- empresa.

Em resposta ao primeiro objetivo específico: identificar os atores ligados ao processo de TT, de acordo com a atual estrutura organizacional da UTFPR – Campus Curitiba, foram identificados os departamentos/atores ligados aos processos de TT, seguindo a hierarquia da instituição: Pró- Reitoria de Relações Empresariais e Comunitárias (1); Agência de Inovação (2), e; Núcleo de Inovação e Tecnologia – NIT – Curitiba (1). É importante salientar que há outros atores nos departamentos que não foram considerados na pesquisa, por não se tratarem de atores-chave.

Mapeou-se as relevâncias e o grau de implementação de todos os (54) facilitadores apontados pelo Master Plan, onde (47) facilitadores foram encontrados por meio das entrevistas com os atores- chave e, (7) deles encontrados no PDI, respondendo assim, ao segundo objetivo específico.

A fim de identificar as barreiras nos processos de TT (*Bottlenecks*), terceiro objetivo específico, foram necessárias três etapas: na primeira foram apontados os facilitadores relevantes (37); na segunda etapa, dentre os facilitadores relevantes, foram descritos os facilitadores críticos (*bottlenecks*) com nível de implementação inferior a 30% (7); finalizando

com a correlação dos fatores externos próprios da ferramenta e os facilitadores críticos, efetuando assim, uma análise genérica dos (3) facilitadores com maior grau de influência.

Para que os processos de TT na UTFPR – Campus Curitiba sejam satisfatórios, de acordo com a pesquisa, necessita-se que sejam desenvolvidas ferramentas de tecnologia de informação e comunicação (TIC), melhorando o acesso às informações, facilitando o processo decisório e aumentando a agilidade através da desburocratização.

Vale ressaltar que os resultados apresentados através da aplicação da ferramenta *Master Plan* na UTFPR – Campus Curitiba são relevantes para entender as barreiras nos processos de TT da instituição. Entretanto, os resultados apresentados não têm pretensão de serem conclusivos, mas sim, incentivar pesquisas futuras em ferramentas de TIC e a construção de uma plataforma de transferência de tecnologia para a interação universidade-empresa.

6. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Araucária e a CAPES (Acordo CAPES/FA CP20/2015), pelo apoio recebido para o desenvolvimento deste trabalho. Tal com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pelo apoio financeiro.

7. Referências

- Bodas Freitas, I. M., Geuna, A., & Rossi, F. (2013). Finding the right partners: Institutional and personal modes of governance of university–industry interactions. *Research Policy*, 42(1), 50-62.
- Clarysse, B., Tartari, V., & Salter, A. (2011). The impact of entrepreneurial capacity, experience and organizational support on academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40(8), 1084-1093.
- Colyvas, J. A. (2007). From divergent meanings to common practices: The early institutionalization of technology transfer in the life sciences at Stanford University. *Research Policy*, 36(4), 456-476.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as ‘quasi-firms’: the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32(1), 109-121.
- Etzkowitz, H., & Brisolla, S. N. (1999). Failure and success: the fate of industrial policy in Latin America and South East Asia. *Research Policy*, 28(4), 337-350.
- 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.
- 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.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., & Terra, B. R. C. (2000). The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313-330.
- Geuna, A., & Nesta, L. J. J. (2006). University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence. *Research Policy*, 35(6), 790-807.
- Grimaldi, R., Kenney, M., Siegel, D. S., & Wright, M. (2011). 30 years after Bayh-Dole: Reassessing academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40(8), 1045-1057.
- Haeussler, C., & Colyvas, J. A. (2011). Breaking the Ivory Tower: Academic Entrepreneurship in the Life Sciences in UK and Germany. *Research Policy*, 40(1), 41-54.
- Hewitt-Dundas, N. (2012). Research intensity and knowledge transfer activity in UK universities. *Research Policy*, 41(2), 262-275.
- McAdam, R., Miller, K., McAdam, M., & Teague, S. (2012). The development of University Technology Transfer stakeholder relationships at a regional level: Lessons for the future. *Technovation*, 32(1), 57-67.
- Meyer, M. (2006). Academic inventiveness and entrepreneurship: On the importance of start-up companies in commercializing academic patents. *Journal of Technology Transfer*, 31(4), 501-510.
- Miguel, P. A. C. (2012). Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações (2 ed. ed.). Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO.
- Pagani, R., Kovaleski, J., & 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*, 1-27.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., . . . Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423-442.
- Philpott, K., Dooley, L., O'Reilly, C., & Lupton, G. (2011). The entrepreneurial university: Examining the underlying academic tensions. *Technovation*, 31(4), 161-170.
- Pueyo, A., García, R., Mendiluce, M., & Morales, D. (2011). The role of technology transfer for the development of a local wind component industry in Chile. *Energy Policy*, 39(7), 4274-4283.
- Resende, D. N. (2010). *Transferência de Tecnologia: as práticas actuais e uma Metodologia para análise subjectiva das instituições* (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis. Universidade de Aveiro—DEGEI, Aveiro, Portugal).
- Resende, D. N., Gibson, D., & Jarrett, J. (2013). BTP—Best Transfer Practices. A tool for qualitative analysis of tech-transfer offices: A cross cultural analysis. *Technovation*, 33(1), 2-12.
- Rogers, E. M. (2002). The nature of technology transfer. *Science Communication*, 23(3), 323-341.
- Rothaermel, F. T., Agung, S. D., & Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 691-791.
- Sampat, B. N. (2006). Patenting and US academic research in the 20th century: The world before and after Bayh-Dole. *Research Policy*, 35(6), 772-789.
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21(1-2), 115-142.
- Thursby, J., Fuller, A. W., & Thursby, M. (2009). US faculty patenting: Inside and outside the university. *Research Policy*, 38(1), 14-25.
- Van Looy, B., Landoni, P., Callaert, J., van Pottelsberghe, B., Sapsalis, E., & Debackere, K. (2011). Entrepreneurial effectiveness of European universities: An empirical assessment of antecedents and trade-offs. *Research Policy*, 40(4), 553-564.

Transferencia tecnológica en un centro de investigación de Universidad Pública: Determinación del portafolio tecnológico

Isabel Juana Guadalupe Sifuentes
INICTEL-UNI, Dirección de Capacitación y Transferencia Tecnológica, Perú
iguadalupe@inictel-uni.edu.pe

Edith Maritza Vigo Barrientos
INICTEL-UNI, Dirección de Capacitación y Transferencia Tecnológica, Perú
evigo@inictel-uni.edu.pe

Resumen

La metodología de selección del portafolio tecnológico es un elemento determinante para la buena función del desarrollo de nuevos productos (bienes o servicios), ya que no sólo define proyectos de nuevos productos, sino que también define revisiones y actualizaciones. La toma de decisiones acerca el portafolio tecnológico se considera uno de factores críticos fundamentales para el éxito asociado con el desarrollo de los productos de I+D+i¹. Este artículo plantea una propuesta para una óptima selección del portafolio tecnológico para productos generados por los proyectos de I+D+i que desarrolla el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería (INICTEL-UNI), con la finalidad de mostrar, explicar, gestionar y transferir los productos tecnológicos de la institución.

La metodología que se utiliza para la selección de los productos de los proyectos I+D+i que estarán en el portafolio tecnológico, está basada en tres criterios los cuales son: la vigilancia tecnológica y de entorno, la protección de propiedad intelectual y la valorización de la tecnología. Estos criterios tienen la misión de identificar las tecnologías actuales y potenciales de la institución, evaluar las aplicaciones del producto y los procesos de base tecnológica, categorizar las tecnologías que definen las competencias clave de la institución. Estas competencias clave son: inteligencia artificial, sistemas embebidos, comunicaciones móviles, comunicaciones ópticas, y ciberseguridad.

La metodología de selección concluirá en la definición de una estructura del portafolio tecnológico I+D+i para el INICTEL-UNI, el cual se divide en: problemática, estado del arte, propuesta de solución a la problemática (tecnología), equipo de investigación.

Palabras clave

Portafolio Tecnológico, proyectos I+D+i, protección de propiedad intelectual, vigilancia tecnológica, valorización de la tecnología.

1. Introducción

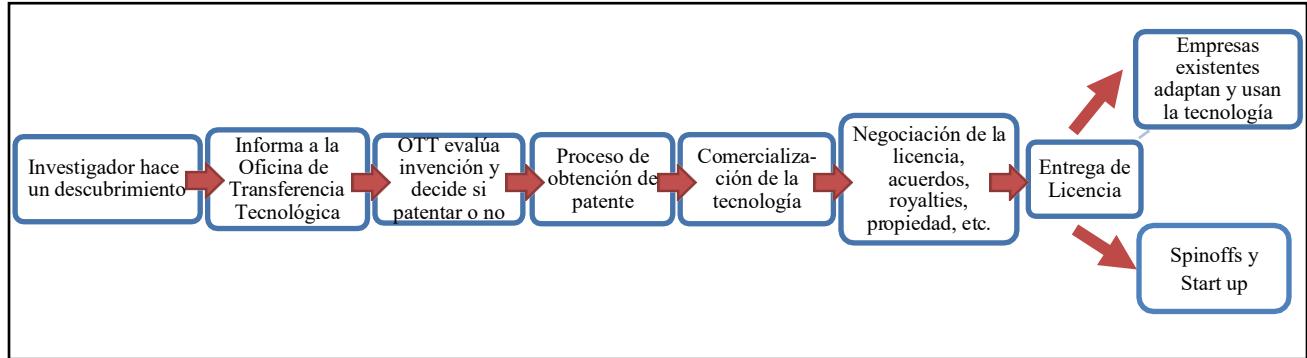
Para efectos del presente artículo, se hace referencia a la transferencia de los resultados de investigación desde una institución de investigación (universidad, IPI, CITE, otros) hacia el

¹ Investigación, desarrollo e innovación

sector productivo con la finalidad de potenciar la innovación² (CONCYTEC, 2016)

Hay varios modelos de transferencia tecnológica propuestos por diversos estudios que describen el proceso desde el invento hasta la comercialización del mismo. Según la clasificación realizada por De Luigi (2015) los modelos de transferencia tecnológica universitaria son: el modelo lineal, el modelo alternativo y el modelo colaborativo, mostrados en las figuras 1, 2 y 3 respectivamente.

Figura 1. Modelo lineal de transferencia de tecnología



Fuente: De Luigi, 2015

En los dos primeros modelos (figura 1 y 2) se aprecia que la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) se encarga de evaluar si seguir o no con la transferencia de tecnología, sea patentando o evaluando el potencial comercial.

En el tercer modelo (figura 3) las funciones de patentar, licenciar o gestionar el conocimiento tácito están presentes, y corresponden a lo que hace una OTT, aun cuando no quede claro a quién le corresponde exactamente: si a la universidad o a la empresa.

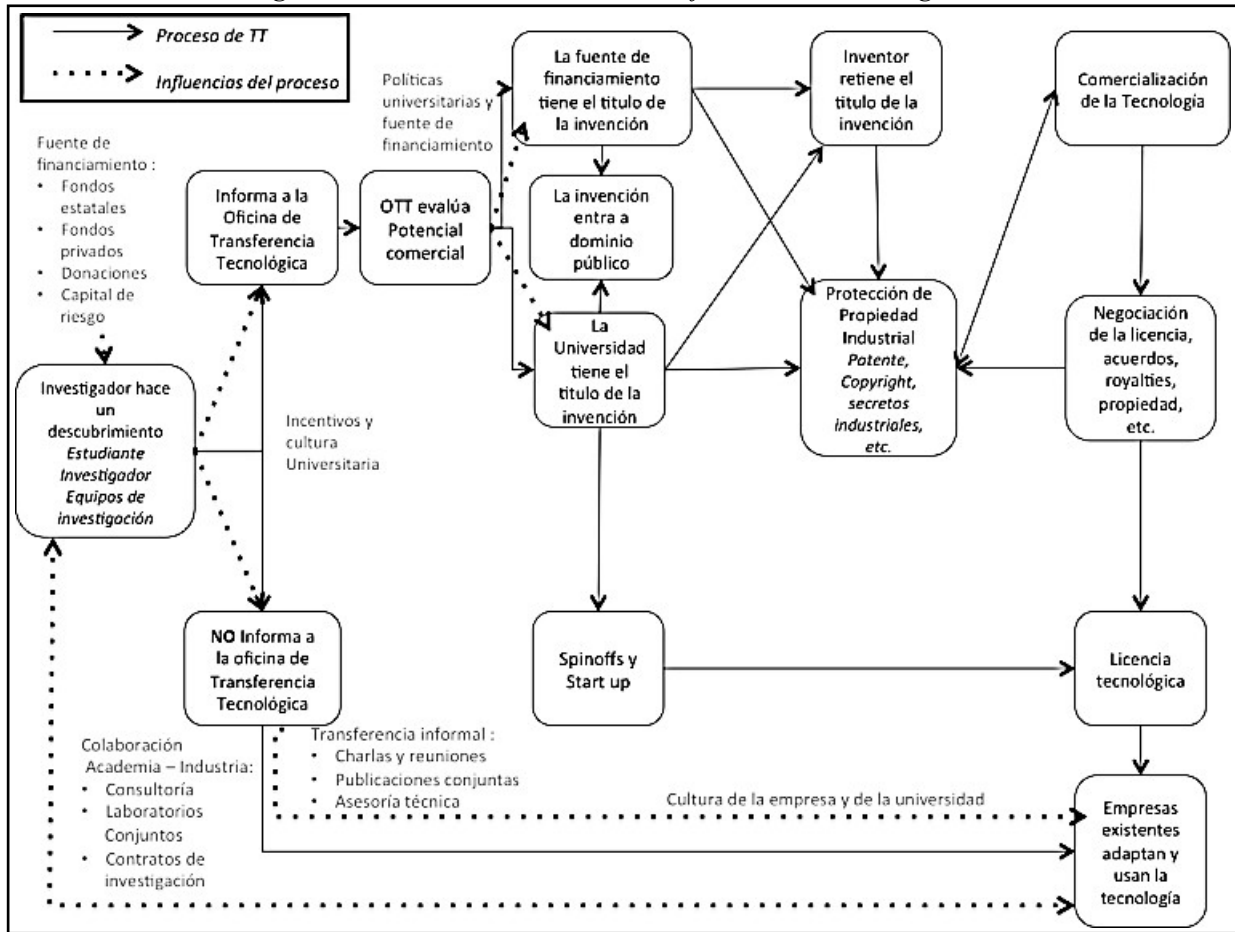
Por otro lado, Sira y Pérez (2015) proponen etapas de los procesos de transferencia tecnológica universitaria, mostradas en la figura 4, estas etapas son: diagnóstico tecnológico, planificación tecnológica, generación de la tecnología, y difusión de la tecnología.

Para el diagnóstico tecnológico se busca y selecciona los proyectos o productos tecnológicos que responden a necesidades. Los pasos a seguir son:

- Determinar la demanda, en base a las necesidades del país en general y de las empresas o entidades en especial
- Establecer la oferta tecnológica con las competencias requeridas
- Contrastar la demanda y la oferta para establecer líneas de investigación
- Proponer proyectos para una futura transferencia de tecnología

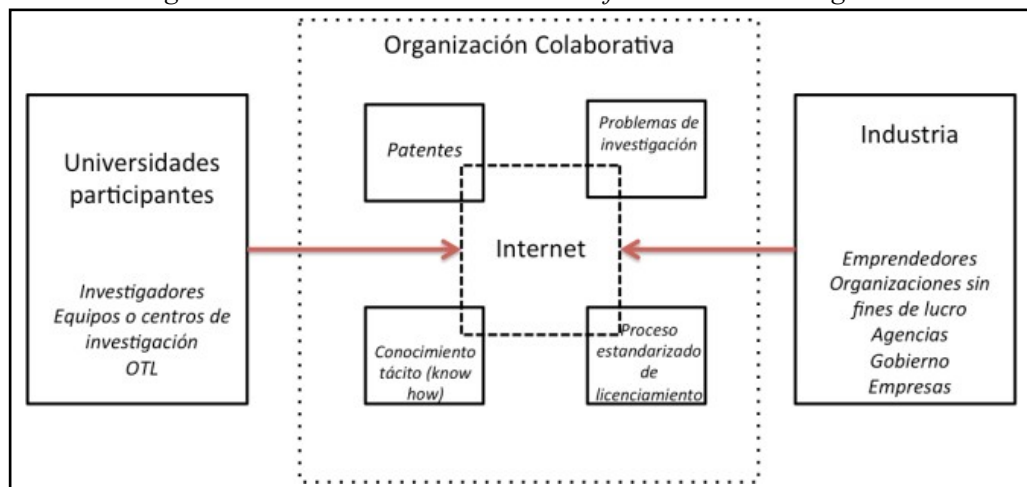
² En la actualidad no existe un concepto definido sobre qué es la transferencia tecnológica. De acuerdo con Bozeman la definición de transferencia tecnológica varía sustancialmente dependiendo de la disciplina que la defina. Así mismo, esta variación en la definición de la transferencia tecnológica se origina por las múltiples definiciones e interpretaciones que manejamos respecto a la tecnología.

Figura 2. Modelo alternativo de transferencia de tecnología



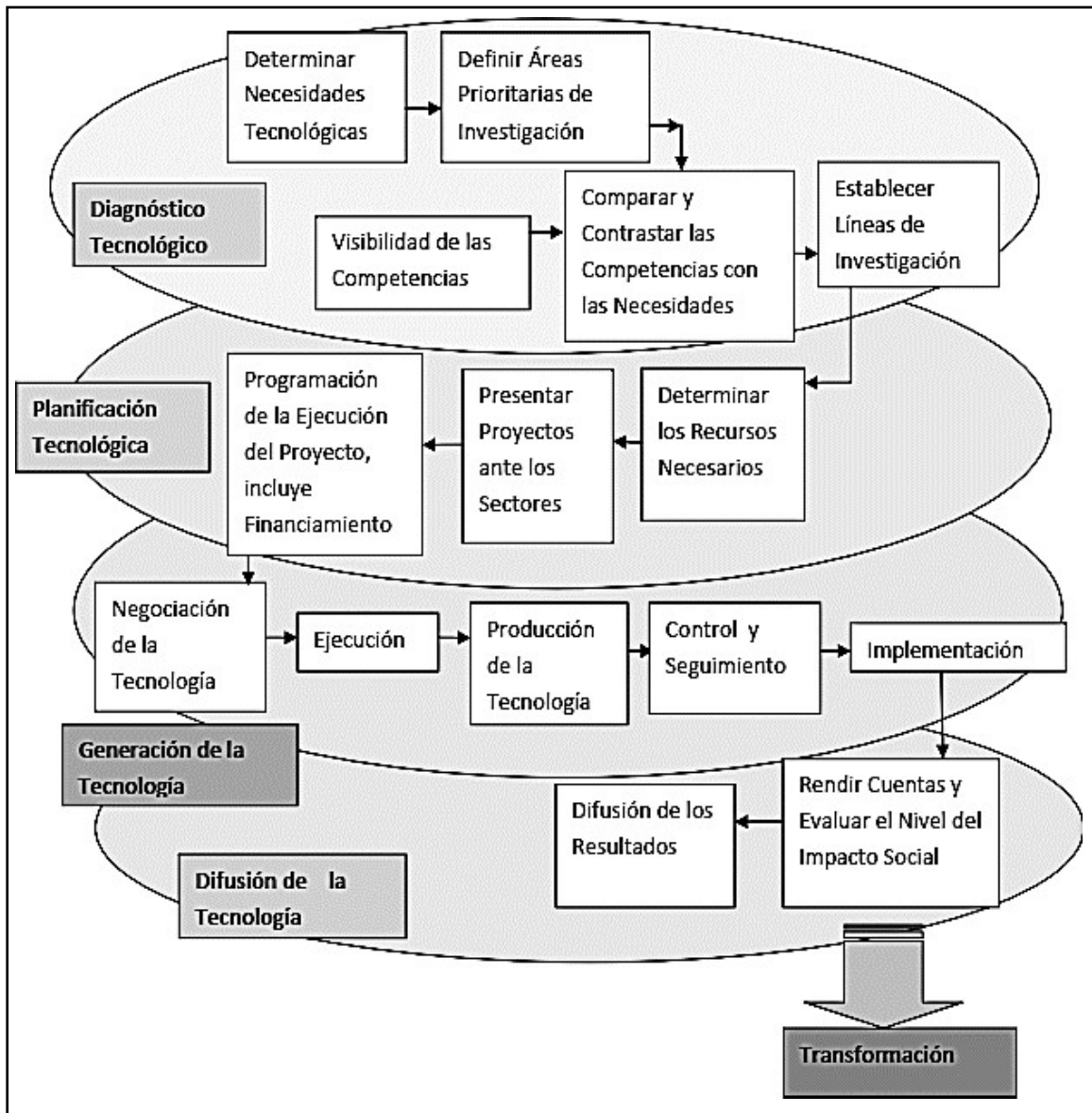
Fuente: De Luigi, 2015

Figura 3. Modelo colaborativo de transferencia de tecnología



Fuente: De Luigi, 2015

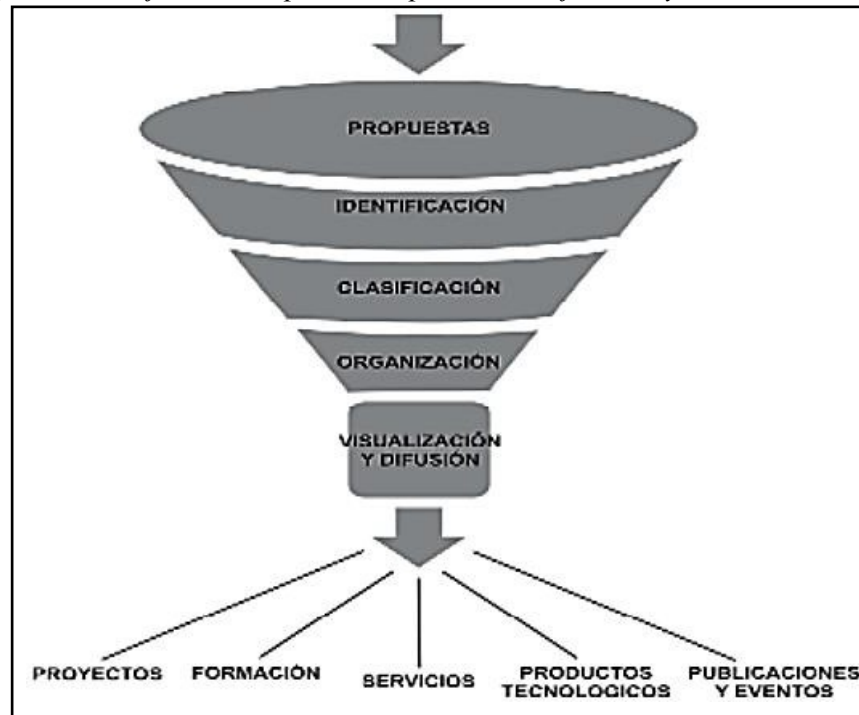
Figura 4. Etapas de los Procesos de Transferencia Tecnológica Universitaria



Fuente: Silva y Pérez, 2015

Es así que la transferencia de tecnología requiere que se valoricen los resultados de investigación de forma adecuada, para ello es importante identificar y organizar el conocimiento generado y potencialmente transferible. También es necesario almacenar la información asociada al producto, clasificarlo para saber cuál es su potencial de transferencia y asegurar su protección intelectual, ver figura 5 (Zabala, 2016).

Figura 5. Identificación de productos para la transferencia y su visualización



Fuente: Zabala, 2016

La identificación y clasificación de productos también es resaltada en el ámbito nacional por CONCYTEC (2016) que establece otros aspectos importantes adicionales a la gestión de la propiedad intelectual. Por ello indica las siguientes etapas:

- Identificación del portafolio de I+D
- Protección de las tecnologías a través de las patentes y derechos de autor
- Valorización y establecimiento de la estrategia de comercialización y/o creación de nuevas empresas basadas en tecnología.

Por su parte, González (2011) señala que la definición del producto tecnológico, es decir, el “paquete tecnológico” que se comercializará, debe tener especificados los aspectos que forman parte de la tecnología, como:

- Aspectos tangibles: equipos e infraestructura.
- Aspectos intangibles: conocimiento documentado, conocimiento no documentado.
- Aspectos legales: derechos de propiedad concedidos y secreto industrial.
- Aspectos de adopción: servicios complementarios, necesidad de adaptación al cliente, asistencia para la implementación y uso de la tecnología, formación de personal

Luego es importante fijar el mercado y el potencial cliente del producto tecnológico, para ello es necesario determinar:

- Sector de aplicación de la tecnología.
- Tipo de cliente potencial.
- Existencia de competidores e influencia de alternativas tecnológicas.
- Estimación del tamaño de mercado.

Entonces, gestionar eficientemente una cartera de productos (portafolio tecnológico)

para la transferencia de productos o resultados de la I+D+i es decisivo para un centro de investigación, con especial énfasis si se trata de un centro que pertenece a una universidad pública. Hay que precisar que los recursos de una universidad pública no son abundantes y el desarrollo de nuevos productos tecnológicos³ suelen tomar un tiempo de 6 a 12 meses; por tanto las decisiones relacionadas con la construcción de un portafolio tecnológico es primordial para el éxito de la futura transferencia de tecnología de esos productos tecnológicos.

La finalidad del presente artículo es establecer una metodología que gestione el portafolio tecnológico para los productos I+D+i de un centro de investigación de una universidad pública. Esta gestión engloba actividades de selección, identificación de competidores y posición en el mercado, así como vigencia de la propia tecnología inherente al producto tecnológico transferible.

El portafolio tecnológico busca clasificar y ordenar los productos tecnológicos con el propósito de ser transferidos y obtener una óptima clasificación y estructura de los productos; mediante la metodología de selección propuesta, se identifican las tecnologías actuales y potenciales del centro de investigación del estudio, también se evalúan las aplicaciones del producto y los procesos de base tecnológica. La gestión de un portafolio tecnológico forma parte del quehacer de la transferencia tecnológica, ésta se entiende como un proceso por el cual se utiliza la tecnología, experiencia, conocimiento o facilidades de una entidad para mejorar su desarrollo, mediante la comercialización o mejoramiento de un producto o proceso. (Guadalupe, 2012)

2. Metodología

Se denomina portafolio tecnológico al conjunto de productos tecnológicos que tiene una entidad como parte de su stock de conocimientos y que están en la fase de prototipos o listos para entrar a una fase de producción. Por otro lado, la transferencia tecnológica⁴ es el proceso que utiliza la tecnología, experiencia, conocimiento con la finalidad de conducir a una comercialización o mejora de un producto y/o servicio. (Guadalupe, 2012)

La gestión del portafolio tecnológico se caracteriza por ser un proceso de decisión dinámica, mediante el cual se revisa y actualiza la lista de productos activos de una entidad. De este modo, los nuevos productos se evalúan, seleccionan y priorizan; los productos existentes se aceleran, eliminan o despriorizan; por lo que los recursos se asignan y reasignan a los productos activos. (Cooper, 2001)

La gestión del portafolio tecnológico tiene como objetivo clasificar y ordenar los productos de I+D+i, que se puedan ofrecer al mercado de manera eficiente y eficaz. Para ello es necesario utilizar una metodología para clasificarlos correctamente.

Es fundamental conocer que la mayoría de los productos tecnológicos del centro de investigación se enmarcan en dos grandes áreas:

- Productos aplicados a otros sectores de interés del país. Los que a su vez se clasifican en dos categorías: tangibles e intangibles. Cada categoría tiene características propias y cuenta con dificultades de diversa índole con relación a su transferencia de tecnología.

³ Los productos tecnológicos son bienes y/o servicios tecnológicos que se ofrece en un mercado con la intención de satisfacer aquello que necesita o desea un consumidor.

⁴ Según Escorsa (1997) la transferencia tecnológica es un proceso de transmisión de los conocimientos necesarios para generar un producto, o para aplicar en un proceso o brindar en un servicio.

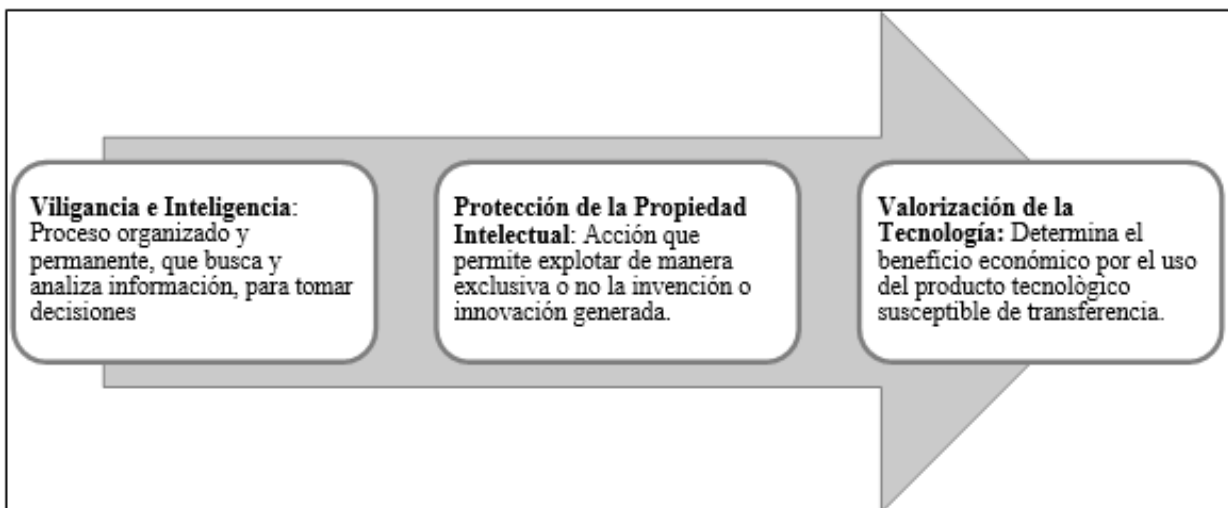
- Procedimientos orientados al desarrollo social aplicando la tecnología que el centro de investigación provee. Los que representan patrones o formas de implementación que fomentan el desarrollo social ya mencionado, conformados por dos componentes imprescindibles: tecnológico y social.

Los criterios base de esta metodología son: la vigilancia e inteligencia, la protección de propiedad intelectual y la valorización de la tecnología. Los resultados del análisis que se obtengan de cada criterio se sistematizan, entonces los productos que hayan satisfecho cabalmente los tres criterios propuestos se seleccionan para el portafolio tecnológico.

2.1 Criterios del Portafolio Tecnológico

En la figura 6 se muestran los criterios del portafolio tecnológico: Vigilancia e Inteligencia, Protección de Propiedad Intelectual y Valorización de la Tecnología. Para el primer criterio, que es la vigilancia e inteligencia se determinan las tendencias tecnológicas, y en base a ellas se selecciona y analiza el producto, además se sondea el mercado para constatar la potencial demanda del producto tecnológico. Para el segundo criterio, la protección de propiedad intelectual, se protege el producto tecnológico de acuerdo a las distintas formas de conocimiento generado. Por último, el tercer criterio, la valorización de la tecnología, evalúa el producto mediante diversas herramientas con la finalidad de determinar su valor en el mercado.

Figura 6. Criterios del Portafolio Tecnológico propuesto



Fuente: Elaboración propia

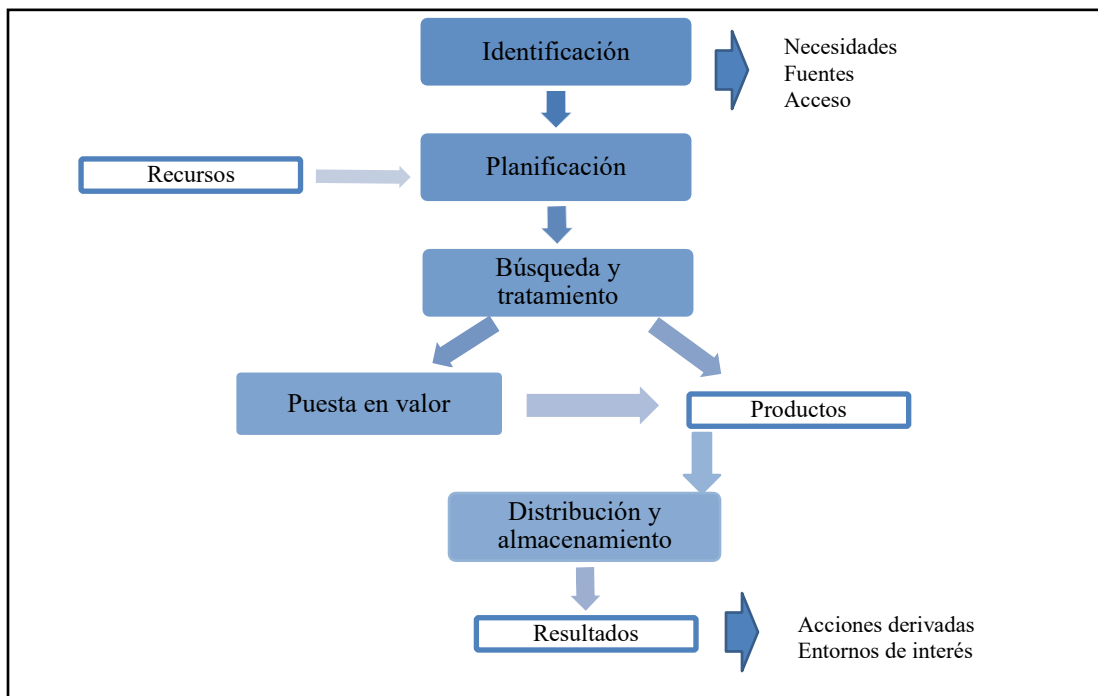
- **Vigilancia e Inteligencia**

Según la Asociación Española de Normalización UNE, la vigilancia tecnológica es un proceso organizado, selectivo y permanente, de absorber información del exterior e interior de una entidad, con la finalidad de analizarla y comunicarla, de manera que se convierta en conocimiento que permita tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios.

La Vigilancia Tecnológica determina tendencias tecnológicas del sector en que se desenvuelven los productos I+D+i, para tomar decisiones favorables, desde los resultados de la vigilancia. Es así que también determina el estado actual de productos similares o la potencial receptividad en el mercado, especialmente los disruptivos. Mientras, la *Inteligencia* se enfoca a mejorar la competitividad, pero también está relacionado con otros aspectos tales como "inteligencia estratégica", "inteligencia de negocio", etc.

Una de las metodologías de VIT es la presentada por la norma UNE 166006:2018 (AENOR) que propone la creación de un sistema de Vigilancia e Inteligencia en cualquier tipo de organización. La norma propone una serie de procesos: identificación de necesidades, planificación, búsqueda y tratamiento, puesta en valor, distribución y almacenamiento (ver figura 7).

Figura 7. Metodología de Vigilancia e Inteligencia, según la norma UNE 166006:2018



Fuente: Norma UNE 166006:2018 (AENOR)

- Vigilancia Tecnológica e Inteligencia en el INICTEL-UNI

La metodología utilizada en los estudios de vigilancia tecnológica e inteligencia del Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería (en adelante INICTEL-UNI) es similar a la norma UNE 166006:2018 (AENOR).

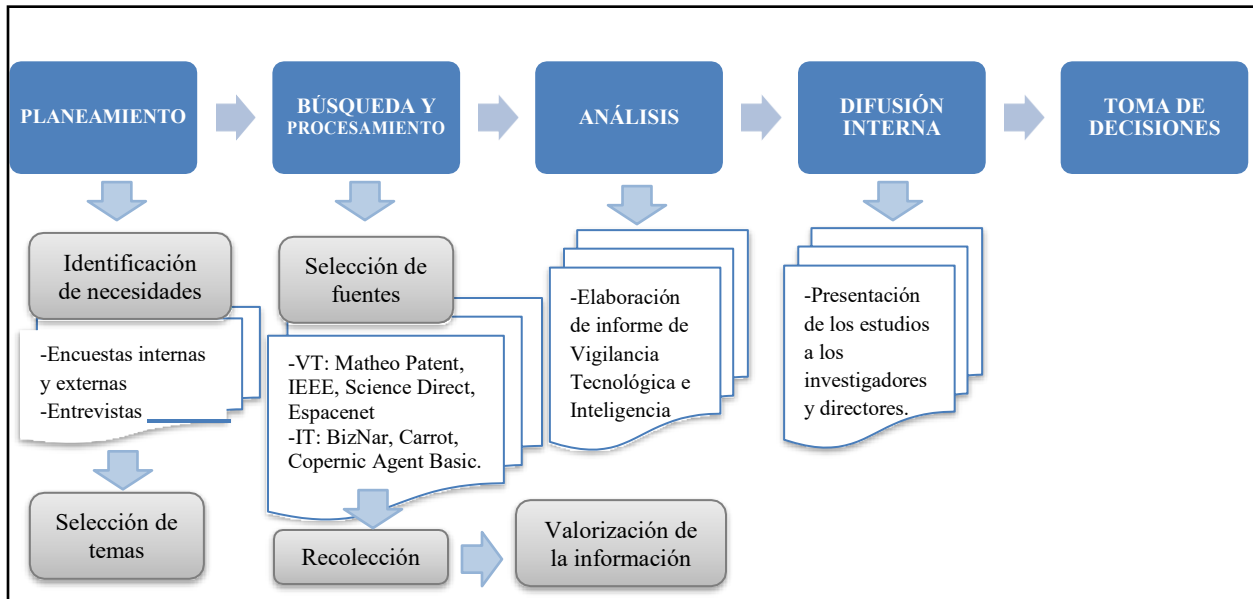
Los estudios de vigilancia tecnológica que se trabaja en el INICTEL-UNI se centran principalmente en sus cinco líneas de investigación⁵, las cuales son temáticas prioritizadas de Tecnologías de la Información y Comunicación. Los procesos para la ejecución de vigilancia e inteligencia son los siguientes: planeamiento, búsqueda y procesamiento, análisis, difusión

⁵ Las líneas del INICTEL-UNI son inteligencia artificial, sistemas embebidos, comunicaciones móviles, comunicaciones ópticas, y ciberseguridad.

interna y toma de decisiones.

Así mismo, se utiliza el software Matheo Patent, para la búsqueda de contenido de patentes, dicha herramienta ayuda técnica y estratégicamente para anticiparse, desarrollar, y explorar invenciones e innovaciones. También se siguen las mega-tendencias globales y los indicadores de los sectores de interés en los que se aplican los productos tecnológicos transferibles.

Figura 8. Metodología de Vigilancia e Inteligencia del INICTEL-UNI



Fuente: Elaboración propia

En el proceso de planeamiento, se realiza la identificación de necesidades mediante encuestas internas y externas a los investigadores y/o especialistas de las líneas de investigación que desarrolla el INICTEL-UNI, y entrevistas a representantes de empresas TIC. Posteriormente, el especialista de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia, hace una selección de temas más relevantes.

El segundo proceso consiste en la búsqueda y procesamiento, se elabora la selección de fuentes y medios de acceso de información, considerando la calidad y fiabilidad, luego se realiza la recolección de datos y la valorización de la información según los requerimientos.

El tercer proceso es análisis, en el cual se realiza el desarrollo de los resultados de vigilancia e inteligencia, que son informes que contienen el diagnóstico situacional, resumen técnico de la tecnología, búsqueda y análisis de publicaciones científicas, búsqueda de patentes, servicios comerciales de la tecnología.

El cuarto proceso es la difusión interna, la cual consiste en presentar mediante exposiciones o reuniones los informes de vigilancia e inteligencia, con la finalidad que no se pierda inversión y tiempo investigando en innovaciones ya existentes e incluso patentadas.

Por último, en este proceso de toma de decisiones, los directores del INICTEL-UNI, ejecutan basándose en los informes de vigilancia e inteligencia.

- Protección de Propiedad Intelectual

Para materializar el portafolio tecnológico, es importante tener y ejecutar un

mecanismo de protección de propiedad intelectual ad-hoc, el cual debe ser capaz de proteger las distintas formas de conocimiento generado en la institución (Guadalupe, 2012). La Protección de Propiedad Intelectual ayuda a la entidad a explotar oportunamente invenciones o innovaciones generadas, de manera exclusiva o no.

Las instituciones deben implementar desde el inicio una política para establecer la estrategia de protección y asegurar la titularidad de los derechos de propiedad intelectual. Permitiendo explotar de manera exclusiva el desarrollo en el mercado, con el objetivo de mantener una ventaja competitiva frente a sus competidores. La gestión de propiedad intelectual es un asunto que se debe considerarse desde el inicio y debe integrarse a la toma de decisiones.

Las formas de protección pueden ser patente de invención o de modelo de utilidad, registro de marca, registro de derecho de autor para el software, entre otros. Se debe tener conocimiento de los procedimientos para garantizar la intangibilidad de los activos intelectuales y valorizar los derechos de sus inventores, es una forma de lograr el éxito de un proceso de transferencia de tecnología.

- Propiedad Intelectual en el INICTEL-UNI

Es importante que todos los resultados de investigación de los proyectos que serán considerados en el Portafolio Tecnológico estén protegidos mediante los diversos mecanismos de protección de propiedad intelectual, dicha protección permitirá una transferencia tecnológica regulada. De acuerdo a las normativas que posee el INICTEL-UNI, en lo que se refiere a la Propiedad intelectual, se otorgan incentivos económicos a los investigadores como una manera de motivación para buscar aplicaciones industriales a sus resultados de investigación mediante las regalías que se puedan obtener al ser transferidos al sector productivo. Es necesario aclarar que no todos los resultados de investigación del INICTEL-UNI serán protegidos, antes se tendrá que realizar un análisis del estado del arte y un análisis de mercado para evaluar el potencial que tiene dicho producto para ser transferido. En la tabla 1 se aprecian las categorías de propiedad intelectual a las que la mayoría de solicitudes van dirigidas:

Tabla 1. Categorías de Propiedad Intelectual

Categorías	Requisitos del producto	Acciones a realizar
Patente de invención	Deben tener: novedad, aplicación industrial y estado de técnica. El grado de cada uno depende de cual se desea aplicar	-Búsqueda en bases de datos de patentes y artículos científicos para verificar el estado del arte del producto de investigación
Modelo de utilidad		-Análisis del producto.
Diseño industrial		-Elaborar el expediente, que incluye el informe técnico. -Hacer el seguimiento.
Licencia de software	Datos del software y del desarrollador	-Elaborar expediente y cumplir con los requisitos solicitados por la entidad competente. -Seguimiento al expediente.

Fuente: Guadalupe, 2012

- Valorización de la tecnología

Valorar la tecnología, como elemento clave en la toma de decisiones, abarca tanto los componentes financieros y técnicos, como la gestión estratégica de la tecnología. Evaluar

tecnología de manera analítica consiste en valorar información, conocimiento y resultados experimentales en función del impacto que tiene sobre la tecnología de la organización, tanto la desarrollada internamente como la adquirida. La valoración de tecnología permite determinar el máximo beneficio económico empleando la información de manera eficaz basada en una serie de métodos razonables. (Orozco, 2014).

La valorización de la tecnología se concreta en unidades que se ofrecen al mercado en forma de patentes, licencias, spin-offs o contratos de transferencia. La protección es la actividad fundamental del proceso de valorización, y la patente suele ser el mecanismo de protección más utilizado, sin embargo, algunos resultados no son patentables y tienen otra forma de protección. Los contratos de licencia otorgan permisos de uso, explotación, mejora, u otros tipos, en exclusiva o no, para un contexto geográfico y un tiempo acordado en el contrato. Las spin-offs son empresas nuevas que comercializan un producto desarrollado en la universidad. El contrato de transferencia entre una universidad y una persona natural o jurídica se emplea para “ceder” el producto transferible, es así que la universidad es la proveedora de servicios avanzados. (Bebegal, 2011)

Para Guevara (2014) la valorización de tecnología no tiene un método único; y es un proceso principal en las actividades de transferencia tecnológica, por tanto, es preciso establecer un proceso que determine el valor real de los productos de las universidades y centros de investigación.

Por eso para valorizar la tecnología se consideran los siguientes aspectos:

- Valor base: incluye costo de materiales, uso de laboratorios, horas invertidas por investigadores, costos de desarrollo, producción, comercialización, costos vinculados al registro de patente y gastos de publicidad.
- Factor multiplicador: multiplicado por el valor base se obtiene el valor del producto.
- Calificación de criterios:
 - Importancia y validez de la patente: ciclo de vida del producto.
 - Dimensión del mercado: matriz BCG⁶
 - Estado de la técnica: realizado en la vigilancia e inteligencia.

- Valorización de la tecnología en el INICTEL-UNI

La valorización de tecnologías promueve la comercialización y transferencia de resultados de I+D+i (incluyen conocimiento o know how), para lograr éxito en potenciar la entrada en el mercado.

Entre los métodos para la valorización de un hardware o software realizado en la institución, son los que se presentan a continuación en la tabla 2:

⁶ La matriz de Boston Consulting Group (BCG) determina en qué segmento del mercado están los competidores cercanos del producto y cuál es su participación y crecimiento en el mismo. Esta matriz podrá establecer con mayor claridad en qué estado se encontraría el producto evaluado si entrara al mercado. Es preciso señalar que tanto para identificar el ciclo de vida de la tecnología se recurre a herramientas software para la búsqueda y análisis de la información.

Tabla 2. Métodos para valorizar tecnología

Métodos usados para la valorización de la tecnología	Recopilación de datos
Método basado en el costo	-Costos de material en el desarrollo del hardware o software -Costos de trabajo como: salario, impuesto, seguros, pagos extra, etc. -Costes de nuevas mejoras, front-end, etc.
Método de factores de mercado	-Información sobre la oportunidad de negocio -Condiciones del mercado -Venta de productos/servicios similares o sustitutos

Fuente: Elaboración propia, basada en Enterprise Europe Network (EEN)⁷

Los métodos presentados en el cuadro anterior, se complementan con los criterios de vigilancia tecnológica e inteligencia, y propiedad intelectual (en especial el método de factores de mercado), puesto que, para realizar la valorización de la tecnología es importante conocer los siguientes puntos:

- ❖ Naturaleza de la tecnología (Estudio de vigilancia)
- ❖ Fase de desarrollo de las tecnologías equivalentes (Estudio de vigilancia)
- ❖ Su alcance (Estudio de vigilancia)
- ❖ Patente, modelo de utilidad, registro de software (Propiedad Intelectual)
- ❖ Naturaleza de la industria en la que se aplica la tecnología (ciclo de vida del producto, madurez, competitividad, etc.) (Estudio de inteligencia)
- ❖ Barreras potenciales para entrar a ciertos mercados (Estudio de inteligencia)

En el proceso de valorización de tecnología, se debe compartir los riesgos de una tecnología que puede que no genere negocio, asimismo, se debe comunicar que cuanto más cerca del mercado esta una tecnología, más fácil es su valorización, y viceversa. (Enterprise Europe Network)

- ❖ Metodología basada en los criterios

En la economía del conocimiento, la capacidad de una entidad para crear, aplicar, comercializar o distribuir productos depende de su capacidad para producir, aplicar y comercializar tecnologías. Se llama tecnologías a aplicaciones prácticas de conocimiento científico en diferentes campos. Las entidades pueden analizarse por su capacidad para desarrollar y utilizar tecnologías propias para: producir productos, entregar servicios, administrar su negocio, manejar información, aprovechar insumos y materia prima. (Bernárdez, 2011). Para clasificar estos productos es importante utilizar distintas herramientas para el desarrollo y gestión del portafolio tecnológico para proyectos I+D+i. La metodología para seleccionar productos para el portafolio tecnológico basada en los tres criterios mencionados, se encargarán de identificar y categorizar las tecnologías actuales y potenciales, para definir la estructura del portafolio tecnológico.

Para que el producto sea seleccionado dentro del portafolio tecnológico I+D+i, debe cumplir con el criterio estricto de Vigilancia e Inteligencia, respondiendo de manera adecuada las preguntas preliminares mencionadas en la tabla 3. Respecto al criterio Protección de la

⁷ Enterprise Europe Network (EEN) es una Red promovida por la Comisión Europea desde la Dirección General de Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y PYMEs (DG GROW), para dar soporte y asesoramiento a la empresa, en particular a la PYME. (<https://www.eenasque.net>)

Propiedad Intelectual, se realizará el resguardo del producto seleccionado para el portafolio. La toma de decisión de la selección de los productos tecnológicos para el portafolio tecnológico lo decide profesionales de la OTT del centro de investigación, con los productos seleccionados se valoriza las tecnologías.

Tabla 3. Preguntas preliminares para clasificar los productos/servicios tecnológicos

Criterios	Clasificación	Preguntas
Vigilancia Tecnológica	Producto/Servicio	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los atributos o beneficios clave que tiene el producto?
	Detección de Necesidades	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El producto satisface una necesidad importante?
	Riesgo Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el nivel de desarrollo de la tecnología? • ¿Cuáles son las limitaciones de la tecnología? • ¿Cuáles son las tecnologías competidoras?
	Riesgo de Mercado	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las características del mercado? Tamaño, barreras de entrada, potencial de crecimiento, tiempo para el acceso. • ¿Cómo es la competencia en el sector? • ¿Cuál es la ventaja competitiva de la tecnología en el mercado?
Protección de Propiedad Intelectual	Riesgo de Propiedad Intelectual	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Está protegida la tecnología?, ¿Cómo? • ¿Cuál es la novedad de la tecnología?
Valorización de la Tecnología	Registro de Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las expectativas del investigador en la comercialización de la tecnología? • ¿El investigador tiene experiencia tecnológica reconocida?
	Riesgo Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el ciclo de vida de la tecnología y del producto?
	Estrategia de Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Existe sinergia con otros proyectos?
	Interés de la CTT ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La coordinación de transferencia tecnológica tiene capacidad y recursos para la comercialización de la tecnología?

Fuente: Guadalupe (2012)

3. Desarrollo del estudio

La innovación se produce mediante los esfuerzos técnicos desarrollados dentro de la entidad, pero con una gran interacción con el entorno tanto tecnológico como de mercado. La búsqueda proactiva de elementos técnicos o de mercado aprovechables, así como de información obtenida de fuentes externas, son aspectos muy importantes, tal y como lo demuestran diversos análisis realizados sobre innovaciones de éxito. Según este análisis, las principales empresas innovadoras se caracterizan por la receptividad hacia las necesidades de los clientes, a la actividad de los competidores y al uso de tecnología externa. (Pavón e Hidalgo, 1997)

Para una exitosa selección y gestión de portafolio tecnológico, son importantes las actividades del proceso de innovación tecnológica, como se muestra en la tabla 4.

⁸ Coordinación de Transferencia Tecnológica

Tabla 4. Definición de las actividades del proceso de innovación tecnológica

Fase	Definición	Output
1. Generación de ideas	Análisis y síntesis de la información sobre mercados, tecnologías o procedimientos, teniendo en cuenta la oportunidad	Reporte exploratorio
2. Investigación básica	Investigación científica de un fenómeno físico sin que exista ningún uso definido del conocimiento resultante.	Conocimientos
3. Investigación aplicada	Estudios y elaboración de una aplicación potenciales específicas de un conocimiento general.	Conocimientos orientados
4. Desarrollo	Ensayo y elaboración de una aplicación potencial a un modelo que demuestra la practicabilidad física de un nuevo producto o proceso.	Tipo de producto o proceso
5. Prototipo	Ensayo de la practicabilidad física y económica de un modelo.	Conocimiento del costo y prestaciones
6. Normalización	Sujeción del modelo a normas nacionales o internacionales de necesario cumplimiento.	Especificaciones
7. Fabricación	Estructuración y montaje de medios de producción hasta que resulten posibles las operaciones con un alto nivel de eficiencia.	Operaciones y costes del proceso
8. Comercialización	Solución de cualquier problema técnico como consecuencia del uso del producto.	Aceptación del producto

Fuente: Pavón e Hidalgo, 1997 basado de Newman y Logan, 1970

Como ya se mencionó, la gestión de portafolios es un proceso de decisión dinámico, la lista de productos es constantemente actualizada y revisada. En este proceso, los nuevos productos son evaluados, seleccionados y priorizados; los productos existentes pueden ser impulsados, finiquitados o postergados; y los recursos son asignados y reasignados a los productos activos. (Pérez, 2012)

❖ Proceso de Transferencia Tecnológica del INICTEL-UNI

Como se ha mencionado en la sección anterior, la metodología empleada para la correcta selección de los productos de diversos proyectos de I+D+i que estarán en el portafolio tecnológico se basa en los criterios de vigilancia e inteligencia, la propiedad intelectual y la valorización de la tecnología.

El INICTEL-UNI sostiene un proceso de transferencia tecnológica, que presenta los criterios mencionados en el acápite anterior, para así establecer una adecuada selección de los productos a incluir en el portafolio tecnológico (ver figura 9).

El proceso de transferencia tecnológica de la institución, inicia con los resultados de investigación, el origen de dichos resultados pueden ser por fondos concursables o proyectos propios de la institución, ya sea por convenio con otras instituciones públicas y/o privadas, requerimientos u oportunidad de mercado a aprovechar, para esta última alternativa es que paralelamente se trabaja

la identificación y evaluación de mercados, ya sea identificando mercados potenciales, usuarios finales, interés de los mercados, estado del desarrollo tecnológico, entre otros.

La identificación y evaluación de mercados está de la mano con el primer criterio, vigilancia e inteligencia, para lo cual la institución goza de la licencia de un software que facilita la búsqueda de patentes existentes y así fortalece el estado de arte de la investigación. Luego de esta fase, se presenta el criterio de propiedad intelectual, el cual es uno de los más

importantes para la institución, ya que, como entidad pública educativa el indicador de patentes fortalece nuestra capacidad inventiva; sin embargo, no garantiza innovación. El tercer criterio, valorización de la tecnología, respalda el nivel de innovación que pueda tener el producto; ya que mediante este criterio se conoce el interés del mercado local e internacional para dicho producto.

Cuando el producto transferible cumple con todos los criterios, en especial con la valorización de la tecnología, forma parte del portafolio tecnológico de la institución, es entonces que le da una estructura al expediente del producto, con la finalidad de explicar apropiadamente el mismo.

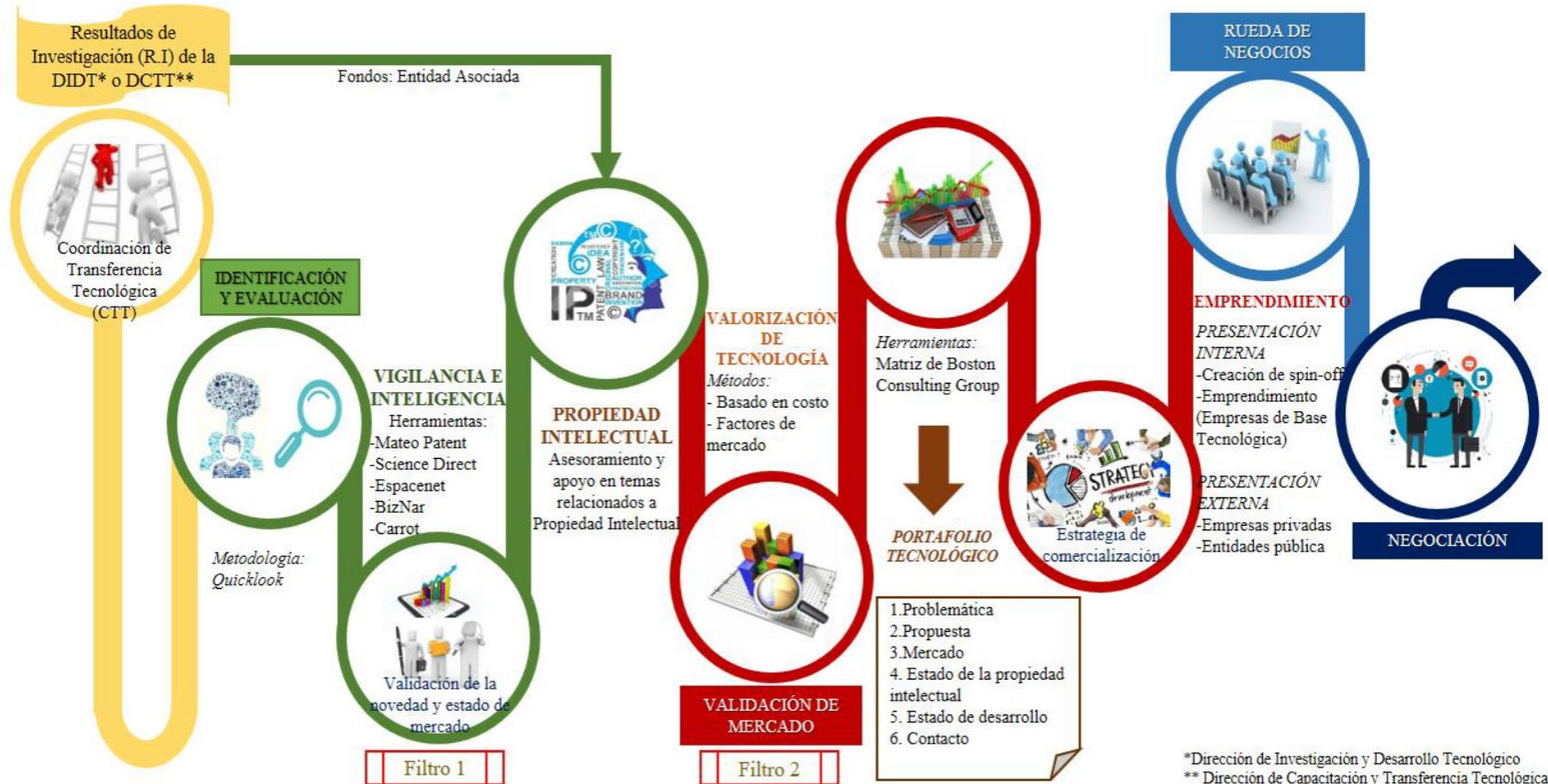
Una de las grandes importancias del portafolio tecnológico es que facilita la transferencia tecnológica de los productos de proyectos I+D+i, para que sean explotados y utilizados por el sector productivo y la sociedad.

❖ Estructura del expediente de los productos del portafolio tecnológico

La estructura de cada producto seleccionado que estará en el portafolio tecnológico cuenta con los ítems: problemática, propuesta (tecnología), estado de la propiedad intelectual, estado de desarrollo, contacto.

- Problemática: Explicación cuantitativa y/o cualitativa del problema que se busca solucionar con el proyecto en desarrollo o ya desarrollado.
- Propuesta (tecnología): Solución que se presenta frente a la problemática, es decir el producto en sí; en este acápite se aprecia la tecnología a utilizar en el producto que se está desarrollando. Se aprecia los beneficios del proyecto y sus aplicaciones.
- Mercado: Saber quiénes son los beneficiarios y clientes del proyecto a desarrollar.
- Estado de la propiedad intelectual: Entre las cuales puede ser: patente, modelo de utilidad y registro de software.
- Estado de desarrollo: Etapa en la que se encuentra el proyecto, la cual puede ser prototipo de laboratorio, producto de ingeniería.
- Contacto: investigador principal del proyecto, y profesional de la Oficina de Transferencia Tecnológica.

Figura 9. Proceso de Transformación Tecnológica del INICTEL-UNI



Fuente: Elaboración propia

4. Conclusión

De la propuesta metodológica para establecer un portafolio tecnológico obtenido de procesos de I+D+i se tienen las siguientes conclusiones:

- En el Perú, las universidades, los centros de investigación y las empresas (generadores de productos tecnológicos) tienen diferencias en conocimientos y perspectivas sobre actividades de transferencia tecnológica (que incluye evaluación de productos tecnológicos). Es importante proponer metodologías que promuevan un ordenamiento del portafolio tecnológico de las entidades que finalmente contribuye a impulsar la innovación tecnológica.
- En un proceso de transferencia tecnológica se consideran de manera obligatoria tanto la evaluación de productos tecnológicos (incluye la evaluación tecnológica, la demanda y valor potencial en el mercado) como la protección de la propiedad intelectual de los mismos.
- En años recientes, en el Perú se han iniciado planes y programas que propulsan el proceso de transferencia de tecnología, para facilitar y acelerar el uso de los resultados de I+D+i por los usuarios finales. Como parte de estos programas se espera que metodologías como la propuesta se validen y perfeccionen en un proceso de empleo y mejora continua de estos procedimientos y herramientas.
- Una adecuada implementación de evaluación tecnológica de los productos generados por la I+D+i es necesaria para que sea exitosa la tan ansiada vinculación universidad-empresa en los países en vías de desarrollo, este proceso promueve el trabajo conjunto, el intercambio de conocimiento sistematizado y desarrollo sostenible en el mediano plazo.
- Para desarrollar la evaluación de los productos tecnológicos es preciso determinar que metodologías, procedimientos y herramientas pueden ser empleadas para obtener resultados que sirvan para tomar decisiones sobre el futuro del producto.
- La evaluación de los productos tecnológicos conlleva a obtener un portafolio tecnológico.
- La metodología propuesta se emplea para seleccionar productos tecnológicos que se incorporen a un portafolio tecnológico.
-

5. Referencias

- Berbegal, J., & Solé, F. (2011). Caracterización del proceso de valorización de la I+D universitaria. 5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XV Congreso de Ingeniería de Organización
- Bernárdez, M. (2011). *Desempeño Organizacional: Concepto y evolución de la organización*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/55574334/105/Tabla-19-Analisis-del-portafolio-tecnologico>.
- Bozeman, B. (2000). *Technology transfer and public policy: a review of research and theory*. School of Public Policy, Georgia Tech, Atlanta, GA 30332 USA. Recuperado de: www.elsevier.nl/locate/reconbase
- CONCYTEC. (2016). *Programa especial de transferencia y extensión tecnológica (parte 1: transferencia tecnológica)*. Perú
- Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2001). *Portfolio Management for New Product Development: Results of an Industry Practices Study*. Recuperado de http://www.stage-gate.net/downloads/wp/wp_13.pdf
- Cleland, D. (1999). 'The Strategic context of projects', In *Project Management: Strategic Design and Implementation*, Third Edition. New York: McGraw-Hill. Recuperado de <https://accessengineeringlibrary.com/browse/project-management-strategic-design-and-implementation-fifth-edition>

- De Luiggi, M. (2015). *Desarrollo de un proceso de transferencia tecnológica y gestión de la innovación en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial.
- Escorsa, P., & Valls, J. (1997). *Tecnología e Innovación en la empresa*. Recuperado de http://www.gcd.udc.es/subido/catedra/materiales/economia_competencia_ii/innovacion/tecnologia_e_innovacion_en_la_empresa_pere_escorsa.pdf
- González, J. (2011). *Manual transferencia de tecnología y conocimiento*. The Transfer Institute, Edición 2. www.thetransferinstitute.com
- Guadalupe, I. (2012). *Modelo de Transferencia Tecnológica aplicable a un Centro de Investigación e Innovación del sector telecomunicaciones en el Perú*. Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú
- Guevara, M. (2014). *Tratamiento normativo de los contratos de transferencia de tecnologías desarrolladas en universidades peruanas*. Escuela de Posgrado. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Killen, C., Hunt, R., & Kleinschmidt, E. (2008). *Project portfolio management for product innovation*, International Journal of Quality & Reliability Management, volume (25), pp. 24-38. Recuperado de file:///C:/Users/USER/Downloads/25_1_Project_portfolio_management_for_product_inn.pdf
- OECD. (2000). *A New Economy? The Changing Role of Innovation and Information Technology in Growth*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. Recuperado de <http://www.oecd.org/sti/inno/aneweconomythechangingroleofinnovationandinformationtechnologyin growth.htm>
- Orozco, D., Rodríguez, I., Vega, S., & Bravo, R. (2014). *Transcripción de Valoración Tecnológica*. Recuperado de https://prezi.com/dkcbdm_1hpue/valoracion-tecnologica/
- Pavón, J., & Hidalgo, A. (1997). *Gestión e Innovación: Un enfoque estratégico*. Recuperado de https://books.google.com.pe/books/about/Gesti%C3%B3n_e_innovaci%C3%B3n.html?id=FpluPQAACAAJ&redir_esc=y
- Pérez, J. (2012). *Método para la Selección y Priorización de Portafolios de Proyectos de I+D+i en el Contexto Institucional de un Centro de Desarrollo Tecnológico en Colombia*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9157/1/71229656.2012.pdf>
- Rivillas, C., & Silgado, F. (2012). *Portafolio de proyectos de tecnologías de apoyo para el crecimiento y expansión de QUALA S.A.* Recuperado de <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/2624/RivillasAndres2012.pdf?Sequence=6>
- Sira, S., & Pérez, R. (2015). *Modelo operativo de transferencia tecnológica para promover la interacción universitaria con los sectores externos*. REDIP. UNEXPO. VRB. Venezuela. Vol. 5. No. 4. <http://redip.bqto.unexpo.edu.ve>
- Zabala, D. (2016). *Propuesta de un modelo conceptual para la gestión de la transferencia del conocimiento en la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín*. Universidad Nacional de Colombia

Vigilancia tecnológica en un centro público de investigación como impulsor de la transferencia tecnológica

Dr. Miguel Ángel Velázquez Alejos
CIATEC, A.C. – Líder de la Oficina de Vigilancia y Transferencia Tecnológica
León, Guanajuato, México
avelazquez@ciatec.mx

Mtra. Claudia Ríos Álvarez
CIATEQ, A.C. – Líder de la Oficina de Gestión de Propiedad Intelectual Santiago
de Querétaro, Querétaro, México
claudia.rios@ciateq.mx

Resumen

Hoy en día la Transferencia Tecnológica (TT) se posiciona como el proceso principal para promover la innovación a nivel industrial y comercial de la Ciencia y Tecnología generada en instituciones como los Centros Públicos de Investigación (CPI). Un CPI, a diferencia de un Centro de investigación y desarrollo privado, no cuenta con los recursos ni las capacidades para alcanzar niveles industriales y comerciales de un Desarrollo Tecnológico (DT), su propósito fundamental es la creación de nuevos conocimientos por medio de la investigación, los cuales tienen como finalidad generar valor a la sociedad. Uno de los indicadores para medir el impacto de dicho valor es por medio de la implementación de tecnologías para la creación o mejora de productos o procesos, es decir, el resultado de la investigación debe tener una aplicación. Desafortunadamente en México la TT se encuentra rezagada en comparación con países de primer mundo, los DT generados en un CPI como parte de sus líneas de investigación no alcanzan a consolidarse como innovaciones, las cuales son necesarias para obtener ingresos propios que permitan la inversión para nuevas líneas de investigación. El presente documento realizó un análisis teórico práctico de los procesos y mecanismos de TT empleados en cuatro CPI que forman parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México. Como resultado se detectaron cuáles son las principales problemáticas inhibitorias de la TT, así como sus áreas de oportunidad, entre las cuales destacó la Vigilancia Tecnológica (VT). Se presenta una propuesta de Modelo Conceptual enfatizando a la VT como impulsor para establecer estrategias e indicadores que permitan la sistematización de una adecuada TT.

Palabras clave

Vigilancia Tecnológica, Transferencia Tecnológica, Centro Público de Investigación, Innovación, Modelo Conceptual.

1. Introducción

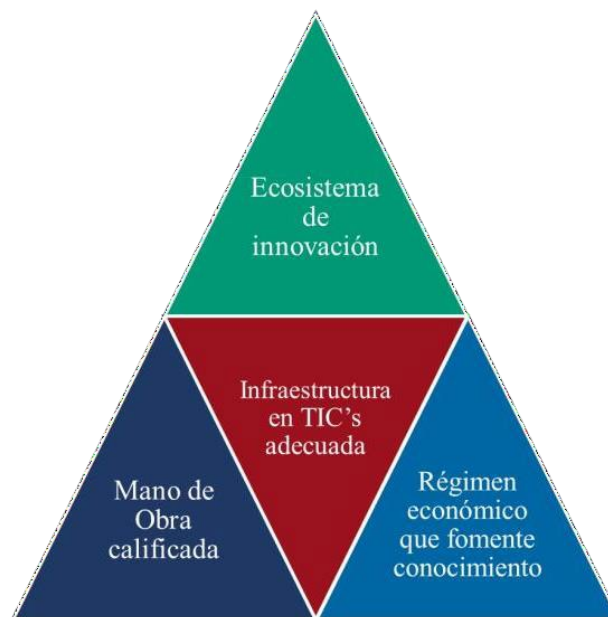
El cambio es parte intrínseca en cualquier organización, factores tanto internos como externos representan un reto importante para las empresas. Aunado a esto, hoy en día la forma de hacer negocios ha cambiado, lo cual a su vez repercute en la necesidad de hacer adecuaciones en cuanto a tecnología, infraestructura, mano de obra, estrategias y cultura

organizacional, entre otros. Es por eso que la innovación, se ha consolidado como un mecanismo fundamental para hacer frente a estos cambios al tratarse de una capacidad que permite contar con mejores servicios, procesos y productos en mayor cantidad, tomando en cuenta los estándares de calidad y considerando llegar a crear nuevos conocimientos (Drucker, 2004).

Por lo anterior, hoy en día tanto a nivel regional como organizacional, el definir e implementar capacidades para la innovación se ha convertido en una de las formas más comunes para establecer índices óptimos de rentabilidad, competitividad y posicionamiento adecuados al entorno globalizado de la Sociedad del Conocimiento (SC). Dichas capacidades contribuyen además a estar mejor preparado para confrontar las incertidumbres generadas por el actual ecosistema de competencia y las condiciones cambiantes del mismo (Secretaría de Economía, 2012).

La SC establece que la economía está encausada principalmente en la logística, la manufactura y el control masivo de datos e información con la finalidad de crear nuevo conocimiento y nuevas tecnologías para la generación de valor agregado. Por esta razón es que el Banco Mundial (2009) considera que el nivel de desarrollo económico basado en el conocimiento se fundamente en cuatro elementos (ver figura 1) descritos a continuación.

Figura 1. Elementos necesarios para el desarrollo económico basado en el conocimiento



Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2009)

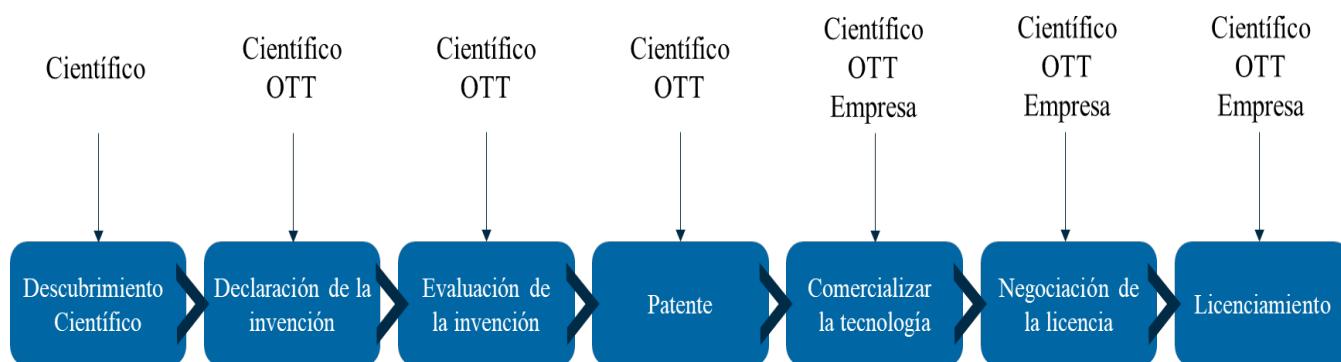
1. Ecosistema de innovación: se refiere a estímulos públicos y privados en cuanto a investigación y desarrollo (I+D), que genere nuevos productos, procesos y conocimientos.
2. Infraestructura en TIC's adecuada: se refiere a contar con tecnologías de la información y comunicación que permitan el desarrollo de actividades científicas y de I+D, lo cual a su vez ayude a generar innovaciones.

3. Mano de obra calificada: personal cualificado y en proceso de aprendizaje continuo para la creación, utilización, apropiación, y distribución del conocimiento.
4. Régimen económico que fomente conocimiento: establecimiento de reglas y procesos que fomenten la manera en la cual un país adquiere, crea, difunde y utiliza el conocimiento, por ejemplo, la creación de redes de investigación, incentivos económicos para laborar en un esquema gobierno-industria privada-universidades denominado como el modelo de la triple hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 1995), entre otros.

Establecer estos elementos coadyuvan de forma relevante a que las organizaciones desarrollen capacidades para innovar; sin embargo, la creación de dichas capacidades no es tarea sencilla, la innovación es un proceso complejo, difícil de generalizar y gestionar. A pesar de esto, es posible establecer condiciones para facilitarla y fomentarla, enfatizando el aprendizaje y la mejora continua, por lo tanto, aun cuando se trate de un proceso complicado, la sistematización del mismo es posible (Freire y Villar, 2009).

Debido a lo anterior el concepto de Transferencia Tecnológica (TT) cobra relevancia, ya que se define como el proceso mediante el cual se negocia la cesión o licenciamiento para transferir habilidades, conocimiento, tecnologías, entre otros, comúnmente asociados al capital intelectual de una organización, específicamente a las figuras de Propiedad Intelectual (PI) como por ejemplo las patentes (Grosse, 1996). La obtención de una patente puede ser considerada como una estrategia para innovar debido a la relación entre las figuras de PI y la innovación, incluso, el número de patentes, modelos de utilidad y diseños industriales son considerados como indicador para medir la capacidad de innovación de un país (OCDE, 2009).

Figura 2. Modelo lineal de Transferencia Tecnológica



Fuente: Elaboración propia con base en Siegel et al. (2003)

En términos prácticos podemos comprender que la TT es un proceso que busca llevar al mercado (innovar) las ideas e invenciones generadas por los científicos al interior de un Centro de I+D o una Institución de Educación Superior (IES), ya sean públicas o privadas, las cuales cuentan con la creatividad y capacidades necesarias para el diseño y desarrollo de productos y procesos con potencial innovador; sin embargo, la capacidad para la implementación a un nivel industrial y su comercialización son elementos propios de la industria privada. Por

consiguiente, la TT busca transferir todos los elementos que conforman una tecnología entre dos (o más) organizaciones, con la finalidad de que dicha tecnología salga al mercado, como se puede observar en la figura 2, en el modelo lineal de TT de Siegel et al. (2003), en donde se aprecia que una Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT) es una entidad que acompaña al científico y funge como enlace con la empresa.

En México, los Centros Públicos de Investigación (CPI) son organizaciones públicas adscritas al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). En conjunto con las IES son las entidades que buscan la innovación por medio de la TT, esto debido a que no cuentan con el capital (financiero y humano) ni la experiencia necesaria para realizar el escalamiento tecnológico, es decir, que los resultados de la ciencia y la investigación lleguen a un nivel de producción masiva y que además sean comercializados de manera local, regional, nacional e incluso internacional. Para alcanzar dichos niveles son necesarias las capacidades del sector industrial, el cual puede adquirir distintas tecnologías por medio del licenciamiento de alguna figura de PI. Algunos CPI e IES cuentan con sus propias OTT.

1.1 Problemática

La cantidad de TT generada por parte de los CPI no es la adecuada, existe una gran cantidad de figuras de PI solicitadas por parte de estos Centros, sin embargo, el número de solicitudes que se encuentran licenciadas y siendo explotadas por una empresa es muy bajo, principalmente en aquellas que surgieron a partir de una investigación propia del Centro, es decir, que no fueron solicitadas por una empresa para la resolución de un problema en particular. Esto ocasiona que distintos Centros cuenten con un inventario de PI obsoleto, el cual sólo genera gastos de mantenimiento y no ingresos, ralentizando además que los Centros estén generando valor a la sociedad por medio de la investigación aplicada. De igual forma, la falta de ingresos propios por medio de las regalías asociadas a una TT, no permite la inversión para la mejora continua de los conocimientos o tecnologías resultantes de las distintas líneas de investigación, o bien, la creación de nuevas líneas de investigación.

2. Metodología

Con todo lo mencionado hasta ahora, se considera relevante y pertinente llevar a cabo distintos análisis para identificar cuáles son las áreas de oportunidad dentro del proceso de TT de los CPI con la finalidad de presentar propuestas de modelos permisibles a ser sistematizados para que los mismos puedan ser empleados por distintas entidades con características similares a estos CPI.

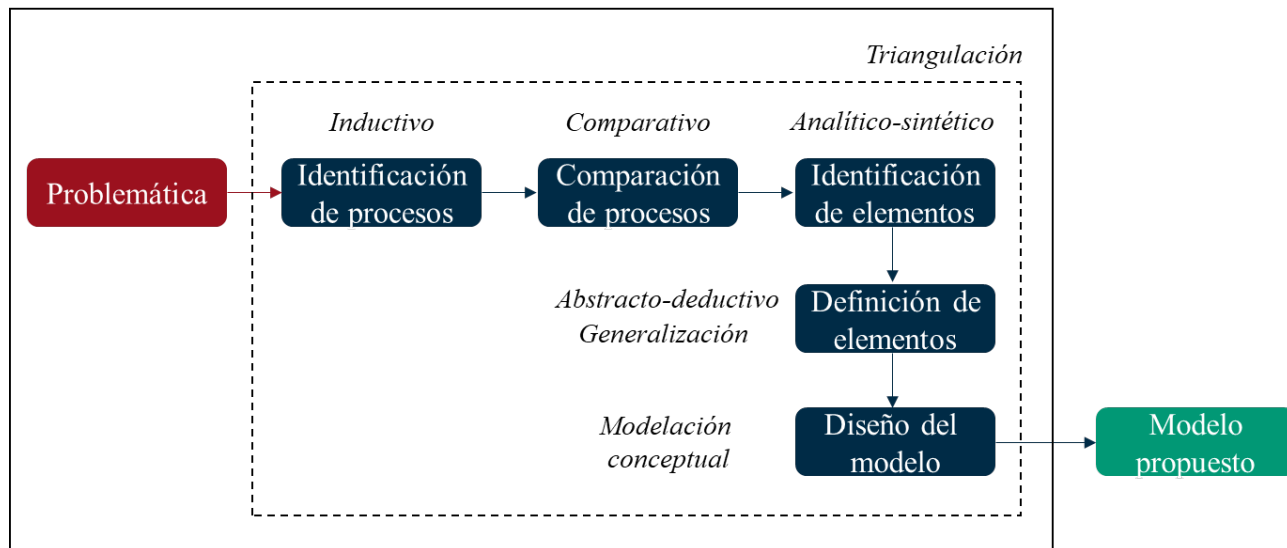
La presente investigación es de tipo no experimental, ex post facto con un corte transversal. Debido a que no es posible manipular deliberadamente los elementos, solamente se observa el fenómeno tal cual se desarrolla en su contexto natural, con el fin de referir la relación funcional de dichos elementos.

Para llevar a cabo distintos análisis se requiere emplear métodos adecuados a la investigación entre ellos, por ejemplo, métodos del conocimiento teórico y empírico, en correspondencia con las características de los CPI analizados y algunas de sus variables. Como orientación metodológica en el desarrollo de este estudio, se parte de una concepción

sobre la base sistémica de las organizaciones (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).
La forma de laborar la presente investigación se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3. Esquema laboral de la investigación

CPIs – Universo de Estudio



Fuente: Elaboración propia

2.1 Métodos

Los métodos teóricos empleados y expresados en la figura anterior se definen de la siguiente manera:

- **Inductivo:** Para llegar a generalizaciones partiendo del análisis de casos particulares. Este método se utilizó para definir los procesos principales asociados a la TT.
- **Comparativo:** Este método permite establecer mediante cotejo, las analogías y diferencias existentes entre los distintos objetos, fenómenos, procesos y sus propiedades. Utilizado principalmente para comparar la forma de laborar de los CPI estudiados.
- **Analítico-sintético:** Implica el dimensionar un objeto, fenómeno o proceso en los principales elementos que lo componen para analizar, valorar y conocer sus particularidades, y simultáneamente a través de la síntesis se integran para ser vistos en su interrelación como un todo. Se empleó para establecer los elementos que componen el modelo propuesto.
- **Abstracto-deductivo:** Posibilita aislar, separar y determinar las cualidades esenciales que caracterizan a los diferentes objetos, fenómenos y procesos, con la finalidad de eliminar suposiciones y poder obtener resultados concretos. Empleado para la definición de los conceptos y entregables de los elementos que integran el modelo propuesto.
- **Generalización:** Permite expresar las regularidades esenciales que caracterizan las relaciones entre los diferentes objetos, fenómenos, procesos y sus particularidades para determinar la posibilidad de aplicación en contextos diferentes al objeto de estudio práctico. A pesar de que el modelo propuesto surge del análisis de 4 CPI, se considera que la implementación del mismo puede generarse en otros Centros o IES.

- Modelación conceptual: Consiste en la representación esquemática del fenómeno ya sea de forma material o teórica, o bien de las particularidades de éstos y cómo es que se relacionan. (Luiz y Alcino, 1980).
- Triangulación: Se utilizó para obtener conocimiento veraz, y, con las distintas técnicas, corroborar la información en la construcción del conocimiento. Se utiliza la triangulación debido a que la teoría es analizada desde distintas perspectivas y corrientes.

3. Desarrollo

A continuación, se describe el desarrollo del presente trabajo por medio de los dos primeros procesos representados en la figura 3.

3.1.1 Identificación de procesos

Una vez definida la problemática con base a la experiencia y al esquema laboral actual observado en las OTT de los CPI estudiados, se llevó a cabo la identificación de los procesos que cada Centro utiliza para la TT. Algunos de dichos centros tienen el proceso de TT como parte de sus Sistema de Calidad ISO 9001:2015. En términos generales, los Centros mantienen un proceso de TT similar al observado en la figura 2, en donde la OTT funciona como actor principal, y sus actividades primordiales son la gestión de la PI y la vinculación con empresas para la potencial transferencia. En todos los Centros, aun cuando la vinculación inicial por parte del personal de las OTT es con la finalidad de conseguir un cliente para el licenciamiento de alguna tecnología protegida, la mayoría de estas generan contactos para la posible venta de un proyecto o servicio del CPI.

Puntualizando lo anterior, se identificó que los CPI cuentan con los siguientes procesos asociados a la TT (algunos con nombres distintos pero cuya finalidad es la misma):

Proceso para la protección: El proceso administrativo para gestionar la PI de cada centro. Este proceso tiene como tarea principal la gestión de los pagos necesarios a las instituciones correspondientes, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) para patentes, modelos de utilidad, diseños industriales y marcas, y el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR) para obras literarias, programas de cómputo, videos, entre otros. Otras actividades del proceso son la identificación de tecnologías susceptibles a protección, el control de la documentación y firmas necesarias, revisión de convenio de cesión de derechos, apoyo en la redacción de las patentes, modelos de utilidad y diseños industriales, la gestión o atención de los requisitos de forma y fondo por parte del IMPI, y la integración del portafolio de Activos de PI de los CPI.

Proceso para la evaluación tecnológica: En este se realizan actividades de estudios de mercado, análisis patentométrico, estudios financieros, modelos de negocios, entre otros, con la finalidad de determinar el valor cuantitativo o cualitativo de una tecnología, además de su potencial innovador. Este proceso sirve para determinar la lista de empresas con mayor potencial para adquirir las tecnologías.

Proceso para la transferencia: Proceso de vinculación que busca clientes potenciales interesados en adquirir por medio de un licenciamiento alguna de las figuras de PI pertenecientes al Centro. Como actividades también se consideran la atención al stand de cada Centro en distintos congresos, ferias, convenciones y exposiciones, la participación en reuniones de distintas cámaras, asociaciones, confederaciones y clústers. Además de esto,

también se participa en distintos fondos y concursos que generen apoyos para la TT ya sea por medio de capacitaciones o, asociaciones con inversionistas e incubadoras para buscar como esquema de TT la creación de una empresa start-up o de un spin-off.

3.2 Comparación de procesos

Una vez se identificaron los 3 procesos principales mencionados se realizó una comparación de estos entre los 4 Centros.

En el caso del proceso de protección se encontraron las siguientes diferencias:

- Para algunos Centros, la búsqueda del estado del Arte forma parte del proceso de protección; otros en cambio, lo consideran parte del desarrollo de la tecnología o lo integran en el proceso para la evaluación tecnológica.
- Algunos Centros llegan a subcontratar el servicio de gestión de la PI, es decir, le pagan a un despacho especializado para que sean ellos los responsables de hacer los trámites, pero, principalmente, de apoyar con la redacción técnica del texto de patente.
- Algunos miembros de las OTT cuentan con las capacidades para apoyar en la redacción técnica del texto de la patente, sin embargo, en algunos Centros se requiere que el inventor sea el responsable de redactar todo el texto de la patente.
- El proceso administrativo para compras es más lento en algunos Centros, por lo tanto, estos Centros realizan requisiciones anticipadas hasta por 4 meses con la finalidad de tener pagos disponibles para la gestión de PI.
- Algunos Centros se apoyan directamente con el IMPI, incluso están declarados como Centros de Patentamiento (CEPAT), es decir que colaboran con el IMPI para apoyar a la gestión de la PI no sólo de los inventores del Centro sino de cualquier ciudadano.

En el proceso para la evaluación tecnológica:

- Algunos centros le dan mayor énfasis a la valuación tecnológica, es decir, a buscar el costo de una tecnología, llegando así a contratar los servicios de un despacho especializado o de algún corredor público. Por su parte, otros Centros consideran que el valor de la tecnología deberá ser estimado por parte de la empresa que la adquiera, ya que son ellos los que cuentan con los conocimientos para determinar el valor de la tecnología, sobre todo en una implementación a nivel industrial, no de prototipo.
- Las OTT de unos Centros utilizan herramientas para la evaluación tecnológica generada por otras instituciones mientras que otras OTT utilizan herramientas desarrolladas por ellos mismos.
- Algunas OTT ofrecen los servicios de elaboración de estudios de mercado o planes de negocio para clientes externos, en otras oficinas se enfocan a brindar el servicio a personal del Centro, apoyando en el desarrollo de los proyectos.
- Algunos Centros consideran que el proceso de evaluación tecnológica condiciona la decisión de la protección de la propiedad industrial.

Respecto al proceso para la transferencia se observaron las siguientes diferencias:

- Algunos Centros se enfocan más a la vinculación que a la búsqueda de una transferencia, es decir, se vuelven gestores y promotores de distintos eventos cuya

finalidad inicial es la de vincular con las empresas para la creación de un proyecto o la venta de un servicio, dejando en segundo plano el posible licenciamiento de una patente.

- Las OTT de unos Centros son consultadas desde el inicio de un proyecto para definir los posibles mecanismos de transferencia.
- Mientras que unas OTT buscan la transferencia por medio del licenciamiento, algunas están dando mayor enfoque a la creación de una Empresa de Base Tecnológica (EBT) del tipo start-up o spin-off de alguna de las tecnologías protegidas.
- Algunos Centros han generado TT por medio de un esquema technology-pull, es decir, se desarrolla una tecnología a petición de un cliente al cual se le transfiere una vez se tiene un prototipo y una figura de PI. Otros centros ya han generado TT bajo un enfoque technology-push, enfoque más complejo ya que busca transferirle a una empresa una tecnología generada a partir de una investigación propia del Centro, sin ser solicitada o creada para atender a una empresa en particular.
- De manera general, el proceso de TT no establece diferencias importantes entre el licenciamiento para uso, fabricación o explotación de la tecnología; sino que se consideran de manera implícita las tres finalidades.

Por su parte, los procesos demostraron contar con una cantidad mayor de similitudes en cuanto a sus tareas y actividades, sin embargo, estas no se especifican de forma directa ya que se considera que la comparativa de las diferencias tiene mayor relevancia para definir las áreas de oportunidad y mejora, con la finalidad además de homologar los procesos.

El resto de los procesos mostrados en la figura 3, se definen como parte de los resultados del análisis.

4. Resultados

4.1 Identificación de los elementos

Con base en la identificación y comparación de los procesos de TT, se pudieron identificar los elementos necesarios a considerar para el modelo propuesto. Cada uno de dichos elementos fueron identificados como piezas clave de los procesos. Estos elementos se identificaron en 3 categorías diferentes: procesos, conceptos y productos. Los procesos se refieren al conjunto de actividades especializadas que aportan directamente a la TT. Los conceptos son estudios, análisis o metodologías que se deben tomar en cuenta para el desarrollo de cada uno de los procesos. Por último, los productos son los resultados (salidas) de cada uno de los procesos, es decir los entregables, mismos que sirven como apoyo (entrada) para otros procesos.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran cada uno de los elementos identificados.

Tabla 1. Elementos identificados asociados a la TT

Procesos	Vigilancia Tecnológica
	Desarrollo Tecnológico
	Protección
	Estado del arte
	Quicklook

Conceptos	Monitoreo tecnológico
	Tendencias del mercado
	<i>Technology Readiness Level (TRL)</i>
	<i>Business model</i>
	Paquete tecnológico
	Propiedad Industrial
	Derechos de Autor
	Reivindicaciones
	Licenciamiento
	Regalías
	Exclusividad
Productos	Propuesta de Desarrollo de Producto Tecnológico
	Prototipo funcional – piloto
	Solicitud de registro de figura de PI
	Convenio de Transferencia

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente sección se definen puntualmente cada uno de estos elementos.

4.2 Definición de elementos

4.2.1 Vigilancia Tecnológica

El proceso de Vigilancia Tecnológica (VT) según la norma mexicana NMX-GT-003-IMNC-2008, se define como el proceso de búsqueda, detección, análisis y comunicación de información actual tanto científica como tecnológica, con la finalidad de orientar a los directivos de las organizaciones en la toma de decisiones respecto a oportunidades y amenazas en el entorno.

Por su parte, la norma NMX-GT-004-IMNC-2011 describe las Directrices para la implementación de un proceso de vigilancia tecnológica, señalando que dicho proceso deberá estar alineado con el plan estratégico o tecnológico de la organización, con la finalidad de identificar factores prioritarios de vigilancia que ayuden a detectar áreas de oportunidad en relación a las tendencias tecnológicas y de mercado, libertad de operación, competidores, amenazas y oportunidades; es decir, el resultado de este proceso es un insumo fundamental para optimizar el plan estratégico o tecnológico de toda organización, particularmente del sector manufactura.

Es por esto que la VT, también conocida como Inteligencia Tecnológica, debe establecerse como una praxis propia de las organizaciones por medio de distintas técnicas y estrategias de búsqueda de información para después implementar métodos analíticos alineados a las estrategias empresariales. Para que la VT impacte de forma relevante, esta debe desarrollarse de forma recurrente en algún determinado periodo de tiempo (mensual, trimestral, semestral, etcétera), y los resultados de la misma deben ser difundidos entre el personal de la organización.

Asimismo, enfocando la VT hacia una tecnología en específico, un reporte de VT presenta de forma puntual, ordenada y clasificada, la información contemporánea resultante del proceso de búsqueda y detección de datos asociados a un producto o proceso particular. Las

etapas de análisis y comunicación de dicha información se generan por parte de las personas que solicitan el reporte, es decir, los expertos en la tecnología.

Los conceptos asociados a este proceso son los siguientes:

- Estado del arte: Reporte que presenta información técnica y científica respecto a una tecnología, dicha información es con base a una búsqueda especializada de documentos generados en los últimos años (de 3 a 5 años) como por ejemplo artículos científicos, patentes, ponencias en congresos, libros, tesis, entre otros.
- Quicklook: Metodología que busca la opinión y crítica por parte del sector industrial respecto a una tecnología generada al interior de un centro de investigación.
- Monitoreo tecnológico: Se refiere a la búsqueda de productos y productores asociados a una tecnología en particular. A diferencia del estado del arte, el monitoreo tecnológico busca enlistar productos actualmente disponibles en el mercado, así como a las empresas que los desarrollan, de igual forma se analizan productos similares o sustitutos.
- Tendencias del mercado: Estudio que pretende analizar la situación actual y predecir la futura respecto al comportamiento del mercado de una tecnología. Por ejemplo, la tendencia actual en tecnologías de comunicación es por medio de dispositivos *smartphones*, los cuales tienen una pantalla táctil con un tamaño de 4" a 6" aproximadamente, con la salida al mercado de los primeros dispositivos con pantalla plegable, se prevé que en unos años la mayoría de los *smartphones* sean de pantalla plegable con tamaños de 6" a 10".

Como producto principal de este proceso se obtiene la Propuesta de Desarrollo de Producto Tecnológico, es decir, una vez observado y analizado todos los aspectos relevantes asociados a la idea (tecnología) a desarrollar, se puede considerar la ejecución de esta por medio de una propuesta que defina detalladamente los alcances, objetivos, tiempos, costos, etapas, etcétera, para desarrollar la tecnología hasta un nivel que permita la TT.

4.2.2 Desarrollo Tecnológico

Se refiere al proceso en el cual se desarrolla la tecnología una vez se definieron los alcances, tiempos, costos, etcétera gracias a la VT. Esta etapa corresponde principalmente a los desarrolladores de la tecnología, sin embargo, una OTT puede ayudar con los conceptos identificados para este proceso:

- Technology Readiness Level (TRL): Se refiere a una escala (métrica) que indica en qué nivel de madurez de desarrollo se encuentra una tecnología. Esto sirve para determinar qué elementos requiere para ir incrementando el desarrollo tecnológico de manera ordenada. La escala fue generada por la NASA y considera 9 niveles de desarrollo (Mankins, 1995).

- Business model: El modelo de negocios, se pueden utilizar distintas metodologías, lo más relevante es que gracias a los resultados de la VT, se defina de la mejor forma el producto, clientes potenciales, proveedores o aliados, tamaño del mercado, entre otros.

- Paquete tecnológico: Son los elementos que se asocian al adecuado funcionamiento de una tecnología una vez se encuentre a nivel operativo. Desde un inicio se deben ir definiendo estos elementos como por ejemplo el manual de operación, manual de usuario, programa de mantenimiento, listado de proveedores y

costos de los componentes de la tecnología, entre otros.

El producto principal en esta etapa es el Prototipo funcional, aunque sea a nivel piloto. Al tener un piloto funcionando, se le puede mostrar a un cliente potencial la operación de la tecnología, los resultados obtenidos, etcétera.

4.2.3 Protección

Este es el proceso más conocido por parte de los Centros, asociado a los siguientes conceptos:

- Propiedad Industrial: Figuras de patente, modelo de utilidad, diseño industrial o marcas a ser registrados.
- Derechos de Autor: Obras literarias, programas de cómputo, imágenes, videos, entre otros a ser protegidos.
- Reivindicaciones: Elemento fundamental para obtener el otorgamiento de una patente, modelo de utilidad o diseño industrial.

El proceso se mantiene sin cambios relevantes, tan solo se considera hacer un análisis detallado de los resultados del proceso de VT y Desarrollo Tecnológico para que en el caso de las patentes se redacten las reivindicaciones de la mejor forma con la finalidad de obtener lo antes posible un otorgamiento.

4.2.4 Transferencia Tecnológica

La etapa final de la TT se refiere al proceso que busca transferir todos los elementos de una tecnología protegida a un tercero. Asocia los siguientes conceptos:

- Licenciamiento: Mecanismo de TT más común, se refiere a otorgarle a un tercero los derechos de uso y explotación de una tecnología protegida. El concepto se asocia mucho a las tecnologías blandas como los programas de cómputo, donde incluso la oferta de esas tecnologías es conocida como venta de licencias, es decir, las compañías cobran una cantidad monetaria para que una persona puede utilizar (explotar) su programa por un determinado periodo de tiempo.
- Regalías: Forma de pago tradicional asociada al licenciamiento de una tecnología, es decir, un tercero le paga al titular de una tecnología una cantidad monetaria conocida como regalías (*royalties* en inglés) para poder hacer uso de dicha tecnología. Dependiendo del tipo de tecnología, es común que el pago por regalías sea un porcentaje de las utilidades asociadas a los ingresos económicos por utilizarla.
- Exclusividad: Se refiere al mecanismo de TT de otorgar el licenciamiento de una tecnología a un tercero de manera exclusiva, es decir, por un determinado periodo de tiempo, el titular de la tecnología tiene prohibido ofrecerla a otra organización. Esto por lo general se negocia con porcentaje de regalías mayor, de igual forma, se puede ofrecer exclusividad sólo por región o por sector industrial.

En esta etapa, la labor principal de las OTT es la de apoyar en la negociación de una posible transferencia. Si se dio seguimiento a los procesos y sus entregables, para este tipo de negociación el personal ya contará con un listado de clientes potenciales, incluso algunos de ellos ya conocerán la tecnología desde etapas tempranas (empresarios consultados por medio de la metodología Quicklook), a su vez, ya se tendrá un conocimiento de las tendencias, las tecnologías actuales y sus productores, productos sustitutos, entre otros. Todo esto sirve para reducir de forma considerable el grado de incertidumbre asociado a una tecnología nueva.

Una vez se definieron los componentes, se llevó a cabo el diseño del modelo.

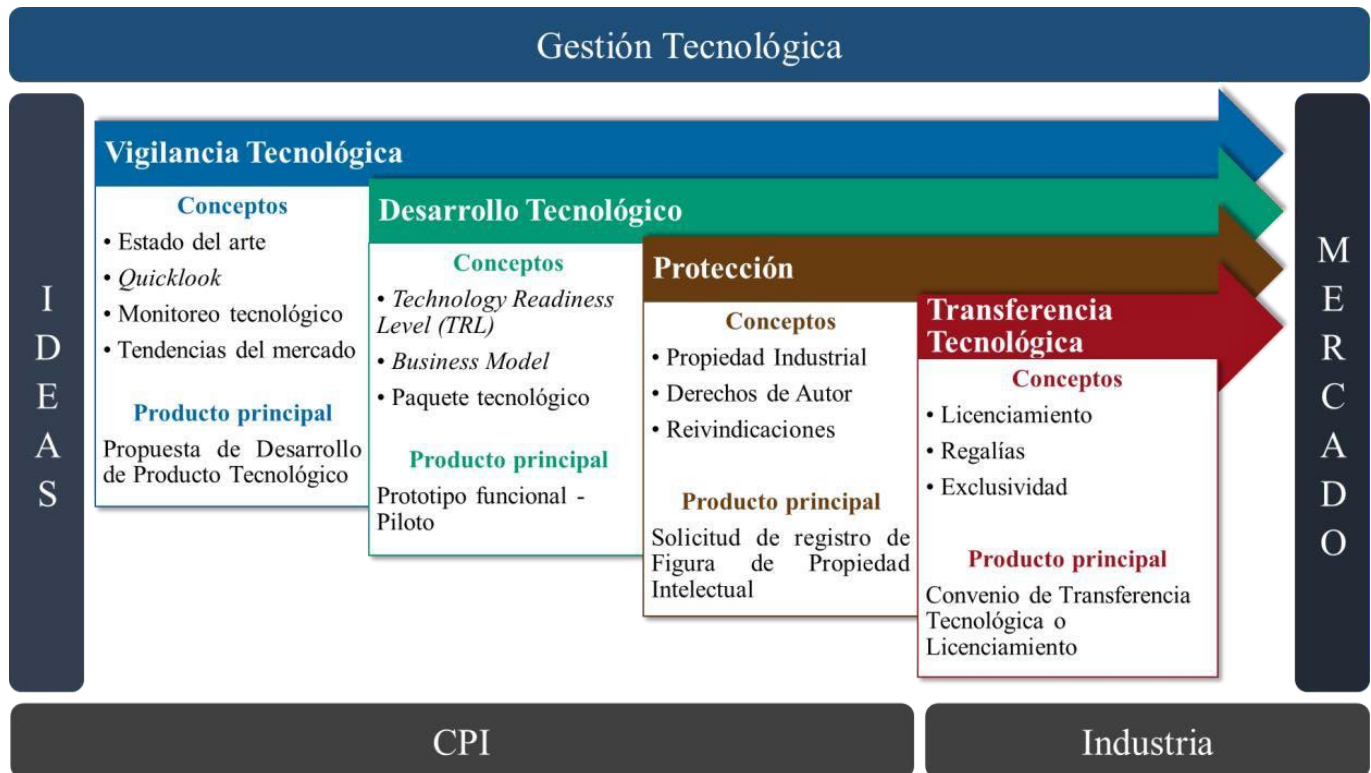
4.3 Diseño del modelo

Haciendo una integración adecuada de los elementos analizados en conjunto con la visión del panorama general, se diseñó la propuesta de modelo conceptual, el cual se puede observar en la figura 4.

Se puede observar que el modelo busca llevar las ideas al mercado, es por eso que se parte de las ideas, las cuales pueden ser generadas al interior del CPI o bien, bajo petición de un cliente en particular para la resolución de un problema. El primer proceso al tener una idea es llevar a cabo una VT, es decir, se debe analizar la situación actual de la idea generada a nivel de desarrollo. Como resultado de este proceso se obtendrá una propuesta de desarrollo de producto tecnológico, el cual puede ser un producto, proceso o servicio. En esta propuesta vendrá información detallada de un reporte de VT como el estado del arte, monitoreo tecnológico, tendencias tecnológicas, y los resultados obtenidos por parte del sector industrial gracias a la metodología *Quicklook*, además, gracias esta metodología aun cuando no se tenga un prototipo, las empresas consultadas y que demostraran mayor interés en el desarrollo, se posicionan como clientes potenciales.

El proceso de VT debe estar presente en cualquiera de las etapas ya que los cambios o adecuaciones en una tecnología requieren de nueva cuenta un análisis respecto al estado del arte, monitoreo y tendencias tecnológicas. Como se mencionó anteriormente, para que un proceso de VT sea relevante, se deben llevar a cabo estudios de manera constante.

Figura 4. Propuesta del Modelo Conceptual – Vigilancia Tecnológica como impulsor de la Transferencia Tecnológica



Fuente: Elaboración propia

En la segunda etapa, los desarrolladores comenzarán a elaborar la tecnología tomando como referencia los resultados de la etapa anterior, los cuales pueden modificar considerablemente la idea que se tenía en un inicio. La OTT funciona como consultor al evaluar el nivel de madurez de la tecnología por medio de alguna escala y al apoyar con el diseño de un modelo de negocios y asesorando a los tecnólogos con la integración del paquete tecnológico.

La tercera etapa se refiere a la protección. Al contar con un prototipo funcional o piloto, se puede comenzar a realizar la gestión necesaria para obtener los registros de diferentes figuras de PI. Como consecuencia de esto se obtendrá uno o varios registros de figuras de PI.

Por último, se buscará la negociación de las figuras de PI con el sector industrial con la finalidad de transferirles la tecnología por medio de algún mecanismo como el licenciamiento, buscando un porcentaje de regalías para el CPI desarrollador de la tecnología. Dicha transferencia puede ser en carácter de exclusividad o no, dependiendo de la negociación y los arreglos que se puedan dar.

Cada una de estas etapas y los conceptos que la integran están asociadas a los conocimientos esenciales de una tecnología, es por eso que se debe considerar la Gestión Tecnológica (GT) como mecanismo integrador para poder vigilar, desarrollar, proteger y transferir las tecnologías y el *know-how* que se vayan desarrollando tanto en los CPI como en la industria. Es por eso que el modelo conceptual propuesto se puede sistematizar como parte de un Sistema de GT.

5. Conclusiones

Uno de los inhibidores principales de la TT, es la falta de conocimiento exógeno respecto a una tecnología que se desea generar. En ocasiones, los científicos desarrollan tecnología con base a su línea de investigación, dando seguimiento a su doctorado o a una publicación previa, sin embargo, en el momento de buscar la protección de su tecnología, una búsqueda del estado del arte demuestra que se trata de un desarrollo obsoleto o que ya es comercializado desde hace tiempo por una cantidad considerable de industrias, lo cual indicaría que las posibilidades de una TT son prácticamente nulas.

Otra particularidad que impide la TT es la falta de conocimiento de la misma por parte de los empresarios, es decir, el sector industrial mexicano desconoce los beneficios de una transferencia, la cual conlleva cierto grado de incertidumbre. Las empresas en México desean adquirir productos tecnológicos ya probados y consolidados, y no se arriesgan a invertir en el escalamiento de una tecnología desarrollada al interior de un CPI o una IES, sin embargo, se ha demostrado en otros países que los beneficios de la TT superan ese grado de incertidumbre, esto debido a que el esquema más común de transferencia, el pago por regalías, no les genera un gasto de inversión inmediato ya que los pagos de estas se pueden generar hasta que la tecnología comience a generar utilidades.

Si bien los objetivos iniciales de las OTT consideraban aspectos comunes y conceptos similares, en los cuatro Centros, la política y las líneas estratégicas para la transferencia de tecnología y propiedad intelectual, no ha podido homologarse.

En virtud de que el proceso de TT necesariamente requiere la participación de diversos actores para su ejecución, así como de varios procesos asociados a la TT, es que las fronteras entre éstos no se han establecido con suficiente claridad, lo que no ha favorecido la consolidación del proceso principal de TT; por lo cual es importante la definición de los

Conceptos y Productos principales en cada uno de los procesos asociados a la transferencia.

Se ha considerado a la VT como el proceso detonador, ya que aporta elementos para facilitar la identificación o formalización de la procuración de recursos, contribuye al proceso de la propiedad intelectual y fortalece la generación de Propuestas de Desarrollo de productos Tecnológicos interpuestos en las funciones sustantivas de cada organización. En todos los casos anteriores, es este proceso el que dará soporte para la toma de decisiones sobre continuar o no con la TT.

Con base en lo anterior, se puede establecer que la capacidad por parte de una organización para especificar e implementar un plan tecnológico, es decir, lograr identificar cuáles son las tecnologías prioritarias con las que cuenta, que necesita desarrollar o adquirir, tendrá menos dificultades en definir mecanismos de TT y la posibilidad de establecer un Sistema de GT.

Aun implementando el proceso de VT de manera individual, (aislada, es decir, aunque no necesariamente se cuente con un sistema de Gestión de Tecnología o una OTT), puede promover la formalización del Plan tecnológico de la organización, así como dar elementos para su análisis y actualización, de tal manera que se definan las prioridades en materia de adquisición o desarrollo de tecnologías con base en la información obtenida por los factores prioritarios de vigilancia. Asimismo, la práctica del proceso, clarifica el esquema de TT y, adicionalmente, puede motivar la implementación de un Sistema de GT de la organización.

Respecto al modelo propuesto, los conceptos mostrados en las tres primeras etapas pueden considerarse como los factores prioritarios de vigilancia a considerar, que aportarán información suficiente para determinar el esquema de TT para cada caso particular.

Como se muestra en la Figura 2, es evidente que la participación de la OTT en los procesos asociados a la TT le confiere un carácter único de interlocución y coordinación del proceso principal de TT dentro de la institución, así como de articulación con los diferentes actores fuera de ella. Dado ese carácter es que los principios rectores de las OTT en este universo específico de estudio podrían equipararse, para lo que se pretende la adopción del Modelo Conceptual propuesto por parte de las OTT de los cuatro CPI.

Es entonces que la implementación del modelo propuesto cobra particular importancia, ya que el resultado de su ejecución en estos CPI, que se rigen por un marco normativo y regulatorio muy similar y específico; así como el análisis iterativo que pudiera arrojar los resultados de esta implementación, darán la pauta para la homologación tanto de sus procesos, como de sus políticas, estrategias e indicadores.

Es palpable que los procesos de TT que están actualmente en ejecución, cuentan ya con una serie de resultados e indicadores; sin embargo, el enfoque del presente trabajo en relación a las diferencias en la ejecución de los procesos asociados a la TT, abre la puerta hacia la implementación de un modelo que, en última instancia, pretende dinamizar el proceso de TT y atender la problemática descrita.

Por último, como se mencionó en acápites anteriores, a manera de recomendación general se considera que, para poder llevar a cabo la ejecución del modelo propuesto de forma sistematizada, se requiere de un Sistema de GT que contenga detalladamente los conceptos, procedimientos, formularios, actividades y tareas necesarias en cada una de las etapas, además de integrar todos los datos, información y conocimientos que se vayan generando paulatina y cotidianamente.

6. Agradecimiento

Al CIATEC, A.C., bajo la Dirección General del Dr. Ricardo Guerra Sánchez quien ha fomentado la investigación y vinculación internacional de la ciencia aplicada en distintas áreas de conocimiento.

7. Referencias

- Banco Mundial (2009). The Knowledge Assessment Methodology.
- Drucker, P. F. (2004). La disciplina de la Innovación. Harvard Business Review, América Latina, agosto del 2004. Reimpresión: R0408H-E.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (1995) The Triple Helix -- University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. EASST Review, Vol. 14, No. 1, pp. 14-19, 1995.
- Freire, J.; Villar O. D. (2009). Pensamiento de diseño y educación. El Espacio-Red de Prácticas y Culturas Digitales de la UNIA. Diseño Revista Internacional de Investigación, Innovación y desarrollo en Diseño, 1: 68- 72.
- Grosse, R. (1996). International Technology Transfer in Services. Journal of International Business Studies 27: 782
- Hernández, R., Fernández C. Baptista, L. (2014) Metodología de la Investigación. MC GRAW HILL 229-236.
- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (2008): Norma Mexicana IMNC. NMX-GT-003-IMNC- 2008 Sistema de Gestión de la Tecnología – Requisitos.
- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (2011): Norma Mexicana IMNC. NMX-GT-004-IMNC- 2011 Gestión de la Tecnología – Directrices para la implementación de un proceso de vigilancia tecnológica.
- Luiz, A. y Alcino, P. (1980). Metodología científica. McGraw-Hill, México.
- Mankins, J. C., (1995) Technology Readiness Levels, A White Paper. April 6, 1995.
- OCDE (2009) Manual de estadísticas de patentes de la OCDE. París: OCDE y Oficina Española de Patentes y Marcas.
- Secretaría de Economía. (2012). Fondo de Innovación Tecnológica. Consultado en www.2006-2012.economia.gob.mx
- Siegel, D.S., Waldman, D., Atwater, L., Link, A.N. (2003): «Commercial knowledge, transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university–industry collaboration», Journal of High Technology Management Research, Vol. 14, pp. 111–133.

Transferência de conhecimento como instrumento de desenvolvimento rural: uma análise desse processo na agricultura familiar

Bethânia Avila Rogrigues

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,
Brasil rodriguesbethania@yahoo.com

João Luiz Kovaleski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,
Brasil kovaleski@utfpr.edu.br

Juliana Vitória Messias Bittencourt

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,
Brasil julianavitoria@utfpr.edu.br

Alana Corsi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,
Brasil aaacorsi@gmail.com

Resumo

A agricultura familiar é muito importante para o desenvolvimento rural, uma vez que está representada por diversificadas atividades econômicas e por gerar números significativos emprego e renda. Sabendo dessa importância, definiu-se como objetivo desse estudo analisar os mecanismos de transferência de conhecimento voltados ao desenvolvimento rural, fomento e fortalecimento da agricultura familiar. Para isso, foi realizado um estudo teórico, com a utilização da metodologia Methodi Ordinatio. Foi realizado o levantamento de um portfólio em nove bases de dados, e posterior leitura sistemática dos trabalhos classificados conforme a metodologia. A partir disso, verificamos que o processo de transferência de conhecimento e tecnologia voltados ao desenvolvimento rural pode ser realizado por meio de cinco abordagens: Informação e tecnologia voltadas ao desenvolvimento rural; Perspectivas sobre o conhecimento e desenvolvimento sustentável; Conhecimento formal e informal; Assistência técnica e extensão rural; e Conhecimento e cultura. Por fim, ressaltamos o papel do homem do campo no processo de transferência de conhecimento e tecnologia, associando ao termo antropotecnologia, onde podemos constatar que seu papel acontece tanto de maneira formal, quanto informal.

Palavras-chave

Transferência de Conhecimento; Antropotecnologia; Desenvolvimento Rural; Agricultura Familiar.

1. Introdução

Para a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, a agricultura familiar é uma categoria de análise socioeconômica não reconhecida de direito em alguns países. Isso, por que também é definida como uma lista de seus diversos componentes ou representantes, não havendo uma delimitação restritiva global para sua conceituação. Essa lista inclui pastores, pescadores artesanais, povos indígenas, mulheres e jovens rurais, entre outras

subcategorias. (FAO, 2015).

Apesar de contestada, é sabido que a agricultura familiar é um importante ator no processo de desenvolvimento rural, gerando emprego, renda e avanços socioeconômicos. No estudo de Leal e Flores (2013) foi levantada a questão da potência dos agricultores para o desenvolvimento de suas regiões, onde os autores defendem a necessidade de serem gerados produtos com valor agregado, e isso estaria diretamente ligado à transferência de conhecimento e tecnologia no mundo rural.

Para isso, um agente importante entra em destaque, a assistência técnica e extensão rural (ATER), área competente aos governos, como no Brasil (BRASIL, 2017) e, de acordo com O'Donoghue e Heanue (2016) é baseada em duas atividades: o fornecimento de educação e a prestação de serviços de consultoria. Em estudo realizado na Irlanda, os autores encontraram uma relação positiva em relação à melhoria de rendimento dos agricultores com a adoção de novas técnicas e a construção de competências com essa troca de conhecimento (O'DONOGHUE & HEANUE, 2016).

Como vetor relevante do processo de transferência de conhecimento e tecnologia, estão as universidades, compondo o sistema formal de transferência de conhecimento, por meio de centros de pesquisas orientadas ao desenvolvimento rural (THEODORAKOPOULOS *et al.*, 2012). No entanto, os recursos e as necessidades entre ambas as partes, agricultores e sistema formal de transferência de conhecimento podem ser reduzidos em algumas regiões, ou otimizados em outras, como apontam Reece e Sumberg (2003).

Lado (1998) revela em seu estudo que, em diversos países, institutos e centros de pesquisa foram criados como membros de educação formal para o desenvolvimento rural, porém em alguns casos, como o da África, embora tenham sido reconhecidos avanços modestos, o encorajamento à adoção de novos conhecimentos e tecnologias era restrito ou inexistente, apesar do forte investimento governamental. O'Donoghue e Heanue (2016) em seu estudo na Irlanda, apesar de terem encontrado uma relação positiva de melhorias aos agricultores com a educação formal, salientam que a relação de melhorias voltadas às lavouras, ou seja, à atividade primária, ainda é muito discreta, corroborando com Lado, mesmo quase duas décadas após entre as análises.

De maneira a compreender essas relações, definiu-se como objetivo desse estudo, analisar os mecanismos de transferência de conhecimento voltados ao desenvolvimento rural, fomento e fortalecimento da agricultura familiar. Para tanto, a pesquisa se dará de forma conceitual e bibliográfica, a fim de assinalar tais relações em distintas regiões. Optou-se pela aplicação do *Methodi Ordinatio* para seleção e classificação de artigos acadêmicos que abordam sobre o tema definido. Em seguida é apresentada a metodologia utilizada e suas restrições, seguida dos resultados, os quais foram agrupados por similaridade em cinco meios de transferência de tecnologia e de conhecimento reconhecidos na agricultura familiar.

2. Metodologia

Sob o ponto de vista do objetivo definido, foi realizado um levantamento de portfólio para a realização de uma pesquisa bibliográfica, cuja análise se deu de forma qualitativa. Para o levantamento e seleção do portfólio da pesquisa aplicou-se a metodologia *Methodi Ordinatio*, proposta por Pagani, Kovaleski e Resende (2015), que consiste em um modelo de

ranqueamento de publicações científicas.

Optou-se pela utilização deste método pelo seu caráter multicritério para tal ranqueamento, pois considera características diversas, além do ano de publicação. O *Methodi Ordinatio* é composto de nove fases, que auxiliam na busca de materiais científicos específicos e, com isso, apoiam na tomada de decisão sobre a constituição de um portfólio adequado para uma pesquisa científica.

Fase 1 - Establishing the intention of research. Esta fase consiste na formulação do problema a ser resolvido na pesquisa, aqui definido como “quais mecanismos de transferência de tecnologia podem ser aplicados para o desenvolvimento rural e o fortalecimento da agricultura familiar?”.

Fase 2 - Exploratory preliminary research with keywords in data bases. Nesta fase são realizadas as primeiras buscas para a definição das palavras-chave. Foram pesquisadas de forma preliminar as seguintes palavras-chave: knowledge transfer; technology transfer; anthropotechnology; rural development; Family farm; Family farming; e Family agriculture. Com a busca e o teste de combinações das palavras-chave, é possível passar para a próxima fase.

Fase 3 - Definition and combination of keywords and data bases. Nesta fase as palavras-chave devem estar definidas, de modo que a pesquisa realizada esteja alinhada ao problema. Para esta pesquisa, foram definidas as seguintes palavras-chave: (A) Knowledge Transfer; (B) Anthropotechnology; (C) Rural Development; e (D) Family Agriculture. Para a definição da quarta palavra-chave, realizou-se uma pesquisa na literatura com a utilização das suas variáveis family farming e family farm. Ao ter maior índice de retorno do termo family agriculture, esta foi definida como palavra-chave deste estudo. As combinações de palavras-chave utilizadas para a busca científica foram as seguintes: A+D; A+C; B+D e B+C. Além das combinações, foram buscados trabalhos no idioma inglês, e não foi aplicado o filtro de período de publicação, ou seja, buscou-se artigos tanto recentes, quanto mais antigos.

Fase 4 - Final search in the data bases. Neste momento, as combinações de palavras-chave são aplicadas nas bases de dados definidas, para o levantamento inicial do portfólio. Para esta pesquisa, foram selecionadas 11 bases de dados: Scielo; EBSCO; Science Direct; Springer Link; Web of Science; Wiley Library; Scopus; "Pró-Quest Engineering Journals"; World Cat; EMERALD ; e Taylor e Francis. Essas bases de dados compõem o conjunto de bases voltadas à engenharia de produção, classificadas pela CAPES.

Fase 5 - Filtering procedures. Nesta fase são aplicados os procedimentos de filtragem no volume de trabalhos encontrados na fase anterior. Verificam-se aqui os títulos, palavras-chave e resumo dos trabalhos encontrados, de modo que permaneçam no portfólio apenas os trabalhos realmente alinhados com o tema de pesquisa definido.

Fase 6 - Identification of impact factor, year of publication and number of citations. Neste momento, após a definição dos artigos que irão compor o portfólio de pesquisa, são investigados o fator de impacto, ano de publicação e número de citações. Como fator de impacto, foi definido o Journal Citation Reports (JCR), com busca no site próprio. Já o número de citações foi levantado conforme consta no Scholar Google.

Fase 7 - Ranking the papers using the InOrdinatio. Esta fase consiste em aplicar a equação desenvolvida pelos autores, para o ranqueamento dos artigos selecionados. A equação é

a seguinte:

$$\text{InOrdinatio} = (\text{IF}/1000) + \alpha * [10 - (\text{ResearchYear} - \text{PublishYear})] + (\Sigma \text{Ci}) \quad (1)$$

Onde, IF é o fator de impacto; α é um peso (de 1 a 10) atribuído para o ano e, quando maior esse peso, maior será dada a importância à artigos recentes; e ΣCi representa o número de vezes que o artigo foi citado.

Fase 8 - Finding the full papers. Nesta fase, os artigos completos devem ser encontrados, para posterior leitura.

Fase 9 - Final reading and systematic analysis of the papers. Aqui é definido o número de artigos que serão lidos, conforme o total de artigos que compõem o portfólio do trabalho e o InOrdinatio. Neste estudo foram lidos os vinte artigos com melhor classificação, dentre o total de 64 artigos.

3. Análise e discussão dos resultados

Serão apresentados os resultados obtidos pela aplicação do *Methodi Ordinário* para a formação de um portfólio de investigação. Em seguida, é apresentada a análise sistemática dos artigos selecionados, os quais foram analisados sob a ótica de cinco abordagens diferentes da transferência de conhecimento voltadas à agricultura familiar: a) Informação e tecnologia voltadas ao desenvolvimento rural; b) Perspectivas sobre o conhecimento e desenvolvimento sustentável;

c) Conhecimento formal e informal; d) Assistência técnica e extensão rural; e) Conhecimento e cultura. Por fim, é apresentada a relação do termo antropotecnologia com o processo de transferência de conhecimento na agricultura familiar.

3.1 Definição do Portfólio de Investigação

As combinações de palavras-chave foram aplicadas em onze bases de dados, sem restrição de período de publicação, uma vez que o método aplicado não classifica os artigos apenas por esse critério, e priorizando textos em inglês. Na Tabela 1, constam as bases de dados e o número de artigos encontrados referentes à cada combinação de palavras-chave. Das onze bases de dados selecionadas para pesquisa, as bases *Scielo* e *Taylor e Francis* não retornaram nenhum resultado para as quatro combinações de palavras-chave.

Tabela 1 – Levantamento inicial do portfólio

Base de dados	Combinação	Total combinações	Total geral
EBSCO	A+D	1	12
	A+C	11	
	B+D	0	
	B+C	0	
Science Direct	A+D	7	38
	A+C	31	
	B+D	0	
	B+C	0	

Springer Link	A+D	0	3
	A+C	3	
	B+D	0	
	B+C	0	
Web of Science	A+D	24	215
	A+C	191	
	B+D	0	
	B+C	0	
Wiley Library	A+D	11	80
	A+C	69	
	B+D	0	
	B+C	0	
Scopus	A+D	29	225
	A+C	196	
	B+D	0	
	B+C	0	
Pró-Quest Engineering Journals	A+D	3	13
	A+C	10	
	B+D	0	
	B+C	0	
World Cat	A+D	16	131
	A+C	115	
	B+D	0	
	B+C	0	
EMERALD	A+D	0	7
	A+C	7	
	B+D	0	
	B+C	0	
Total geral:			724

Fonte: elaboração própria

Como demonstrado, a busca inicial gerou um total de 724 artigos, sendo que as bases de dados que retornaram com maior número de artigos foram *Scopus* e *Web of Science*. As bases *Springer Link* e *EMERALD* obtiveram os menores números de artigos encontrados a partir das combinações de palavras-chave definidas, porém não são descartadas.

Esse é o número bruto da pesquisa, sem aplicação dos métodos de filtragem. Com essa busca inicial, os trabalhos encontrados foram organizados no gerenciador de referências Zotero.

O passo seguinte consistiu em aplicar os métodos de filtragem, a partir da eliminação de repetidos, eliminação de trabalhos não alinhados com o tema, pela leitura de títulos, palavras-chave e resumos dos trabalhos levantados. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos após as filtrações.

Tabela 2 – Resultados por métodos de filtragem

Método de Filtragem	Total sem o método	Total com o método
Eliminação de arquivos duplicados	724	501

Eliminação por títulos não alinhados com o tema	501	130
Eliminação por arquivos não encontrados	130	103
Eliminação por leitura de resumos	103	64

Fonte: elaboração própria

Aplicando o primeiro método de filtragem, eliminação de arquivos repetidos, foram eliminados 223 trabalhos. Esse método é muito importante pois, como a mesma busca é aplicada em bases de dados diferentes é comum que, ao final, sejam encontradas duplicatas. Após isso, foi realizada a leitura dos 501 arquivos e eliminados 371 trabalhos que não estavam alinhados com o tema definido. Embora tenham sido resultados da mesma pesquisa, esses arquivos eliminados não tratavam os temas escolhidos da forma esperada, ou as palavras-chave serviam apenas como modo de contextualização desses 371 trabalhos eliminados, não sendo trabalhados como foco central do estudo.

Com a eliminação por leitura de títulos, restaram 130 artigos para aplicação do método de filtragem de leitura de resumos e palavras-chave. Como descrita como uma fase da metodologia empregada neste estudo, os arquivos devem ser encontrados na íntegra para leitura sistemática. Dessa forma, foram buscados os arquivos dos 130 artigos restantes, e desses, 27 não foram encontrados na íntegra. Dessa forma, esses títulos foram excluídos, restando 103 artigos para filtragem por leitura de resumo e palavras-chave.

Realizada a busca dos arquivos na íntegra e a leitura dos resumos e palavras-chave, resultaram desse método de filtragem apenas 64 artigos, ou seja, dos 103 trabalhos resultantes dos filtros anteriores, 39 artigos foram eliminados através da leitura criteriosa dos resumos. Com isso, aplicados todos os métodos de filtragem, o portfólio desse estudo fica definido com 64 artigos, os quais sofrerão a aplicação da equação *InOrdinatio*, conforme demonstrado na Tabela 3. Para essa classificação, atribuiu-se $\alpha=5$, este que é o peso dado à importância ao ano de publicação.

Tabela 3 – Aplicação do *InOrdinatio* no portfólio

Ranking (fase 7)	Artigos sobre transferência de conhecimento no desenvolvimento rural	Periódico	Ano	Nº Citações	JCR	<i>InOrdinatio</i>
1	Dial “A” for agriculture: a review of information and communication technologies for agricultural extension in developing countries	Agricultural Economics	2013	303	1,7580	328,00
2	Agricultural research for resource-poor farmers part II: A parsimonious paradigm	Agricultural Administration and Extension	1987	281	0,0000	176,00
3	A framework for implementing information and communication technologies in agricultural development in India	Technological Forecasting and Social Change	2007	159	2,6250	154,00

4	Sustainable agricultural development in sub-Saharan Africa: the case for a paradigm shift in land husbandry	Soil use and management	2008	132	2,1170	132,00
5	A gentleman's handshake': The role of social capital and trust in transforming information into usable knowledge	Journal of Rural studies	2013	78	2,3800	103,00
6	Legal perspectives on traditional knowledge: The case for intellectual property protection	Journal of International Economic Law	2004	113	1,2240	93,00
7	A cross-regional assessment of the factors affecting ecoliteracy: Implications for policy and practice	Ecological applications	2007	79	4,3140	74,00
8	Land owners' perception of land consolidation and their satisfaction with the results - Slovenian experiences	Land Use Policy	2014	41	3,0890	71,00
9	Agroecological Research: Conforming- or Transforming the Dominant Agro-Food Regime?	Agroecology and Sustainable Food Systems	2014	35	0,9110	65,00
10	Exploring the potential of intersectoral partnerships to improve the position of farmers in global agrifood chains: findings from the coffee sector in Peru	Agriculture and Human Values	2013	39	2,3370	64,00
11	Farm succession, occupational choice and farm adaptation at the rural-urban interface: The case of Italian horticultural farms	Land Use Policy	2016	15	3,0890	55,00
12	Widening higher education participation in rural communities in England: An anchor institution model	International Review of Education	2018	0	0,0000	50,00
13	Innovation systems and technical efficiency in developing-country agriculture	Agricultural Economics	2015	13	1,7580	48,00
14	A methodology to allow rural extension professionals to build target-specific expert systems for Australian rural business operators	Expert Systems with Applications	2009	41	3,9280	46,00
15	Are rural regions prioritizing knowledge transfer and innovation? Evidence from Rural Development Policy expenditure across the EU space	Journal of Rural Studies	2017	1	2,3800	46,00
16	Towards a new paradigm for rural extensionists' in-service training	Journal of rural studies	2017	1	2,3800	46,00
17	Assessing the Benefits of Andean Crop Diversity on Farmers' Livelihood: Insights from a Development Programme in Bolivia and Peru	Journal of International Development	2017	1	0,7860	46,00
18	Family vs Village-Based: Intangible View on the Sustainable of Seaweed Farming	IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science	2017	1	0,0000	46,00
19	Farmer innovation driven by needs and understanding: Building the capacities of farmer groups for improved cooking stove construction and continued adaptation	Environmental Research Letters	2017	0	4,4040	45,00

20	A methodological approach for deriving regional crop rotations as basis for the assessment of the impact of agricultural strategies using soil erosion as example	Journal of Environmental Management	2013	20	4,0100	45,00
----	---	-------------------------------------	------	----	--------	-------

Fonte: elaboração própria

Como visto, os artigos são classificados conforme o valor a equação *InOrdinatio*. Foram demonstrados os primeiros 20 artigos, do total de 64 que compõem o portfólio desde trabalho, ou seja, os artigos com valor maior conforme a equação. Com isso, notamos que nem os artigos mais recentes, nem os mais citados possuem a melhor classificação, e sim os que possuem esses atributos e mais a classificação do periódico em que estão publicados (JCR) positivos, aspecto este que merece ser ressaltado, atribuído à metodologia.

3.2 Análise Sistemática do Portfólio

Os artigos que compõem o portfólio levantado possuem abordagens diferenciadas sobre a transferência de conhecimento e tecnologia. Em seguida, veremos as 5 abordagens aqui definidas para classificação e análise detalhada e comparativa dos artigos.

a) Informação e tecnologia voltadas ao desenvolvimento rural

Nesta classificação estão enquadrados os artigos 1, 3, 13, 15 e 19, conforme o *ranking* calculado pela equação *InOrdinatio*, demonstrado na Tabela 3. Enquadram-se neste subitem em função de sua abordagem central do tema. Aker (2013) e Mekonnen *et al.* (2015) afirmam que a agricultura é um importante motor para o desenvolvimento econômico dos países em desenvolvimento e que um mecanismo para potencializar o aumento de seus rendimentos é a adoção de tecnologias melhoradas. Essa visão também foi abordada por Rao (2007), ao afirmar que a adoção e transferência de conhecimento torna-se um fator cada vez mais importante para a agricultura e, por conseguinte, para o desenvolvimento rural.

Em uma perspectiva mais simples, Mekonnen *et al.* (2015) descobriram em seu estudo que assinatura de telefonia móvel é uma medida que facilita substancialmente a transferência de informação e conhecimento no meio agrícola. Uckert *et al.* (2017) também defendem que melhorias simples, como a substituição de equipamentos se torna um avanço em informação e tecnologia, como por exemplo a substituição de fogões à combustão por fogões modernos. Os autores salientam que essas melhorias e a capacitação dos pequenos agricultores, mesmo que pouco complexas trazem melhorias na distribuição de tarefas, produtividade e, com isso, na competitividade pela oferta de valor agregado (UCKERT *et al.*, 2017).

Outro ponto de vista, abordado por Bonfiglio *et al.* (2017) traz em voga a atuação da Política de Desenvolvimento Rural (RDP) da União Europeia, onde deve atuar em função da inovação para o crescimento inteligente, sustentável e inclusivo, definida como uma das sete iniciativas emblemáticas da Europa 2020. Os resultados dessa pesquisa mostraram uma distribuição heterogênea entre os estados-membros para esta iniciativa traçada no período entre 2007-2011. Porém, os autores salientam que o investimento em inovações deve se manter como prioridade das políticas de desenvolvimento da União Europeia (Chambers *et al.*, 2017).

b) Perspectivas sobre o conhecimento e desenvolvimento sustentável

Nesta classificação, encontram-se os artigos 2, 4, 8 e 18, conforme o *ranking* calculado pela equação *InOrdinatio*, demonstrado na Tabela 3. O desenvolvimento sustentável agrícola

não está unicamente ligado aos aspectos ambientais, mas também aos aspectos sociais e econômicos (CHAMBERS; JIGGINS, 1987). Nesta perspectiva, Teniwut *et al.* (2017) destacam a importância da transferência de conhecimento para a sustentabilidade das pequenas unidades agrícolas. Os autores debatem sobre a disposição dos agricultores familiares em transferir o conhecimento entre os membros das famílias para a transição de culturas produtivas.

Comparativamente ao estudo realizado na Indonésia (Teniwut *et al.* 2017), Gowing *et al.* (2008) realizaram um estudo sobre a transformação na atividade agrícola na África. O foco de estudo desses autores (Gowing *et al.* 2008), baseou-se na intenção de transição de agricultura convencional para a agricultura sustentável, onde a disposição dos agricultores para a criação de redes de inovação e troca de conhecimento é o principal mecanismo de transferência de conhecimento e inovação.

O desenvolvimento sustentável também está presente nos movimentos de preservação da produtividade rural, com movimentos ativos que buscam impedir a instalação de indústrias em áreas rurais. Conforme explanam Lisec *et al.* (2014), a consolidação de terras, é um movimento que busca a união de agricultores para proteger a terra e promover a produtividade das lavouras, não permitindo que as terras se tornem improdutivas, abrindo possibilidade para a instalação de indústrias que causam poluição e degradação das áreas rurais.

c) Conhecimento formal e informal

Nesta classificação, são analisados os artigos classificados com números 5, 6 e 12. Cottier e Panizzon (2004) trazem a discussão de propriedade intelectual de agricultores. Os autores apresentam a perspectiva legal sobre o conhecimento gerado nas propriedades, justificando o que é configurado como conhecimento tradicional, ou seja, a busca por resultados relacionados à agricultura para evitar falhas de mercado. A transferência de conhecimento formal foi abordado por Elliott (2017), no caso da Inglaterra e a curta duração das chamadas “universidade âncora”.

Essas universidades foram criadas para aumentar o acesso de comunidades rurais e isoladas não foram bem-sucedidas em função de apresentar uma realidade muito diferente aos alunos, mantendo uma distância muito grande entre o mundo de aprendizado e o mundo de trabalho (ELLIOTT, 2017). Por outro lado, Fisher (2013) explorou em seu estudo o papel dos laços sociais para a construção de relações confiança e no fornecimento de oportunidades de informação. O ‘capital social’, assim definido pelo autor, tem fundamental importância para a troca de conhecimento e o surgimento de potencialidades de crescimento para as pequenas propriedades rurais.

d) Assistência técnica e extensão rural

Aqui, classificamos os artigos de número 7, 14, e 16, conforme suas abordagens de estudo. Outra realidade de atuação de ‘universidades âncora’, que abordamos anteriormente, está relacionada à assistência técnica e extensão rural (ATER), atividade competente ao governo, porém as universidades e centros de pesquisa se tornam importante para implementação dessa assistência, fornecendo educação e prestando serviços de consultoria (MIAH *et al.*, 2009). Essa assistência demanda de profissionais extencionistas, que no entendimento de Landini *et al.* (2017) carecem de estratégias de treinamento repensadas, para superar a abordagem tradicional de transferência de conhecimento para os agricultores.

Ao encontro desse pensamento, Pilgrim et al. (2007) em seu estudo, defendem que o conhecimento acumulado pelos agricultores, oriundos da educação formal, como a ATER e da informal como o capital social, é vital para a sustentabilidade do ecossistema e das propriedades rurais. Nesse estudo, os autores apontam a capacidade de transferência de informação, conhecimento e tecnologia, chamado por eles de conservação de ‘ecolaborismo’, como meio de maximização da utilização de recursos locais.

e) Conhecimento e cultura

Classificamos aqui, os artigos numerados, conforme a classificação *InOrdinatio*, como 9, 10, 11, 17 e 20. Inicialmente analisamos o estudo realizado por Levidow *et al.* (2014), que abordam a agricultura de base agroecológica, onde são aplicadas três vertentes, a ciência, a prática agrícola e a social. Os autores abordam a relação “conformismo x transformação” na transição de agricultura convencional para agricultura de base agroecológica, e valorizam a transformação como ponto forte para a disposição dos agricultores em adquirir conhecimento, informação e tecnologias novas de cultivo. Bitzer *et al.* (2013) corroboram com esse pensamento, afirmando que, ao transferir conhecimento para os agricultores, isso representa uma fonte de mudança tecnológica.

No estudo de Gotor *et al.* (2017), realizado em dois países da América do Sul, Bolívia e Peru, encontrou-se que a implantação de um programa de desenvolvimento voltado ao uso sustentável da diversidade de grãos andinos demonstrou um impacto positivo na subsistência dos agricultores, na geração de renda e no desenvolvimento rural. Os autores perceberam que o estímulo em utilizar a agrobiodiversidade local através de uma maior transferência de conhecimento resulta em melhorias eficazes para os pequenos agricultores.

Sob outra perspectiva, Lorenz *et al.* (2013) abordam as dificuldades para pequenos agricultores adotarem estratégias produtivas, em função das estatísticas existentes. Os autores identificaram que as informações detalhadas e específicas sobre culturas, sequencias e técnicas de gestão de solo são concentradas em culturas únicas, sendo assim, deficientes para o incentivo de rotação de culturas. Já do ponto de vista de Bertolini e Cavicchioli (2016), a partir do estudo feito na Europa, a sobrevivência das pequenas propriedades rurais está diretamente ligada à transferência de conhecimento informal, ou seja, de geração para geração, como forma de manter o foco produtivo, ou seja, está ligada à disponibilidade de um sucessor dentro do núcleo familiar. Nesse sentido, defendem que “os formuladores de políticas devem desenvolver políticas para melhorar o capital humano e aumentar a inovação na agricultura, a fim de tornar as oportunidades de emprego mais jovens comparáveis às de seus pares em outros setores” (Bertoni & Cavicchioli, 2016, p. 746).

3.2 Relacionando antropotecnologia e o processo de transferência de conhecimento na agricultura familiar

O fato de não obtermos retorno positivo na mineração das bases de dados utilizando o termo antropotecnologia é, ao mesmo tempo motivador, por indicar um vasto campo de estudos é, também, preocupante visto que a agricultura é uma atividade produtiva antiga, e pesquisas relacionadas a esse tema ainda não foram publicadas. Portanto, faremos aqui uma relação entre antropotecnologia e o processo de transferência de tecnologia na agricultura familiar, na tentativa de direcionar as pesquisas aqui relacionadas ao encontro das publicações científicas que tratam de antropotecnologia.

As investigações sobre antropotecnologia surgiram com Alain Wisner (Cohen; 2012, Ferreira; 2012) configurando, inicialmente, com base nos conhecimentos de ergonomia, um campo de estudo voltado à melhoria nas condições de vida no trabalho (Geslin, 2012). Seguindo essa

lógica, percebemos que esses estudos são aplicáveis à agricultura familiar, uma vez que diversos autores (Gowing *et al.*; 2008, Mekonnen *et al.*; 2015, e Uckert *et al.*; 2017) apresentam as tentativas desses agricultores em aplicar inovações nas formas de trabalho, mesmo que muito discretas.

A visão apresentada por Cohen (2012) retrata a necessidade de compreender as diversas dimensões que aborda a antropotecnologia, por meio da criação de laços, redes, conexões de grupos ou indivíduos. Ponto também enfatizado por Meacham (2017), que aborda a inseparabilidade da herança e das trocas sociais, culturais e tecnológicas entre indivíduos, mecanismos ou instituições. Novamente associamos a antropotecnologia à agricultura familiar, tendo essa visão claramente presente nas trocas de conhecimento entre grupos de agricultores, abordado por Elliott (2017) como capital social, e as trocas de conhecimento entre instituições formais e agricultores, representada pela ATER, com o acompanhamento, aconselhamento desenvolvimento de estratégias de melhoria produtiva e gerencial (PILGRIM *et al.*, 2007; MIAH *et al.*, 2009; & LANDINI *et al.*, 2017).

Por fim, relacionamos o estudo de Abeysekera e Shahnavaz (1987), onde os autores defendem que em um processo de transferência de tecnologia bem sucedido devem ser analisados, sistematicamente, três fatores: (a) tecnológicos, ou seja, a segurança dos sistemas, os tipos de tecnologia disponível e necessária; (b) antropológicos, referentes a características fisiológicas, nível de conhecimento e preferências; e (c) socioeconômicos, representados pela cultura, valores sociais e políticos, disponibilidade de mão de obra, entre outros. Visto isso, associamos a carência de estudos antropotecnológicos na agricultura familiar com a profunda análise de tais fatores, estando eles presentes no meio rural, e tão importantes, quanto em empresas urbanas, como abordam Mekonnen *et al.* (2015), em relação aos fatores tecnológicos, a importância da adoção de assinatura de telefonia móvel, por exemplo, Fisher (2013), em relação aos fatores antropológicos, que discute a relação entre conhecimento formal e informal nas pequenas propriedades rurais familiares, e Bertolini e Cavicchioli (2016), em relação aos fatores socioeconômicos, apontando a cultura de transferência de conhecimento entre gerações,

4. Conclusões

O objetivo traçado para este estudo foi analisar os mecanismos de transferência de conhecimento, informação e tecnologia voltados ao desenvolvimento rural e ao fortalecimento da agricultura familiar. Adotamos como uma das palavras-chave o termo antropotecnologia, ou seja, o papel e o cuidado com o homem na transferência de conhecimento e, com isso, percebemos que esse processo com homem do campo é valorizado em duas frentes, formal e informal. Ou seja, o homem é capaz de aprender em seu meio, junto da família e demais agricultores, e também é capaz de aprender e transferir conhecimento de maneira formal, com auxílio de extensionistas de universidades e centros de pesquisas.

A partir do levantamento do portfólio e classificação com a metodologia *Methodi Ortinatio* foram analisados vinte estudos realizados em diferentes regiões do mundo. Por meio

da leitura de conteúdo foi possível classificar que a transferência de conhecimento e tecnologia aconteceram sob 5 abordagens: Informação e tecnologia voltadas ao desenvolvimento rural; Perspectivas sobre o conhecimento e desenvolvimento sustentável; Conhecimento formal e informal; Assistência técnica e extensão rural; e Conhecimento e cultura. Com essa classificação, tornou-se possível compreender o foco de cada abordagem e, principalmente, as características de cada uma. Cabe registrar que os processos de transferência de conhecimento e tecnologia voltados ao desenvolvimento rural deve ser alinhado à fatores específicos das localidades, como a cultura local, que afeta diretamente a cultura de gestão das propriedades agrícolas familiares.

Por fim, salienta-se a importância da realização desse estudo, visto a particularidade desse setor produtivo e sua necessidade de novos conhecimentos e tecnologias. Sabe-se que a agricultura familiar é responsável pela produção da diversidade de alimentos pelo mundo e, no entanto, não costuma adotar processos altamente tecnológicos e mecanicistas na produção. Por outro lado, pode-se notar que mesmo os processos mais simples de transferência de conhecimento e tecnologia são de extrema importância para o desenvolvimento dos pequenos agricultores, e que merecem mais estudos exploratórios. Neste sentido, buscamos salientar tais características por meio de análises em estudos nacionais e internacionais, a fim de compreender as características do processo de transferência de conhecimento e tecnologia para esse público.

5. Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio recebido para o desenvolvimento deste estudo.

6. Referências

- Abeysekera, J. D. A.; Shahnavaz, H. (1987). *Ergonomics of technology transfer*. International Journal of Industrial Ergonomics, 1, 265-272.
- Aker, J. C. (2013). *Dial “A” for Agriculture A Review of Information and Communication Technologies for Agricultural Extension in Developing Countries*. Center for Global Development.
- Bertoni, D.; Cavicchioli, D. (2016). *Farm succession, occupational choice and farm adaptation at the rural-urban interface: The case of Italian horticultural farms*. Land Use Policy, 57, 739-748.
- Bitzer, V. (2013). *Exploring the potential of intersectoral partnerships to improve the position of farmers in global agrifood chains: findings from the coffee sector in Peru*. Agriculture and Human Values, 30, 5-20.
- Bonfiglio, A.; ET AL. (2017). *Are rural regions prioritizing knowledge transfer and innovation? Evidence from Rural Development Policy expenditure across the EU space*. Journal of Rural Studies, 53, 787-87.
- Brasil. *Lei N° 13.502, DE 1° de novembro de 2017*. Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios. 2017. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13502.htm>. Acesso: 30 de abr de 2019.
- Chambers, R.; Jiggins, J. (1987). *Agricultural Research for Resource-Poor Farmers Part II: A Parsimonious Paradigm*. Agricultural Administration and Extension, 27, 109-128.
- Cohen, Y. (2012). (2012). *La antropotecnología: un programa singular en la historia de las ciencias del trabajo*. Laboreal, 3, 41-66.
- Cottier, T.; Panizzon, M. (2004). *Legal perspectives on traditional knowledge: The case for intellectual property protection*. Journal of International Economic Law, 7, 371-400.
- Elliot, G. (2018). *Widening higher education participation in rural communities in England: An anchor institution model*. International Review of Education.
- FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. *International Policy Centre for Inclusive*

- Growth United Nations Development Programme. 2015.
- Ferreira, L. L. (2012). *Introducción al texto “La antropotecnología, ¿herramienta o trampa?” de Alain Wisner*. Laboreal, 3, 11-14.
- Fisher, R. (2013). ‘A gentleman’s handshake’: *The role of social capital and trust in transforming information into usable knowledge*. Journal of Rural Studies, 31, 13-22.
- Geslin, P. (2012). *La circulación de los hombres y las técnicas. Reflexiones sobre la antropotecnología*. Laboreal, 3, 32-40.
- Gotor, E.; et al. (2017). *Assessing the benefits of andean crop diversity on farmers’ livelihood: insights from a development programme in Bolivia and Peru*. Journal of International Development.
- Gowing, J. W.; Palmer, M. (2008). *Sustainable agricultural development in sub-Saharan Africa: the case for a paradigm shift in land husbandry*. Soil use and management, 24, 92–99.
- Lado, C. (1998). *The transfer of agricultural technology and the development of small-scale farming in rural Africa: Case studies from Ghana, Sudan, Uganda, Zambia and South Africa*. GeoJournal, 45, 165-176.
- Landini, F.; et al. (2017). *Towards a new paradigm for rural extensionists’ in-service training*. Journal of Rural Studies, 51, 158-167.
- Leal, P. F.; Flores, R. S. (2013). *El Comportamiento Innovador en Valor Agregado del Sector Agrícola en el Estado de Sinaloa*. Journal of Technology Management & Innovation, 8.
- Levidow, L.; et al. (2014). *Agroecological Research: Conforming-or Transforming the Dominant Agro-Food Regime? Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38, 1127–1155.
- Lisec, A.; et al. (2014). *Land owners’ perception of land consolidation and their satisfaction with the results – Slovenian experiences*. Land Use Policy, 38, 550–563.
- Lorenz, M.; et al. (2013). *A methodological approach for deriving regional crop rotations as basis for the assessment of the impact of agricultural strategies using soil erosion as example*. Journal of Environmental Management, 127, 37-47.
- Meacham, D. (2017). *Introduction: Critiquing technologies of the mind: enhancement, alteration, and anthropotechnology*. Phenomenology and the Cognitive Sciences, 16, 1-16.
- Mekonnen, D.K.; et al. (2015). *Innovation systems and technical efficiency in developing-country agriculture*. Agricultural Economics, 46, 689–702.
- Miah, S.J. (2009). *A methodology to allow rural extension professionals to build target-specific expert systems for Australian rural business operators*. Expert Systems with Applications, 36, 735–744.
- O'Donoghue, C.; Heanue, K. (2016). *The impact of formal agricultural education on farm level innovation and management practices*. The Journal of Technology Transfer.
- Pilgrim, S.; Smith, D.; Pretty, J. (2007). *A cross-regional assessment of the factors affecting ecoliteracy: implications for policy and practice*. Ecological Applications, 17, 1742–1751.
- Rao, N. H. (2007). *A framework for implementing information and communication technologies in agricultural development in India*. Technological Forecasting & Social Change, 74, 491–518.
- Reece, J.D.; Sumberg, J. (2003). *More clients, less resources: toward a new conceptual framework for agricultural research in marginal areas*. Technovation, 23, 409-421.
- Teniwut, W. A. (2017). *Family vs Village-Based: Intangible View on the Sustainable of Seaweed Farming*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 89.
- Theodorakopoulos, N.; et al. (2012). *Transferring technology from university to rural industry within a developing economy context: The case for nurturing communities of practice*. Technovation, 32, 550-559.
- Uckert, G.; et al. (2017). *Farmer innovation driven by needs and understanding: building the capacities of farmer groups for improved cooking stove construction and continued adaptation*. Environmental Research Letters, 12.

Transferência de tecnologia no programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar da Universidade Federal do Paraná: um estudo de caso

Andrea Paula Segatto

Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
aps@ufpr.br

Eduardo De-Carli

Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
edc.carli@gmail.com

Ananda Silva Singh

Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
a.singh@uol.com.br

Rodrigo Luiz Morais-da-Silva

Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Administração, Brasil
rodrigolms.silva@gmail.com

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

Este estudo objetiva promover uma análise do processo de Transferência de Tecnologia realizado pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), por meio das atividades desenvolvidas no Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar para o desenvolvimento de novas tecnologias, de novas variedades da cana-de-açúcar. Para tanto, delinea-se um estudo de caso único realizado na UFPR com intuito de identificar os principais aspectos que envolvem tal processo a partir do ponto de vista da instituição. Foi possível notar que se cria um estímulo ao desenvolvimento de conhecimentos sobre uma determinada variedade de cultivar da cana-de-açúcar por meio da interação entre as dez universidades e também com seus parceiros, tendo em vista desenvolver uma variedade geneticamente mais desenvolvida que possibilite, por exemplo, o alcance de maior produtividade. Foi a transferência de tecnologia no decorrer do processo que possibilitou o desenvolvimento de diversas novas variedades de cultivares e de *expertises* por todos os integrantes do projeto, estimulando-se a concorrência para desenvolvimento tecnológico pelas universidades do qual a UFPR angaria diversos benefícios e tende a continuar sendo beneficiada por eles.

Palavras-chave

Transferência de Tecnologia; Cooperação Interorganizacional; Estudo de Caso; Cana-de-açúcar

1. Introdução

O fator-chave para o avanço da sociedade e para as inovações tecnológicas organizacionais está no desenvolvimento do conhecimento e nas interações que ocorrem nesse percurso. A capacidade que se possui para mudar o ambiente ‘natural’ está em desenvolver inovações a partir de conhecimentos (Leydesdorff, 2018), para manter e alcançar novos

mercados (Carayannis, Samara, & Bakouros, 2015). Tende-se ao progresso ao se estabelecer conhecimentos e aprendizagem como base à inovação (Lundvall, 2007). É nessa perspectiva que se enquadra a Transferência de Tecnologia (TT).

A TT consiste em uma interação intencional entre duas ou mais entidades, com o objetivo de aumentar o conhecimento transferido/tecnologia (Battistella, Toni, & Pillon, 2016; Petroni, Verbano, Bigliardi, & Galati, 2013) e estimular a inovação (Rajalo & Vadi, 2017). A TT implica em absorção, difusão ou criação de novas tecnologias (Barbieri, 1990; Bozeman, Rimes, & Youtie, 2015) que impulsionam o desenvolvimento econômico e social (Mazurkiewicz & Poteralska, 2015), estimulam as inovações e melhorias no andamento das atividades (Pueyo et al., 2011).

A implementação da TT ajuda na redução de custos e no aumento da competitividade das empresas (Kaushik et al., 2014). Utiliza-se TT para adquirir tecnologia e conhecimentos que estão sistematizados e unidos nos processos produtivos e para desenvolver inovações, o que tende a gerar vantagem competitiva e garantir o crescimento econômico (Pagani et al., 2016).

TT envolve pessoal, comunicação, informação, troca de recursos e estrutura adequada, pois em suas atividades há conhecimento, riscos e benefícios compartilhados (Kaushik, Kumar, Luthra, & Haleem, 2014; Rogers et al., 2001). Nas cooperações interorganizacionais, compartilha-se recursos e competências complementares com vistas ao desenvolvimento de conhecimentos (De- Carli, Segatto, & Alves, 2016), assim como no desenvolvimento tecnológico em que há a TT.

Transferir tecnologia é a base para que organizações elevem a produção de suas inovações (Carayannis et al., 2015), para que desenvolvam conhecimentos e aprimorem suas atividades. Isso ocorre tendo em vista que a transferência de conhecimento também está vinculada a aspectos em que uma organização aprende com a experiência de outra (Easterby-Smith et al., 2008). Nesse sentido, desenvolve-se o *know how* e o transmite entre as partes que se relacionam, por exemplo, na relação de cooperação entre universidades (De Silva & Rossi, 2018), entre cooperações de universidades e empresas (Noveli & Segatto, 2012), para que a tecnologia saia de um lugar e seja efetivada em outro (Carayannis et al., 2015).

A transferência de conhecimento interorganizacional envolve pelo menos duas organizações e, portanto, é necessário entender a dinâmica interativa entre essas organizações (Easterby-Smith, Lyles, & Tsang, 2008). O conhecimento é um fator primordial na TT; pois é o principal recurso transferido entre as pessoas (Pagani et al., 2016) e é a partir dele que ocorre troca de informações, recursos, conhecimentos técnicos e experiências (Bozeman, 2000; Bozeman et al., 2015).

Há que se destacar que a transferência de conhecimento é um fenômeno complexo e, na prática, a transferência bem-sucedida não é frequentemente fácil de alcançar, vez que pode haver impeditivos e/ou barreiras. “A transferência de conhecimento entre organizações traz mais complexidade devido à natureza multifacetada das fronteiras, culturas e processos envolvidos” (Easterby-Smith et al., 2008, p. 677). no processo de aprendizagem do conhecimento para desenvolver uma tecnologia, há três tipos de conteúdo a ser transferido: i) bens e equipamentos, ii) habilidades e *know-how* para utilização e manutenção dos equipamentos e iii) conhecimento para gerir as mudanças tecnológicas (Pueyo, Garcia, Mendiluce, & Morales, 2011). São esses os conteúdos que serão analisados neste artigo.

Segundo Elmuti, Abebe e Nicolosi (2005), Cecere et al. (2014), Rajalo e Vadi (2017), Huang e Chen (2017), nas pesquisas acadêmicas está uma das chaves para oportunidades de transferência de tecnologias. Sengupta e Ray (2017) destacam que o desempenho passado de uma universidade ao longo do pilar de pesquisa fortalece o pilar da transferência de

conhecimento, por meio de canais de comercialização e engajamento acadêmico. Isso ocorre porque as universidades possuem papel central, principalmente devido à sua capacidade única de produzir conhecimento científico de fronteira (De Silva & Rossi, 2018; Etzkowitz, 2017).

Quando considerada a TT em universidades, Caldera e Debande (2010) afirmam que as políticas internas de TT da universidade e a natureza e o tipo de intermediários são fatores importantes que influenciam o desempenho das universidades. Frente a tais aspectos, considera-se que o processo de TT ocorre para que seja possível ‘caminhar’ no desenvolvimento tecnológico, sendo que tal transferência possibilita desenvolver maiores habilidades, por meio das quais explore-se a tecnologia com algum propósito.

Cabe às universidades desenvolver e partilhar atividades de pesquisa, “estimulando-se o intercâmbio de informações, conhecimento e resultados. Isso aumenta muito a capacidade e a abrangência nacional dos resultados da pesquisa e inovação” (Daros, Zambon, & Oliveira, 2016, p. 43), pois há um estímulo ao desenvolvimento tecnológico, via concorrência no desenvolvimento de novas tecnologias por essas instituições, cada qual aproveitando-se dos recursos que possui e de como os coloca em prática nesse processo.

É nessa perspectiva que esse estudo se enquadra, vez que analisa o processo de Transferência de Tecnologia em universidades, especialmente na UFPR para o desenvolvimento do programa de intercâmbio de pesquisadores. Para isso, buscou-se uma rede de dez Universidades Federais brasileiras que constituem a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento Sucroenergético (RIDESA) que desenvolvem variedades de cana-de-açúcar e que integram o “Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar” (PMGCA).

2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, uma vez que se trabalhou com interpretações das realidades sociais (Bauer & Gaskell, 2002) em que é possível realizar estudos aprofundados para apresentar as opiniões de participantes (Yin, 2016) como no caso delineado, ou seja, do participante acerca do processo de transferência de tecnologia no projeto analisado. Nesse tipo de abordagem, procura-se analisar um fenômeno a partir da perspectiva dos autores, com base na interpretação do caso em estudo (Merriam, 2009).

Também é delineada como uma classificação descritiva, com intuito de identificar e obter informações que destaquem o estudo em si (Collis & Hussey, 2005) e características que o determinem. Tal descrição advém do delineamento do estudo de caso, em que se procura analisar com profundidade um determinado fenômeno, considerando aspectos de ‘como’ e ‘por quê’ tal fenômeno ocorre (Yin, 2015).

O caso em questão é o PMGCA e sua seleção para o estudo ocorreu pois era o mais profícuo realizado até o momento da coleta de dados, pela UFPR, vez que é o projeto mais vultuoso, há transferência de tecnologia, há mais de 25 anos de pesquisa e já gera royalties para a universidade. A coleta de dados pautou-se em diversas fontes de evidência, para que seja possível aprofundar o entendimento (Yin, 2015) e triangular os dados, contribuindo assegurar a validade interna e confiabilidade do estudo. Desse modo, foram realizadas três entrevistas em profundidade com o pesquisador ex-coordenador do projeto [E1], sendo que a primeira foi realizada com o intuito de (i) conhecer e familiarizar-se com o projeto, bem como levantar seus participantes; a segunda entrevista visou (ii) buscar maiores detalhes acerca de como o projeto é desenvolvido dentro da UFPR e das interrelações desenvolvidas com as outras universidades, e, por fim, uma terceira entrevista foi conduzida para fins de (iii) verificação da veracidade das informações, de possíveis falhas de entendimento e

complementação das informações obtidas anteriormente. Além disso, foram realizadas quatro entrevistas com o então vice coordenador do projeto [E2], seguindo as mesmas prerrogativas da entrevista anterior. Dessas entrevistas, foram geradas 3h25m de conversas gravadas no período entre setembro de 2017 a outubro de 2018, totalizando 59 páginas transcritas, além da possibilidade do acompanhamento de duas reuniões presenciais feitas com todos os integrantes da rede que ocorreram em agosto de 2018.

Para análise desses dados, é proposta a Análise de Conteúdo, com objetivo de analisar as informações obtidas nas entrevistas, estabelecendo-se categorias de análise relacionadas ao processo de TT e embasadas na literatura: (i) bens e equipamentos, (ii) habilidades e *know-how* para utilização e manutenção dos equipamentos e (iii) conhecimento para gerir as mudanças tecnológicas (Pueyo et al., 2011).

Após classificados os dados, foram realizadas inferências frente aos dados coletados e à teoria da temática aqui tratada (como se desenvolve o processo de transferência de tecnologia no caso estudado). Em relação ao rigor da pesquisa, considerou-se aspectos de validade, com informações acerca da realidade, e confiabilidade, com objetivo de propiciar a replicação do estudo e, conseqüentemente, para que se possa chegar à saturação das informações (Merriam, 2009).

3. Apresentação e Discussão dos dados

- Apresentação do caso

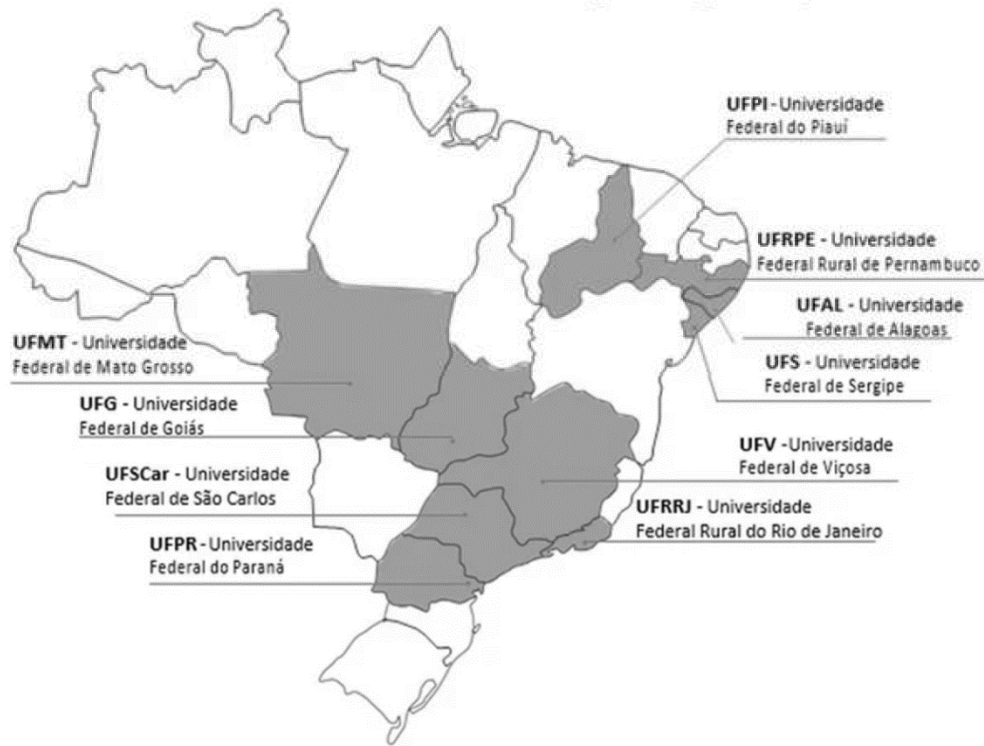
A origem do PMGCA, caso em questão, advém do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), “uma autarquia da administração federal brasileira”, criado em 1933, como um órgão do então Ministério da Indústria e Comércio, que objetivava regulamentar a produção de açúcar no país e o fomento à produção do álcool, sendo que “seus objetivos eram orientar, fomentar e realizar o controle da produção de açúcar e álcool e de suas matérias-primas em todo o território nacional brasileiro” (Daros et al., 2016, p. 25).

No IAA, criou-se em 1971, o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (Planalsucar) para realizar pesquisas com a cultura da cana-de-açúcar. Daros et al. (2016) afirmam que o programa nasceu no sentido de apoiar produtoras tradicionais de cana-de-açúcar para atender às demandas de álcool. Com isso, novos espaços agrícolas foram agregados ao processo produtivo, gerando interesse de novos empresários e expansão da área cultivada de cana-de-açúcar. Mas, em 1989, esse programa foi encerrado por questões políticas.

Com a extinção de tal instituto, universidades públicas federais brasileiras incorporaram as unidades e as pesquisas do Planalsucar. Uma Nota Técnica, da Secretaria do Desenvolvimento Regional da Presidência da República do Brasil, em 1990, definiu o modelo para o programa de melhoramento da cultura da cana-de-açúcar. Assim, a responsabilidade dos trabalhos de pesquisa foi transferida das Coordenadorias Regionais do Planalsucar para uma rede de Universidades Federais. A partir de então, criou-se a RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético).

Este é um projeto desenvolvido atualmente por dez universidades públicas federais brasileiras (Figura 1), que devem desenvolver e partilhar atividades de pesquisa “entre todas as universidades, estimulando-se o intercâmbio de informações, conhecimento e resultados. Isso aumenta muito a capacidade e a abrangência nacional dos resultados da pesquisa e inovação” (Daros et al., 2016, p. 43), por meio de acordos de parceria.

Figura 1 - Instituições Federais de Ensino Superior participantes da RIDESA.



Fonte: Ridesa (2019).

Uma das universidades parceiras é a UFPR, que possui sede em Curitiba – PR. Ela iniciou a participação na RIDESA em 1992, a partir da integração de duas estações experimentais, localizadas em Paranavaí e Bandeirantes, ambas no estado do Paraná e que até então estavam sob supervisão da UFSCAR. Com a transmissão de “toda a estrutura e acervo técnico e de pessoal [...] iniciaram-se as tratativas de como iria ocorrer a condução do programa de cana-de-açúcar” (Daros et al., 2016, p. 50). Atualmente a UFPR conta com 25 usinas e associações como unidades conveniadas (Ridesa, 2018). Cabe destacar que a participação efetiva da UFPR esteve (e está) atrelada à Fundação da Universidade Federal do Paraná (FUNPAR), que tem por objetivo: ensino; pesquisa; extensão; desenvolvimento institucional, científico e tecnológico; assistência social; e promoção à saúde, cultura e proteção ambiental. Uma vez que a FUNPAR tem como negócio, a prospecção e gestão de projeto e sua missão é promover ações para o desenvolvimento na área de ensino, pesquisa e extensão, em apoio à UFPR e à sociedade (FUNPAR, 2019), é por meio dela que os processos de cooperação passaram a ser geridos e por meio da qual foi possível dar agilidade às atividades.

- Processo de Transferência de Tecnologia

O primeiro passo da UFPR na RIDESA consistiu em desenvolver uma variedade de cana-de-açúcar da UFPR: “Nós levamos 18 anos [entre 1992 e 2010, ano em que houve a primeira grande entrega de material da UFPR], e qual foi o trabalho da UFPR durante esses 18 anos? Primeiro, tentar obter uma variedade da UFPR [...] segundo, pegar as outras variedades... testá-las e colocá-las para eles para plantio”, conforme E1.

Para que fosse possível à UFPR adquirir essas variedades, a universidade estabeleceu

parcerias com outras universidades que fazem parte da RIDESA. O objetivo inicial estava em trocar e testar materiais, para que fosse possível identificar os melhores e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento de uma variedade própria. Então E1 destaca que “nesta rede os materiais vieram, foram testados e a gente indicava os melhores. Até a gente estabelecer os nossos. Então esse foi o grande mérito, também”. Ao receber os materiais, evidenciou-se a possibilidade de utilização dos que melhor se adequavam à realidade local, sendo que a experiência desenvolvida com os testes passaria a ser trocada/transferida ao parceiro.

Cabe destacar que a evolução das pesquisas demandou da capacidade de interligação com parceiros, algo que propiciou um salto qualitativo e desenvolvimento de melhorias tecnológicas a partir da TT. “Em vez de quinhentas mil [mudas por 3 mil m²], nós fomos pra 10 milhões”. Houve um evoluir tecnológico, que se altera e amplia com o desenvolvimento do projeto e com a integração de procedimentos técnicos. Isso está atrelado, conforme afirma E2, a parceria firmada no campo para o desenvolvimento de inovações colaborativas, pois “cada usina tem uma área que é plantada com as variedades da RIDESA [...], nosso projeto faz parcerias com as usinas também porque elas montam experimentos dentro das usinas, [em relação às] matérias que estão sendo desenvolvidas para tentar achar as melhores *variedades*”. Com a integração e transferência de tecnologias com as usinas, tornou-se possível evoluir na pesquisa da cana-de-açúcar.

Transferir tecnologia possibilita que os parceiros construam meios e/ou mecanismos por meio dos quais venham a desenvolver habilidades e capacidades para desenvolver melhores atividades, seja pela capacitação técnica, ou pela expansão de *know how*, ou pelo desenvolvimento de conhecimentos e *expertise* com as quais aprimorem-se práticas, como já destacado. Conforme E1, “Nós temos 10 programas de melhoramento, o melhor programa de melhoramento hoje, tá dentro da Universidade Federal do Paraná. É por isso que nós somos conhecidos. É por isso que nós nos tornamos conhecido. A Universidade, não nós, indiretamente daí cê comenta: - ‘Ah, é o [Professor X], é o [Professor Y], é outro...”, não não, é Universidade. Olha nós somos uma equipe, pessoal, ninguém faz nada sozinho e eu tenho mais 18 caras no campo pra me ajudar”. Dessa interação e troca de informações, experiências e conhecimentos tanto entre pesquisadores, quanto entre os demais integrantes que participam do cultivo da cana-de-açúcar é que se desenvolve a TT.

Ao fazerem isso na universidade, foi possível desenvolver inúmeras inovações tecnológicas de cana-de-açúcar, que poderiam atender ao Brasil inteiro, segundo afirma E1: “a Universidade tem a competência pra ficar com a responsabilidade da pesquisa e obtenção das variedades de cana para o Brasil inteiro”. Foram criados conhecimentos colaborativos a partir de cooperações universidade-empresa e universidade-universidade (via rede), que foram capazes de estimular e desenvolver esse tipo de melhorias.

Processos de TT tornaram-se cada vez mais comuns, vez que, com isso, possibilitou-se desenvolver melhorias nas variedades de cultivares de cana-de-açúcar para que pudessem vir a ser plantadas pelas usinas parceiras das universidades. Fato é que o processo de TT realizado sob coordenação da UFPR possibilitou que, no caso do Estado do Paraná, viessem a ser desenvolvidos mecanismos para a capacitação de profissionais. Como afirma o entrevistado E1: “dá pra usar as instituições, nós usamos muito a Universidade Estadual de Maringá [UEM] também [...] nas pesquisas que nós fizemos em conjunto [...] as pesquisas que nós realizamos, o pessoal da UEM entrou. Cedemos áreas pra mestrado, doutorado deles nas estações, nas unidades”.

Ao ceder áreas para mestrado e doutorado, possibilitou-se uma troca de informações, e uma interrelação entre as instituições para o desenvolvimento de conhecimentos conjuntos, em

que uma parte acabou por contribuir com a outra na formação de recursos humanos ainda mais capacitados, com a troca de experiências e know how. Da interligação ocorrida no intercâmbio com pesquisadores de distintas áreas e habilidades, que traziam conhecimentos de suas práticas em diferentes regiões, tornou-se possível a TT.

Outra maneira de tal ênfase ocorrer está na transferência de tecnologia delineada no decorrer do processo com o setor produtivo. E1 destaca: “o que que a Universidade fez de tão bem também? Bom, nós somos ensino. Ótimo! Então o que que nós temos que oferecer? Vamos oferecer ensino. Aí dá-lhe simpósio, dá-lhe curso, pra tudo que é lado [...] e o nosso ‘grand finale’ foi quando descobrimos a residência agrônômica na Federal Rural do Rio de Janeiro. E aí nós colocamos dentro de 30 usinas 110 agrônomos novos”. Essa troca de experiências levou a maiores conhecimentos e, conseqüentemente, abriu possibilidades para a capacitação de pessoal e para um melhor desenvolvimento de tecnologias.

Cabe destacar que a residência agrônômica aqui citada consiste na capacitação de profissionais recém-formados na área de agronomia. Tal residência consiste em “um programa voltado a Engenheiros Agrônomos recém formados, que visa promover o aprimoramento de conhecimentos, habilidades e atitudes indispensáveis ao exercício da Agronomia por meio de intensivo treinamento profissional em serviço, sob supervisão, além de desenvolver senso de responsabilidade ética no exercício de suas atividades profissionais” (UFRRJ, 2018).

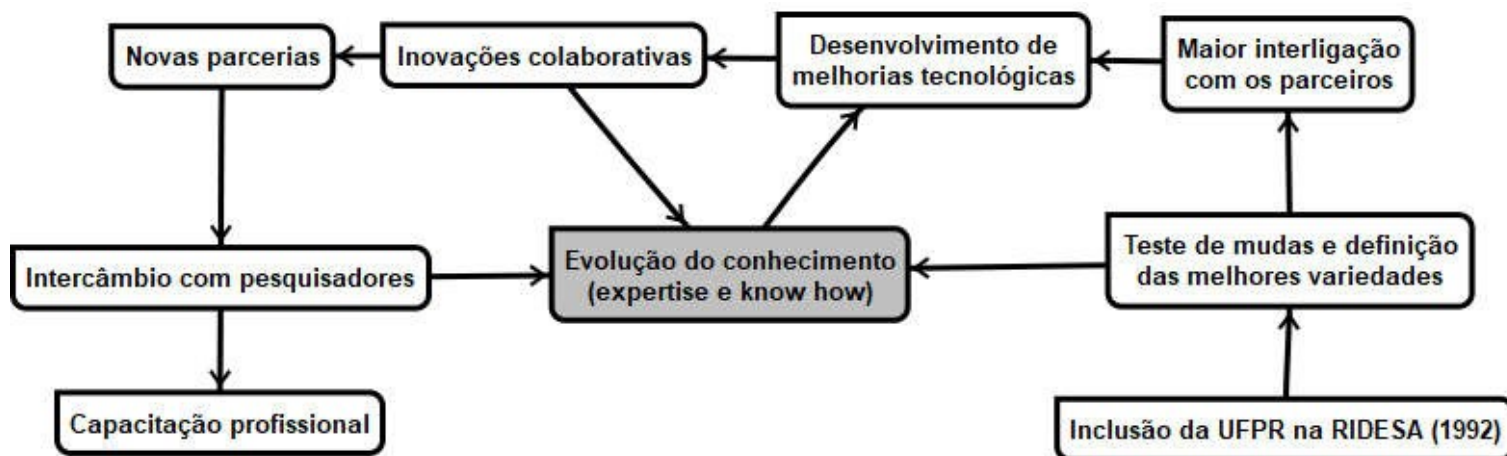
Isso ocorreu tendo em vista que muitos profissionais formados tinham poucas oportunidades de mercado devido à pouca experiência com o cultivo da cultura da cana-de-açúcar. Para capacitá-los, foi criado o programa de residência pelo período de um ano. Por ser possibilitado o acesso a agrônomos de qualquer parte do Brasil, facilitava-se o acesso a distintos conhecimentos. Aliado a isso, outro ponto de desenvolvimento de tecnologias está na expertise criada, por exemplo, por meio de estudos desenvolvidos dentro da própria UFPR: E1 aponta: “Modificamos o programa de melhoramento, ó, eu levei 18 anos, mas hoje eu tô liberando material com 6. O resto [as demais universidades da RIDESA] tá com 15. Nós inventamos de liberar com 6 [...] pela expertise criada. Criada como? Uma tese de meu orientado. Bolamos um negócio, fomos lá, deu certo, pô, então vamos fazer assim. Então nós fizemos algo que hoje tá revolucionando”. Ao realizar diferentes maneiras de desenvolver a produção, agregou-se conhecimento às práticas, inclusive com maiores tentativas de ‘pôr em prática’ novas maneiras de realizar o desenvolvimento tecnológico dos cultivares de cana-de-açúcar.

Neste sentido, transferir tecnologias está intrinsecamente relacionada ao intercâmbio de informações e conhecimentos, algo que é desenvolvido e passado de professor para professor dentro da instituição, principalmente dos mais velhos para os mais novos. Isso torna possível capacitá-los à continuidade das atividades e a desenvolver cada vez mais expertises, para que se tenha continuidade no desenvolvimento de inovações tecnológicas e, inclusive, para que projetos como o da RIDESA continuem. Para E1, “nós tamo saindo antes, tamo nos preparando pra aposentar pra junto com eles a gente fazer essa caminhada e não esperar até o último dia [...] só nossa Universidade tem continuidade. As outras não tem ninguém que substitua o coordenador. Coordenador vai sair e o projeto vai ficar...”.

Mas para que o projeto fique, além de pessoas capacitadas, é preciso que haja uma continuidade no desenvolvimento de variedades, de desenvolvimento tecnológico. De acordo com E1, a competição é algo que ‘puxa’ o desenvolvimento de inovações”. De acordo com E1, “Universidade é competição, cara, senão como é que nós vamos crescer? [...] o setor, muito espertamente, o que que ele começa a dizer? A variedade do Paraná é melhor, a variedade de Viçosa é melhor. E isso é um provocativo pra nós, isso foi provocativo pras universidades, isso é ótimo porque ninguém ficou parado [...] A próxima geração nós treinamos assim também pra

ser extremamente competitivo”. A partir do texto descritivo, um esquema explicativo do processo de TT Transferência de Tecnologia na UFPR dentro da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento Sucroenergético (RIDESA) pode ser elaborado, como apresentado na Figura 2:

Figura 2 - esquema explicativo do processo de TT Transferência de Tecnologia na UFPR dentro da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento Sucroenergético (RIDESA)



Fonte: Autores (2019)

Isto posto, nota-se que o processo de transferência de tecnologia delineado pela UFPR está, primordialmente, nas interrelações que ocorrem por meio da troca de *expertises*, de habilidades e de conhecimento técnico, que possibilitam que pesquisadores tenham cada vez mais habilidades técnicas para a produção dos cultivares de cana-de-açúcar, inclusive com a possibilidade de transferirem seus conhecimentos para outras instituições, de modo a estimular que o processo de TT torne-se cada vez mais profícuo.

4. Discussão

Universidades desenvolvem conhecimento científico de fronteira (De Silva & Rossi, 2018; Etzkowitz, 2017), tendo em vista que produzem inúmeros conhecimentos a partir dos quais surgem inovações (Leydesdorff, 2018). Nesse sentido, o transferir tecnologias nas e pelas universidades está atrelado à natureza e tipo de tecnologia a ser transferida, algo que ocorre tendo em vista que o desenvolver de pesquisas acadêmicas (Huang & Chen, 2017; Rajalo & Vadi, 2017) torna-se a fonte de evolução, pois o conhecimento é necessário para gerir mudanças tecnológicas (Pueyo et al., 2011).

A transferência de tecnologias no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar tem sido algo fundamental à evolução das atividades, principalmente porque há uma relação ganha-ganha na troca de experiências permitindo a realização das atividades de modo cada vez mais profícuo (Easterby-Smith et al., 2008), pois a tecnologia vai de um lugar para o outro para ser explorada (Carayannis et al., 2015; Petroni et al., 2013). Desenvolve-se um processo de interação por meio do qual há avanço na produção de novos conhecimentos (Battistella et al., 2016).

No caso em análise, foi possível verificar o intercâmbio entre pesquisadores dentro da própria rede RIDESA, aliado também as trocas e transferência de tecnologias entre seus

parceiros. Fato é que, ao desenvolver o cultivo de uma melhoria genética no campo, é possível verificar as características de clima, solo etc., elementos capazes de afetar seu desenvolvimento. Na interação com os demais parceiros e com o pessoal que trabalha no campo, é possível verificar a evolução das inovações tecnológicas cultivadas.

Cabe destacar que, para que isso ocorra, é preciso troca de informações, recursos, conhecimentos técnicos e experiências (Bozeman, 2000; Bozeman et al., 2015), sendo o conhecimento o principal dos recursos (Pagani et al., 2016), como pode ser observado no caso estudado. A troca de informações pelos integrantes da rede, aliada aos conhecimentos técnicos e experiências desenvolvidas no decorrer de 25 anos de parceria possibilitou a expansão das pesquisas e conhecimentos científicos. Porém, isso só ocorre porque a UFPR desenvolve uma trajetória de pesquisas, algo que afeta positivamente a TT (Sengupta & Ray, 2017).

Há de se ressaltar que o intercâmbio de pesquisadores entre as universidades, juntamente com a possibilidade de capacitação criada pelo programa de residência agrônômica, mostra-se ferramentas de TT capazes de possibilitar que a formação de novos trabalhadores contribua para eventuais ganhos.

Ao estabelecer uma trajetória de pesquisas, aliada à interrelação com demais instituições, abre-se a possibilidade de compartilhamento de riscos e benefícios (Kaushik et al., 2014; Rogers et al., 2001), vez que resultados satisfatórios (ou não) das pesquisas sobre uma determinada variedade eram partilhados aos demais integrantes. Sendo assim, ganhava-se tempo, redução de custos e melhoria de qualidade na evolução das pesquisas, além de melhorias na interrelação entre pesquisadores.

Com melhoria na interrelação, com mais pessoal, mais comunicação, informação e troca de recursos (Kaushik et al., 2014), expandiram-se conhecimentos a partir da integração de ideias (Bozeman, 2000; Pagani et al., 2016), aliado à absorção, difusão, criação de novas tecnologias (Bozeman et al., 2015; Mazurkiewicz & Poteralska, 2015). Não raro, a TT realizada aumentou a produção de inovações (Carayannis et al., 2015), visto o elevado número de inovações genéticas de cana-de-açúcar desenvolvidas cada vez mais em menor tempo (por exemplo a redução de 18 para 6 anos de liberação de novas variedades da cana-de-açúcar pela UFPR).

Ainda assim, são evidenciadas barreiras. O cultivo é desenvolvido muitas vezes numa parceria entre a universidade e demais organizações (como as usinas de cana-de-açúcar). Além disso, há dificuldade na execução de processos e na localização das unidades (Easterby-Smith et al., 2008). Interligar-se com o setor produtivo pode ser outra barreira enfrentada pelas universidades públicas federais brasileiras, tendo em vista a demora na formalização de contratos, a burocracia em excesso, dentre outros aspectos. Todos esses acabam por afetar, ainda que indiretamente, os processos de TT desenvolvidos pela UFPR.

5. Considerações Finais

Esse estudo surgiu com o intuito de demonstrar os principais aspectos no processo de TT realizada pela UFPR e seus parceiros no Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar. Evidenciou-se que no processo de TT passa-se conhecimentos entre fases para produção de novas tecnologias, principalmente via acesso a fontes externas de tecnologia, em que se observa o que foi feito, qual o conhecimento lá instalado, evitando perda de recursos (Barbieri, 1990). Ao desenvolver um programa de melhoramento genético na instituição, a UFPR passou a realizar pesquisas e a formar pessoal cada vez mais capacitado para isso.

Nota-se que há uma busca constante por desenvolver e expandir conhecimentos, para

que seja possível interligar-se aos demais integrantes da rede e evoluir continuamente. Isso ocorre tendo em vista que transferir tecnologia possibilita que organizações elevem a produção de suas inovações (Carayannis et al., 2015), fator esse verificado nesta pesquisa. Ao analisar quais características o cultivar de cana-de-açúcar possui, pelo conhecimento dos pesquisadores e pela habilidade adquirida nos anos de experiência e de troca de informações, desenvolve-se uma tecnologia (um novo cultivar) ainda melhor, em um menor espaço de tempo, muitas vezes diminuindo custos.

Desse modo, das relações desenvolvidas por intermédio da rede de pesquisa desenvolvida em conjunto por dez universidades federais, via RIDESA, tornou-se possível desenvolver a pesquisa da cana-de-açúcar de modo cada vez mais enfático, pois criou-se um estímulo ao desenvolvimento de pesquisas com as quais uma universidade viesse a desenvolver mais conhecimentos sobre uma determinada variedade do cultivar, tendo em vista conquistar maior produtividade. Foi a transferência de tecnologia no decorrer do processo que possibilitou o desenvolvimento de diversos novos cultivares e *expertises* por todos os integrantes do projeto, do qual a UFPR angariou e tende a continuar tendo benefícios.

Frente a tais aspectos, algumas lacunas que possibilitam eventuais pesquisas futuras puderam ser notadas, como a análise de eventuais parceiros e suas perspectivas frente à transferência de conhecimentos e tecnologia no decorrer dos processos de interação. Também é possível de se verificar como as demais universidades participantes da rede entendem seus processos de TT e como lidam com seus parceiros, algo que abriria a possibilidade de um estudo multicase frente a tais prerrogativas.

Como todo estudo acadêmico, há que se notar eventuais limitações desencadeadas no decorrer da pesquisa, por exemplo, com a ordem temporal, vez que o levantamento dos dados foi realizado no decorrer de um ano, porém com acesso a poucos pesquisadores. Outra limitação foi o acesso aos pesquisadores, visto que dois professores participantes da coordenação das atividades na UFPR não se dispuseram a participar da pesquisa, pois julgaram suficiente os aspectos elencados pelos pesquisadores entrevistados.

Ainda assim entende-se que a pesquisa em si contribui para a temática da área, vez que levanta aspectos centrais do processo de TT por universidades. Ao desenvolver prerrogativas voltadas à interrelação, à difusão e expansão de conhecimentos, os processos por meio dos quais esse conhecimento é partilhado torna-se fundamental para que haja um contínuo desenvolvimento de melhorias.

6. Referências

- Barbieri, J. C. (1990). *Produção e Transferência de Tecnologia*. São Paulo: Editora Ática.
- Battistella, C., Toni, A. F. De, & Pillon, R. (2016). Inter-organisational technology/knowledge transfer: a framework from critical literature review. *The Journal of Technology Transfer*, 41(5), 1195–1234. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10961-015-9418-7>
- Bauer, M. W., & Gaskell, G. (2002). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4–5), 627–655. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S00487333990001>
- Bozeman, B., Rimes, H., & Youtie, J. (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44(1), 34–49.
- Caldera, A., & Debande, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39(9), 1160–1173. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2010.05.016>
- Carayannis, E. G., Samara, E. T., & Bakouros, Y. L. (2015). *Innovation and Entrepreneurship: Theory, Policy*

- and Practice*. Cham: Springer.
- Cecere, G., Corrocher, N., Gossart, C., & Ozman, M. (2014). Technological pervasiveness and variety of innovators in Green ICT: A patent-based analysis. *Research Policy*, 43(10), 1827–1839. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2014.06.004>
- Collis, J., & Hussey, R. (2005). *Pesquisa em administração* (2nd ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Daros, E., Zambon, J. L. C., & Oliveira, R. A. (2016). *Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar da UFPR: 25 anos de pesquisa*. (E. Daros, J. L. C. Zambon, & R. A. de Oliveira, Eds.) (1ª). Curitiba: Editora Graciosa.
- De-Carli, E., Segatto, A. P., & Alves, F. S. (2016). Capacidades Relacionais na Cooperação Interorganizacional: uma Proposição Teórica. In *Anais do XXIX Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica* (pp. 1–8). São Paulo: Anpad. Retrieved from http://www.anpad.org.br/~anpad/eventos.php?cod_evento=5&cod_evento_edicao=85&cod_edicao_subsecao=1319
- De Silva, M., & Rossi, F. (2018). The effect of firms' relational capabilities on knowledge acquisition and cocreation with universities. *Technological Forecasting and Social Change*, 133, 72–84. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.004>
- Easterby-Smith, M., Lyles, M. A., & Tsang, E. W. K. (2008). Inter-Organizational Knowledge Transfer: Current Themes and Future Prospects. *Journal of Management Studies*, 45(4), 0022-2380. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/4993107_Inter-Organizational_Knowledge_Transfer_Current_Themes_and_Future_Prospects
- Elmuti, D., Abebe, M., & Nicolosi, M. (2005). An overview of strategic alliances between universities and corporations. *Journal of Workplace Learning*, 17(1), 115–129. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/13665620510574504>
- Etzkowitz, H. (2017). Innovation Lodestar: The entrepreneurial university in a stellar knowledge firmament. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 122–129. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.026>
- Funpar, F. da UFPR (2019). Fundação da Universidade Federal do Paraná. Retrieved may 03, 2019, from <http://www.funpar.ufpr.br/>
- Huang, M.-H., & Chen, D.-Z. (2017). How can academic innovation performance in university– industry collaboration be improved? *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 210–215. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.024>
- Kaushik, A., Kumar, S., Luthra, S., & Haleem, A. (2014). Technology transfer: Enablers and barriers - A review. *International Journal of Technology Policy and Management*, 14(2), 133–159. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/261297216_Technology_transfer_Enablers_and_barriers_-_A_review
- Leydesdorff, L. (2018). Synergy in Knowledge-Based Innovation Systems at National and Regional Levels: The Triple-Helix Model and the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*, 4(2), 16. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/joitmc4020016>
- Lundvall, B.-A. (2007). National Innovation Systems—Analytical Concept and Development Tool. *Industry & Innovation*, 14(1), 95–119. <http://doi.org/10.1080/13662710601130863>
- Mazurkiewicz, A., & Poteralska, B. (2015). Barriers to technology transfer at R&D organisations. In R. P. Dameri & L. Beltrametti (Eds.), *10th European Conference on Innovation and Entrepreneurship*. Reading: Academic Conferences and Publishing International Limited. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/290911719_Barriers_to_technology_transfer_at_R_D_organisations
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research: a guide to design and implementation*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Noveli, M., & Segatto, A. P. (2012). Processo de Cooperação Universidade-Empresa para a Inovação Tecnológica em um Parque Tecnológico: Evidências Empíricas e Proposição de um Modelo Conceitual. *Revista de Administração e Inovação - RAI*, 9(1), 81–105. Retrieved from http://www.revistas.usp.br/rai/article/viewFile/79251/pdf_65
- Pagani, R. N., Zammar, G., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. (2016). Technology transfer models: typology and a generic model. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 14(1), 2016. Retrieved from <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJTTC.2016.079923>
- Petroni, G., Verbano, C., Bigliardi, B., & Galati, F. (2013). Strategies and determinants for successful

- space technology transfer. *Space Policy*, 29(4), 251–257. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026596461300060X>
- Pueyo, A., Garcia, R. G., Mendiluce, M., & Morales, D. (2011). The role of technology transfer for the development of a local wind component industry in Chile. *Energy Policy*, 39(7), 4274–4283. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/227415720_The_role_of_technology_transfer_for_the_development_of_a_local_wind_component_industry_in_Chile Rajalo, S., &
- Vadi, M. (2017). University-industry innovation collaboration: Reconceptualization. *Technovation*, 62–63(December 2015), 42–54. <http://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.04.003>
- Ridesa, R. I. para o D. do S. S. (2018). Universidades Federais Ridesa. Retrieved September 30, 2017, from <https://www.ridesa.com.br/universidades>
- Ridesa, R. I. para o D. do S. S. (2019). Universidades Federais Ridesa. Retrieved may 03, 2019, from <https://www.ridesa.com.br/universidades>
- Rogers, E. M., Rogers, E. M., Takegami, S., Takegami, S., Yin, J., & Yin, J. (2001). Lessons learned about technology transfer. *Technovation*, 21, 253–261.
- Sengupta, A., & Ray, A. S. (2017). University research and knowledge transfer: A dynamic view of ambidexterity in british universities. *Research Policy*, 46(5), 881–897. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2017.03.008>
- UFRRJ. (2018). Programa de Residência em Agronomia. Retrieved January 13, 2019, from <http://www.residenciaemagronomiaufrj.com.br/editais/edital-07-2018/>
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamentos e Métodos* (5ª). Porto Alegre: Bookman. Yin, R. K. (2016). *Pesquisa Qualitativa: do início ao fim*. Porto Alegre: Penso.

Rol de las oficinas de transferencia tecnológica en México y Colombia: Avances y retos

Flórez, Gonzalez Sandra Viviana

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de [Ingeniería Industrial], Colombia.

sandra.florez03@usc.edu.co

Pineda, López Larissa

Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas [Oficina de Vigilancia y Transferencia de Tecnología lpineda@ciatec.mx]

Resumen

Las Oficinas de Transferencia de Tecnología o de conocimiento (OTT, OTRIS u OTC) se han convertido en un instrumento articulador de la política de Ciencia y Tecnología, que permiten generar y ejecutar procesos de crecimiento y desarrollo económico relacionados a la innovación; refiriéndonos a la generación de beneficios sociales o económicos por la comercialización de los productos tecnológicos generados en Instituciones educativas (IES o CI). Por medio de la vinculación entre los diferentes actores que se involucran en estos procedimientos, que en el léxico especializado constituye la triple hélice; es decir: gobierno, empresas e instituciones educativas. Y tanto en México como en Colombia, se hace el análisis ya que existen elementos culturales y organizacionales en los agentes del Sistema de Innovación Nacional que los hace comparables.

Se considera de relevancia el análisis de las OTRIS, OTT u OTC ya que en ellas se genera el proceso de transmisión del saber hacer (know-how), de conocimientos científicos y/o tecnológicos y de tecnología de una organización a otra. Se trata por tanto de un proceso de transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos para desarrollar nuevas aplicaciones, por lo que es un factor crítico para el proceso de innovación y la competitividad (COTEC, 1999).

Este artículo en la primera parte hace un recorrido por los conceptos y modelos alrededor de la transferencia tecnológica; en la segunda parte se aproxima al contexto en Colombia y México; y en la tercera, concluye planteando la necesidad de fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación para impulsar con mayor decisión el proceso de transferencia tecnológica, enfatizando los avances y retos en los dos países. La debilidad en los Sistemas Nacionales de Innovación de Colombia y México está relacionado directamente con el porcentaje del gasto en I + D que en Colombia es solo del 0.24% del PIB, en México es 0.5% del PIB, mientras que en Brasil es del 1,2% y en la OCDE del 2%. Lo que hace pensar que mientras no se destinen mayores recursos a estos campos se hace más complejo el camino hacia el desarrollo económico y la competitividad en los dos países.

Palabras clave

Sistema Nacional de Innovación, Oficinas de Transferencia Tecnológica, Competitividad y Sociedad del Conocimiento.

1. Introducción

Joseph Alois Schumpeter fue el precursor del paradigma de la sociedad del conocimiento en el que la innovación juega un papel determinante en el desarrollo económico, actualmente se cuenta con un marco conceptual amplio que refuerza el cambio de paradigma económico clásico en el que los factores de producción eran: capital, tierra y trabajo. En el enfoque Schumpeteriano se han definido otras variables generadoras de la innovación y cómo impacta en las organizaciones, basta decir que mundialmente está generalmente aceptado que la innovación es fundamental para el incremento de la competitividad por medio de su impacto en la productividad (Schumpeter, 1912 y OCDE, 2005).

En este nuevo paradigma económico, social y tecnológico en el que el *core* es la innovación, entendida como la generación de beneficios sociales y/o económicos derivados del desarrollo de productos, procesos o servicios dada la capacidad inventiva generada en empresas solas o en vinculación con IES¹ en un marco regulatorio que incide o dirige el gobierno para que sea generada la innovación de manera sistemática se ha encontrado que se debe lograr articular *un sistema* en el que convergen recursos, capacidades y competencias organizacionales de los agentes participantes, geográficamente se han clasificado como Sistemas de innovación nacional, regional y/o estatal (Pineda, 2019)

Para los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), lograr la articulación efectiva para generar soluciones tecnológicas que considere y atienda las demandas del mercado es un hito relevante, razón por la cual se ha generado todo un análisis multi-variable que propicie un ecosistema de aprendizaje y cooperación colectiva, redes de intercambio de conocimientos y capacidades que resultan en ventajas competitivas para todos los agentes involucrados (Freeman, 1995 y Schmitz, 1995). El sector empresarial ha comenzado a buscar formas de aumentar la eficacia y eficiencia de sus procesos de innovación a través de la búsqueda de nuevas tecnologías e ideas, con el fin de crear valor para sus clientes y/o usuarios (Pedraza et. al, 2013). Es por ello que se está recurriendo a esquemas de vinculación con centros de investigación y universidades como fuentes de conocimiento que permitan obtener insumos para la innovación.

En este tipo de esquemas de vinculación se presentan algunos factores importantes, como lo es el tipo de conocimiento que sólo posee cada uno de los que participan durante la estructuración y/o ejecución de un proyecto, lo cual es conocido como tácito. Este conocimiento es un activo intangible con un claro potencial para la construcción de una ventaja competitiva sostenible (Ordóñez de Pablos, 2001, p.92). Este conocimiento tácito, en ocasiones, es complejo para ser transferido a través de documentos escritos, por lo que el conformar redes personales se convierte (Arce, 2017)

En el caso de las IES, su rol ha evolucionado a un agente dinámico que inciden en el desarrollo económico de las naciones ya que es en esta institución del entorno meso, donde se articulan los instrumentos de política educativa, científica y tecnológica de una unidad geográfica, por lo que se ha detectado que posee tres misiones: la primera es educación, la segunda es investigación y el consenso es generalizado en la literatura

¹ Este es el término acuñado en la literatura de la Sociedad del Conocimiento, el cual también incluye a las Universidades e Institutos Tecnológicos públicos o privados, así como Centros de Investigación.

sin embargo para la tercera misión, las IES deben establecer vínculos efectivos con el sector empresarial, para transferir o coadyuvar a la generación de conocimiento y tecnología útiles para la sociedad.

Aunque lo anterior es el consenso general, existen dos disertaciones teóricas que distinguen a las IES de América Latina de las economías desarrolladas. Las IES latinoamericanas pretenden dar cumplimiento a su tercera misión a través del modelo *technology push* lo cual genera desventajas desde el punto de vista de eficiencia en tiempo y recursos comparados con el modelo *market pull*. Una de estas limitaciones es en la valoración de tecnología que como parte del proceso de TT debería permitir la definición de un precio, así como la determinación de una forma de cobro, el diseño de los términos de transferencia más adecuados a ofrecer a potenciales interesados. Los métodos más comunes para valorar tecnologías (de costos, de mercado y de ingresos) se utilizan tanto en empresas como en universidades y centros de investigación. Su aplicación se enfrenta a situaciones y problemáticas distintas, según sea quien los aplique y en dónde. A pesar de la abundante literatura sobre la materia, pocos estudios empíricos se han publicado sobre las dificultades que obstaculizan la valoración de tecnologías en las universidades (Medellin et al, 2018)

Las OTRI, OTT u OTC son estructuras de intermediación creadas desde el sector científico encargadas de gestionar la I+D producida en el entorno universidad-empresa. Su principal objetivo es, por tanto, la actividad mediadora entre los grupos de investigación y las organizaciones públicas y privadas que se puedan beneficiar del conocimiento o tecnología generados para dichos grupos. Han de conocer y promocional la oferta institucional adecuadamente a la empresa, conociendo la demanda tecnológica sectorial (COTEC, 1999). Asimismo, son estructuras responsables de la gestión del conocimiento (OMPI, 2011) a fin de lograr la vinculación efectiva el sector productivo principalmente. Dentro de la articulación de política tecnológica y económica el gobierno de Colombia y México crearon mecanismos y programas para que las OTT se encarguen de las gestiones que generarán la comercialización de los resultados de las investigaciones universitarias al sector productivo, existiendo diversos mecanismos de conversión de valor que pueden ser: Creación de empresas, creación de spin off u out, producción, venta directa, alianzas estratégicas, asociaciones de riesgo, licenciamientos de activos de propiedad intelectual, transferencia de tecnología o franquicias (Medellín, 2011).

Es en este contexto en el que vemos coincidencias significativas entre México y Colombia, ya que sus universidades están mayoritariamente dedicadas a su trabajo de formación de capital humano e investigación y, en muchos casos, no realizan una labor eficiente al momento de comunicar el resultado de sus investigaciones. En el contexto Latinoamericano, aun no se cuenta con una masa crítica en universidades públicas, que impacten el sector empresarial y social, con productos, procesos y/o servicios derivados de su actividad inventiva, sobre todo que abonen a la competitividad internacional como si se puede observar en otras regiones del mundo (Pineda, 2019).

En el presente artículo analizaremos cómo los sistemas de innovación colombiano y mexicano, han implementado a las Oficinas de Transferencia de tecnología o conocimiento, cuales han sido sus avances, así como cuáles son sus áreas de oportunidad.

2. Origen de las Oficinas de Transferencia de Tecnología

Uno de los momentos clave en la historia de la transferencia de la tecnología fue en el año de 1980 en los Estados Unidos como una necesidad de aceleración de la transferencia desde la universidad a la empresa en el marco de la Ley Stevenson y Wydler y Bayh-Dole (OMPI, 2011). Se disponían las bases legales para la creación de alianzas de transferencia de tecnología entre ambos agentes, universidad y empresa. Más recientemente, a través del análisis realizado por la Comisión Europea en el Libro Verde de la Innovación y otros documentos análogos se evidencia que la entrada del nuevo concepto economía del conocimiento obliga a replantear el papel de la universidad como agente fundamental en la generación de nuevos conocimientos, así como a crear estructuras que favorezcan la transformación de los diversos lenguajes y objetivos finales e incorporar nuevos instrumentos de transferencia (COTEC, 2003).

Distintas estadísticas, por ejemplo las del Banco Mundial, de la CEPAL, de la OMPI y de la USPTO, convergen en demostrar que se produjo un incremento en la actividad destinada a la obtención de patentes y protección de los Derechos de Propiedad Intelectual (DPI) en América Latina durante la última década, como resultado de la aplicación, en algunos países de la región, de políticas en materia de innovación, ciencia y tecnología, así como de la existencia de un entorno político que ha también favorecido el establecimiento de Oficinas de Transferencia de Tecnología² (OMPI, 2011).

3. Modelos de Transferencia de Tecnología

La literatura señala que dentro de los modelos desarrollados para la transferencia de la tecnología los más destacados son: el modelo lineal y dinámico (Siegel, Waldman, & Link, 2003) y el de triple hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), cuya relevancia está en que integra el proceso de transferencia tecnológica como parte del proceso de innovación y porque además vincula al Estado como actor condicionante del proceso de transferencia tecnológica (López, J., Mejía, R., & Schmal, 2006).

3.1 Modelo Lineal

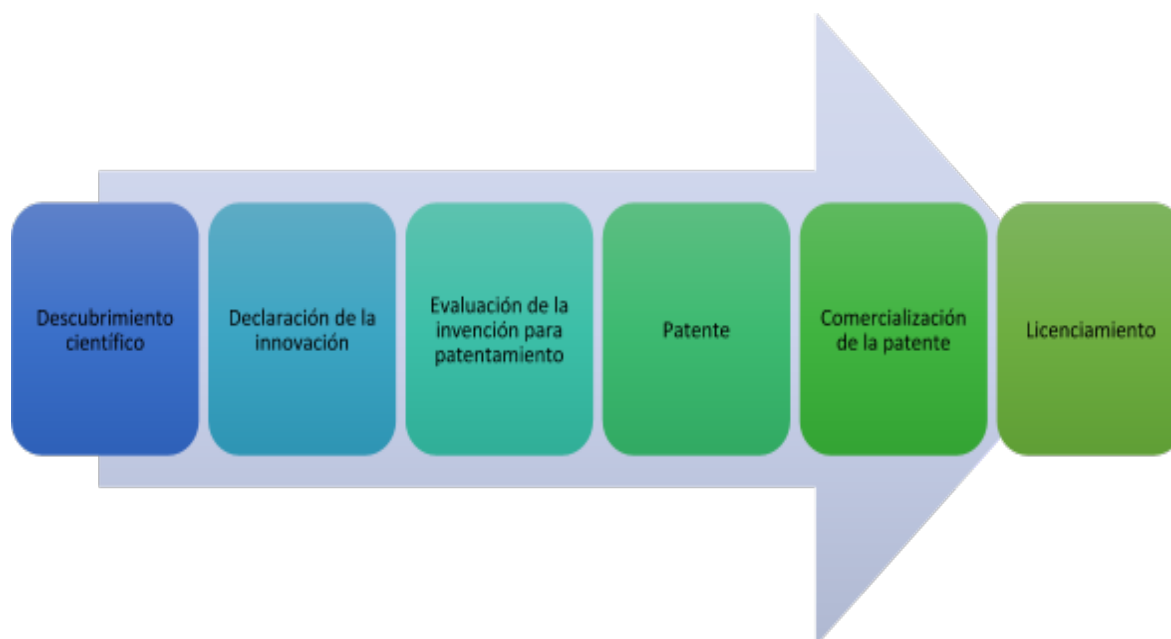
Este modelo plantea una secuencia lineal conformada por varias etapas, la primera empieza con el descubrimiento de una nueva invención por parte del científico o académico con potencial innovador y por ende con posibilidades de ser explotado a través del registro de una patente y su posterior comercialización en el mercado (ejemplo típico de los nuevos medicamentos). La OTT se encarga de todo el trámite legal y de transferencia al mercado. Es la encargada de todo el proceso de negociación con la empresa y del acuerdo de licencia; este acuerdo puede incluir beneficios como regalías o una participación en el patrimonio de una empresa start up (López, J., Mejía, R., & Schmal, 2006).

En la figura 1, el recorrido de la invención que va desde la invención hasta la comercialización, es representada mediante rectángulos y sobre ellos se muestra los

² Los Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT), oficinas de transferencia de conocimiento (OTC) y Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) son nombres que en la literatura sobre el tema se refieren a lo mismo por ello en el presente documento se usarán indistintamente.

actores que participan en cada una de las etapas del proceso.

Figura 1. Modelo Lineal



Fuente: (Siegel, Waldman, & Link, 2003)

Como se menciona anteriormente, el problema de este enfoque es la eficiencia en el tiempo, la intensidad de uso del recurso financiero se incrementa en cada etapa y normalmente tiene que ser solventado por las IES o un cliente potencial, cuando este encuentra los avances deben de ser ajustados a sus necesidades y de no conseguirse la meta tecnológica-económica, se tiene una salida para la transferencia, con lo cual la IES no puede conservar la Propiedad Industrial (PI) generada a nivel nacional e internacional.

3.2 Modelo Dinámico

Este Modelo surge a partir del análisis que realiza (Siegel, Waldman, & Link, 2003) sobre el proceso de transferencia de tecnología en diferentes universidades de los Estados Unidos.

Tabla 1. Supuestos del modelo

Supuestos del Modelo

1. Las universidades que proveen mayores incentivos a los investigadores generan más patentes
2. Mayor asignación de recursos para las OTRI genera más licencias
3. Las OTRI con más recursos se enfocan más en realizar labores de marketing en el mercado y la industria

4. Un bajo nivel de entendimiento cultural reduce la efectividad de los esfuerzos de comercialización

5. Un bajo nivel de entendimiento cultural impide la negociación de los acuerdos de licenciamiento

6. Las OTRI dirigidas por personas con experiencia y habilidades en mercadeo dedican mayores esfuerzos en establecer alianzas con empresas.

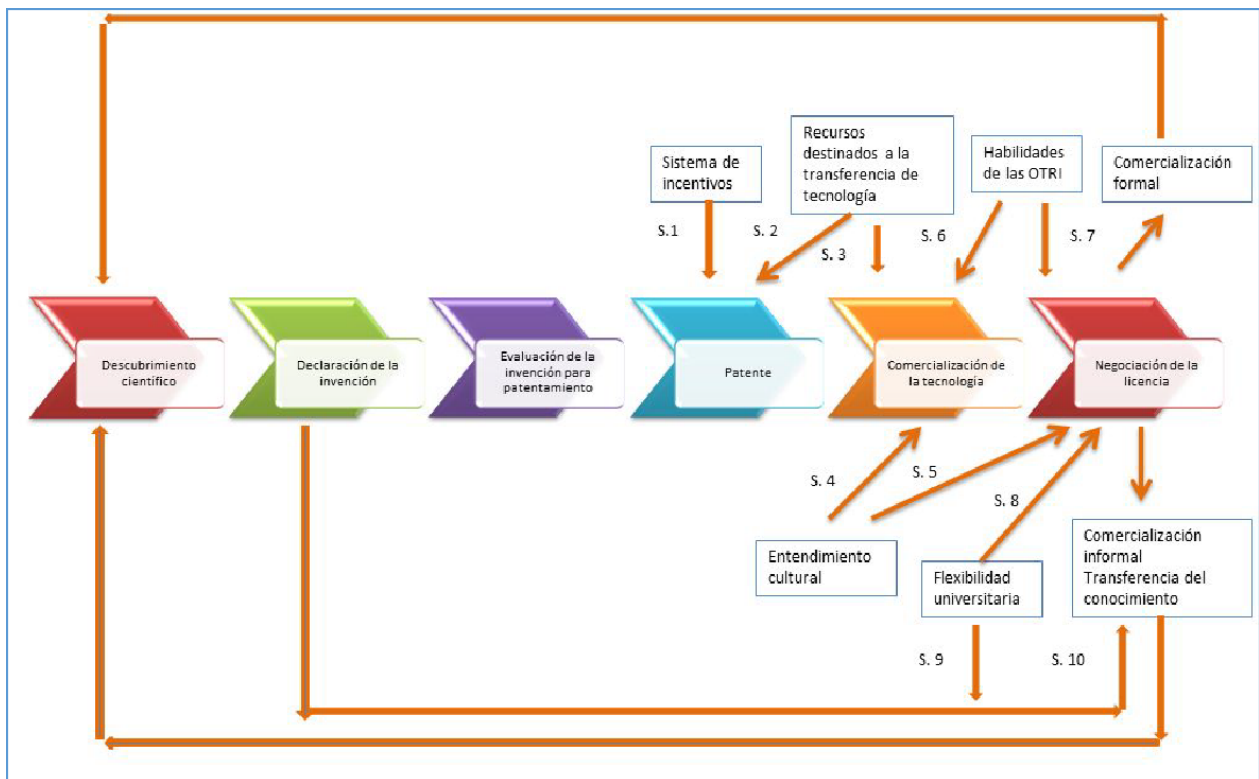
7. Las OTRI administradas por personas con habilidades y experiencia en negociación son más exitosas en concretar los acuerdos de transferencia

8. Baja flexibilidad de la universidad se deriva en un bajo índice de acuerdos de licenciamiento con las empresas.

9. Cuando la inflexibilidad de la universidad es alta, los investigadores tienden a evadir el proceso formal de transferencia y recurren a otros mecanismos informales

Fuente: (López, J., Mejía, R., & Schmal, 2006)

Figura 2. Modelo dinámico de transferencia de tecnología



Fuente: (Siegel, Waldman, & Link, 2003)

El modelo tiene como fin la transferencia de tecnología a través de la comercialización o la difusión, sean estas formales e informales. Ello requiere una

organización que contemple recursos de personal y tecnológicos, destinados a dicha transferencia, así como sistemas de compensación, incentivos y programas de capacitación para el desarrollo de habilidades para la comercialización. El recorrido que realiza el conocimiento incorporado en la invención hasta llegar a las empresas es más o menos fluido y puede representar más o menos ingresos para la universidad, dependiendo de las políticas y recursos que la misma haya dispuesto para la transferencia tecnológica y representados en los nueve supuestos básicos (López, J., Mejía, R., & Schmal, 2006 y Pineda, 2019).

La interacción de todos estos elementos configuran la capacidad para patentar y comercializar la tecnología, así como de negociar las licencias. Se puede observar que este modelo contempla los procesos tanto formales como informales de transferencia, además de identificar los factores determinantes de éxito en el proceso de transferencia, que tienden a omitirse tales como (López, J., Mejía, R., & Schmal, 2006):

- El entendimiento intercultural
- La preparación, conocimiento y habilidades de negociación por parte de las OTRI o de quienes desempeñan ese papel
- Los recursos que deben asignarse para la intermediación efectiva
- Los incentivos por parte de las IES para la investigación y desarrollo de las tecnologías transferibles

3.3 Modelo de la triple hélice

Las instituciones además de realizar las funciones que le son propias, también asumen funciones de las otras. Es el caso de universidades que crean empresas o que asumen roles comúnmente asociados al gobierno, como organizar el desempeño regional; también es el caso de aquellas empresas que cuentan con laboratorios de investigación y desarrollo destinados a crear nuevos conocimientos. La aparición de instituciones intermedias o híbridas, como agencias, pequeñas empresas u oficinas de transferencia de tecnología (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Figura 3. Modelo de la triple hélice



Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

Este modelo incluye todos los aspectos asociados al proceso de transferencia de resultados de investigación al mercado y además representa una interacción mucho más estrecha entre los diferentes actores. Sin embargo, la realidad ahora involucra a nuevos actores que sirven de interface tales como:

- Centros de Investigación independientes y adscritos a universidades.
- Grupos de investigación y desarrollo de las universidades.
- Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación, Unidades o programas de transferencia de tecnología de las Universidades.
- Institutos de Investigación y Extensión.
- Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico.
- Centros de Productividad (Centros regionales de Productividad)
- Parques Tecnológicos en proceso de organización.
- Centros de Formación Profesional del SENA (en el caso de Colombia).
- Redes de investigación y de Propiedad Intelectual.
- Sociedad con los mecanismos de participación pública

Las estructuras organizacionales anteriores originan las siguientes modalidades de transferencia de conocimientos y tecnologías:

- Transferencia de conocimientos y tecnologías universidad-empresa-sociedad o centro de investigación y desarrollo tecnológico-empresa-sociedad, a nivel nacional.
- Transferencia de tecnología de empresa a empresa.
- Transferencia de conocimientos y tecnología mediante la movilidad de investigadores en Organizaciones productivas y sociales.
- Transferencia internacional de tecnología.

Es importante destacar que para dar el debido cumplimiento a la tercera misión, se deben de contemplar:

Tabla 2. Capacidades y competencias ideales para las OTRIS/OTT/OTC

TECNOLOGÍA	ENTORNO
A mayor cercanía de la inversión con la frontera del conocimiento y la necesidad del usuario mayores posibilidades de éxito en la comercialización.	Recursos y experiencia en la conformación de las estrategias de comercialización Universitaria (Equipo OTT).
Disposición de insumos específicos en cada etapa de desarrollo de tecnología ya sea por alianza o posesión propia.	Existencia de mercado para la tecnología y sus aplicaciones.

Integración del paquete tecnológico ad hoc a las necesidades del usuario, generando el mayor valor posible.	Rentabilidad esperada de la inversión a realizar (Autoridades IES/ Usuario)
·Estrategia de Propiedad Intelectual (amplitud y tipo).	Usuarios interesados en la licencia o compra.
	Capacidades técnicas, organizacional y gestión para la adquisición, asimilación y adaptación de la tecnológica
	Acuerdos legales- contractuales claros y formalizados ajustados a las realidades de los involucrados.
	Madurez del modelo de gestión tecnológica de la IES y su alineación a su entorno.

Fuente: (Medellín. 2011), (Pineda 2011) y (Cervantes, 2007).

Las capacidades y competencias de una IES Emprendedora (Pineda, 2011 y Cervantes 2007) se distinguen de las IES enfocadas a la docencia e investigación ya que se fomenta activamente la creatividad, por medio de programas específicos, se puede tener implementado una gestión de la innovación o tecnología, como estrategia institucional para comercialización de conocimiento generado o vinculado, generando un círculo virtuoso entre los agentes de la triple hélice, con el cual se habilita la maduración de sus proceso, capacidades y competencias. Cabe mencionar que esta corriente de investigación ha integrado a la sociedad y el medio ambiente como la cuarta y quinta hélice (Carayannis et.al, 2012; Franco, 2015 y Pineda , 2019).

4. Contexto Binacional

Como ya se ha mencionado anteriormente Colombia y México comparten características en su marco regulatorio, contexto social, cultural, redes, estructura productiva y sistemas educativos, necesarias para el cumplimiento de la función de las oficinas de transferencia de tecnología, en el siguiente apartado se enuncian de manera general.

4.2 Colombia

El Decreto Ley 585 de 1991 formalizó en Colombia la idea de un Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SNCTeI), entendido como un mecanismo abierto, no excluyente, del cual forman parte todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología, independientemente de la institución pública, privada o de la persona que los desarrolle (CINDA, 2015). El CONPES 3582 de 2009 (DNP, 2009), presentó la política nacional de ciencia y tecnología. Gracias a esta política, en el 2017 Colombia mejoró 3,5 puntos porcentuales la calificación obtenida en el índice de competitividad agregada (ICA) elaborado por el Institute for Management Development (IMD). No obstante, en el escalafón general el país descendió tres posiciones para ocupar

el lugar 54 entre 63 economías. En el análisis de la región todos los países latinoamericanos incluidos en el escalafón general perdieron posiciones, salvo el líder regional Chile (que subió un lugar hasta el puesto 35). Por su parte, Colombia se mantiene por tercer año consecutivo en el tercer lugar en América Latina. Hong Kong es nuevamente el país más competitivo de la clasificación y Venezuela sigue en el fondo de la tabla (Institute for management development, 2017).

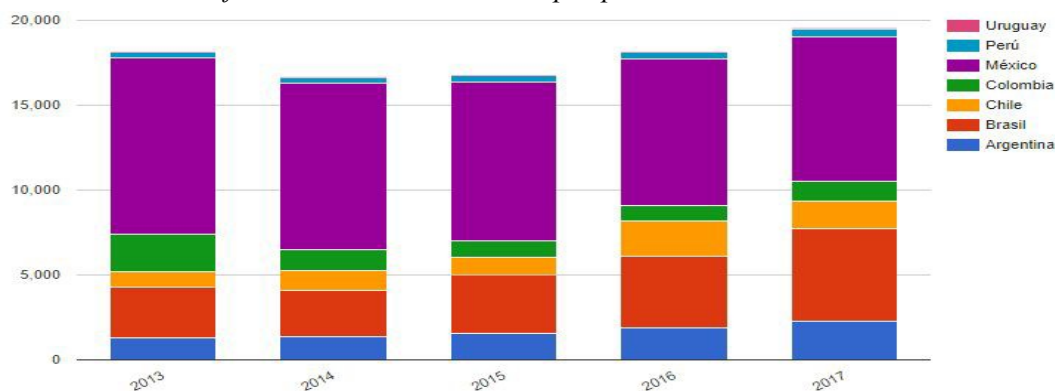
En cuanto al índice global de innovación 2018, Colombia se ubica en el puesto 63 entre 126 países superando a Brasil y recuperando dos posiciones con respecto al 2017 (University, INSEAD, & WIPO, 2018). En este sentido, la protección de la propiedad intelectual en Colombia presenta un bajo número patentes de invención (1164 concedidas en el 2018) en comparación con los países de la región como México (8510 en el 2018), como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3. Patentes concedidas por país latinoamericano

	Oficina	Oficina (código)	Origen	2013	2014	2015	2016	2017
1	Argentina	AR	Total	1.297	1.360	1.559	1.879	2.302
2	Brasil	BR	Total	2.972	2.749	3.411	4.195	5.450
3	Chile	CL	Total	898	1.168	1.058	2.077	1.574
4	Colombia	CO	Total	2.264	1.212	1.003	917	1.164
5	México	MX	Total	10.368	9.819	9.338	8.652	8.510
6	Perú	PE	Total	287	332	362	403	510
7	Uruguay	UY	Total		31	19		27

Fuente: OMPI, 2018

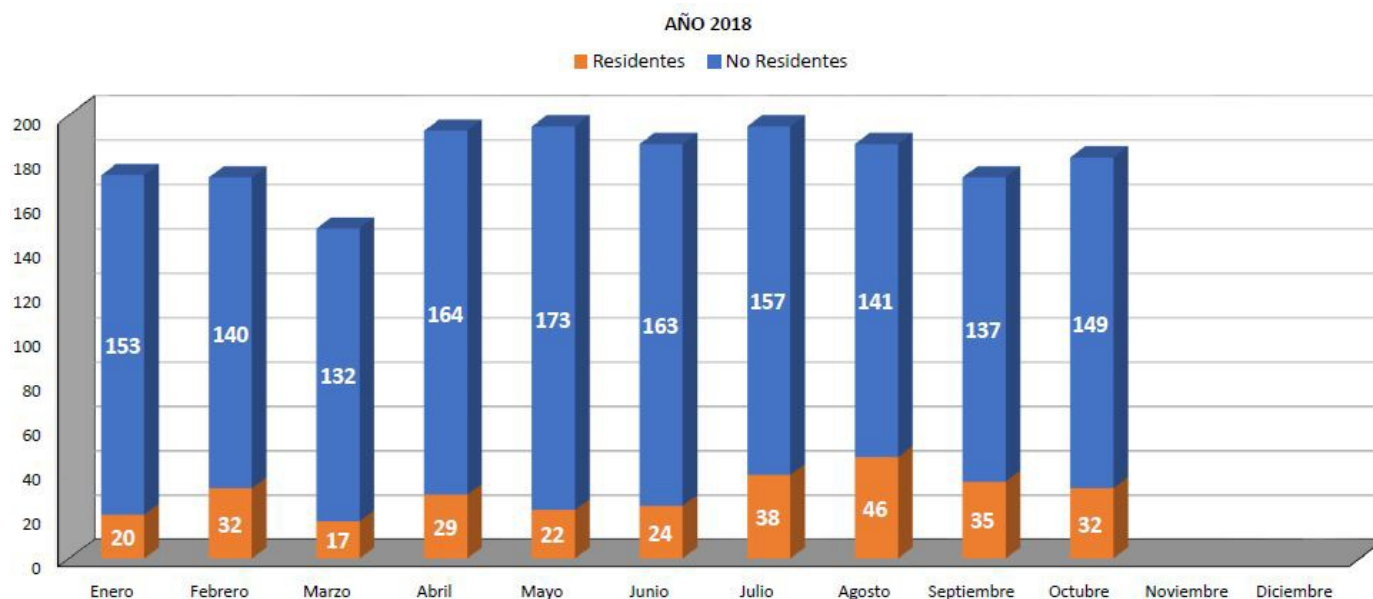
Gráfico 1. Patentes concedidas por país latinoamericano



Fuente: OMPI, 2018

El gráfico anterior presenta la distribución por país de las concesiones de patentes. Claramente se evidencia que México, Chile y Argentina son los países con mayor número de patentes concedidas. Específicamente, en el último año hasta el mes de octubre en Colombia (de acuerdo a la información obtenida), la mayoría de patentes de invención son solicitadas por no residentes, los Colombianos presentan un índice bastante bajo de solicitudes, como lo presenta el siguiente gráfico.

Gráfico 2. Solicitudes de patentes de invención



Fuente: SIC 2018

Una explicación para esta situación es que Colombia se encuentra muy por debajo de los líderes de la región en Ciencia y Tecnología. Esto puede deberse a diferentes factores, sin embargo, uno de los más importantes es que sólo el 0.2% del PIB es destinado a inversión en Ciencia y Tecnología en comparación con el promedio de los países de la OCDE (organización de la cual Colombia hace parte) que es del 2% del PIB. Recortes presupuestales al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) que es la entidad encargada de promover las políticas públicas para fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia. Así como, reformas tributarias, el proceso de paz con la extinta guerrilla de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) son otros factores que han influido en el desempeño del país en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En cuanto al entorno favorable para la TT en Colombia se puede concluir que el país ha mejorado considerablemente tal como se evidencia en los indicadores de patentes concedidas en Colombia. Así mismo, el SNCT eI a través de la política nacional de ciencia y tecnología ha impulsado el emprendimiento de base tecnológica como la mejor estrategia de transferencia, es así como en el año 2017 se firma la Ley No. 1838 de julio de 2017, por la cual se promueve la creación de empresas de base tecnológica (Spin Off) que permite a los docentes de universidades públicas ser parte de una empresa para el desarrollo y comercialización de una nueva tecnología sin causar un conflicto de

intereses con la institución. De igual manera, Colciencias ha motivado a las empresas del país a participar del desarrollo tecnológico nacional a través de las convocatorias de beneficios tributarios, innovación y desarrollo tecnológico como un instrumento eficaz para fomentar la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación y promover la competitividad en las empresas y el desarrollo de investigaciones de alto impacto para el país y el mundo.

Finalmente, un avance significativo es la aprobación para la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y la Alianza del Pacífico conformada por Colombia, México, Chile y Perú como estrategia para fortalecer la innovación y la competitividad de los países que la integran.

4.3 México

Para México, en los tres últimos periodos presidenciales comprendidos entre 2001- 2006, 2007- 2012 y 2013- 2018 con Vicente Fox Quezada, Felipe Calderón Hinojosa³ y Enrique Peña Nieto respectivamente se fomentaron activamente el emprendimiento así como la vinculación universidad empresa, que pretendía fortalecer los ecosistemas de innovación locales, regionales, estatales y nacional. En el actual sexenio aún no es clara la directriz en materia de ciencia y tecnología menos aún sobre la articulación entre empresas y la transferencia de tecnología, dado el marcado enfoque social que se pretende tener.

Sin embargo, en los periodos mencionados se hicieron cambios estructurales significativos desde las leyes, reglamentos y la creación de fondos especializados en la materia. Dentro del sexenio de Vicente Fox Quezada se generó la iniciativa, firma y promulgación de la “Ley de Ciencia y Tecnología⁴” formalizada en 2004 de lo cual partieron la conformación de reglamentos, planes y programas que propiciaron la creación de OTT. Sin embargo, los impulsos más enfocados en el marco legal fue con Felipe Calderón Hinojosa, distinguiéndose dos ejes principales: fomento a la economía competitiva y generadora de empleo, por parte del plan nacional de desarrollo (PND 2007- 2012), así como fomento a la ciencia y tecnología, en base a la ley del mismo título. A través de este marco legal, se desprenden instrumentos, mecanismos, programas privados y públicos que impulsan la transferencia de tecnología como: propiedad intelectual, comercialización de la tecnología.

El Fondo PyME, fue el principal instrumento del gobierno nacional con el cual dota de apoyos; principalmente; económico. Para la articulación entre los entornos macro (regulatorios y fiscales) y el micro (emprendedores, empresas e individuos) se fortalecieron las instituciones intermedias como incubadoras, parques tecnológicos, clusters por sectores económicos y tecnológicos, entre otros (Pineda, 2011). Este proceso buscaba dar transparencia al proceso de designación de recursos y la selección de los organismos intermedios sirve también para supervisar y controlar los resultados que

³ La presidencia de Felipe Calderón, desarrolló la “visión 2030” para hacer una proyección de ejes de políticas y estrategias de largo plazo. De ahí derivar las de corto plazo para el periodo 2007-2012.

⁴ Se creó el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, 2008 2012, del que se desprenden ejes para promover, difundir y consolidar áreas de investigación y su comercialización para generar valor agregado.

generan los mismos.

Dentro del periodo Calderonista también se contó con la política gubernamental: Programa Nacional de Innovación PNI (Comité Intersectorial de Innovación, 2011), y el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación PECITI 2014 – 2018 (Conacyt Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2014). Específicamente, el PNI se basa en un modelo de ecosistema que cuenta con seis pilares, dentro de los más relevantes fueron: Fortalecimiento a la Innovación Empresarial, cuyo objetivo principal fue incrementar la base de las empresas y entes públicos que demandan la generación de ideas y soluciones innovadoras para llevarlas al mercado (Comité Intersectorial de Innovación, 2011). Para alcanzar los fines de este pilar se planteó, dentro del PNI, la creación y operación de: *Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento (UVTC)*, que actualmente se han convertido en las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) u Oficinas de Transferencia de Conocimiento (OTC).

En los documentos y programas citados se reconoce que los OTT o OTC son: oficinas cuyo propósito es ejecutar proyectos en materia de desarrollo tecnológico e innovación; y promover la vinculación entre los sectores académico, público y privado. También, como lo señala el Objetivo 4 del PECITI: Contribuir a la generación, transferencia y aprovechamiento del conocimiento vinculando a las IES [Instituciones de Educación Superior] y los centros de investigación con empresas (Conacyt, 2014).

Aunque la labor de las OTT pretendía ser clara, se sabía que existían retos importantes en el sector privado y la articulación entre los actores de la triple hélice, que ponen en riesgo el desarrollo de la innovación, la gestión del conocimiento dentro de los proyectos.

En el sexenio de Enrique Peña Nieto 2013- 2018, no solo siguieron los programas de innovación sino que se fortalecieron con mayor asignación a actividades de emprendimiento general, innovador y de alto impacto, es decir con implicaciones a solucionar problemáticas sociales y medioambientales, como fueron los programas: Combate a la pobreza, Cruzada contra el hambre entre otros. Con respecto al desarrollo ambiental se conformaron los Fondos sectoriales SENER- CONACYT de hidrocarburos y sustentabilidad ambiental que impulsan toda la cadena de investigación, desarrollo tecnológico y la generación de masa crítica de proyectos que consolidarán el mercado de energías renovables (Arce, 2017 y Pineda, 2011).

Para el año 2014, se certificaron a través del Fondo Sectorial de Innovación de CONACYT- Secretaría de Economía, alrededor de 117 Oficinas de Transferencia de Tecnología, cuyo reconocimiento tiene una duración de dos años. Mientras que en 2017 en la tercera convocatoria del mismo fondo solo 56 OTT renovaron su reconocimiento, la diferencia entre estos números se debió a la falta de resultados operativos de estas instancias intermedias (CONACYT, 2017b).

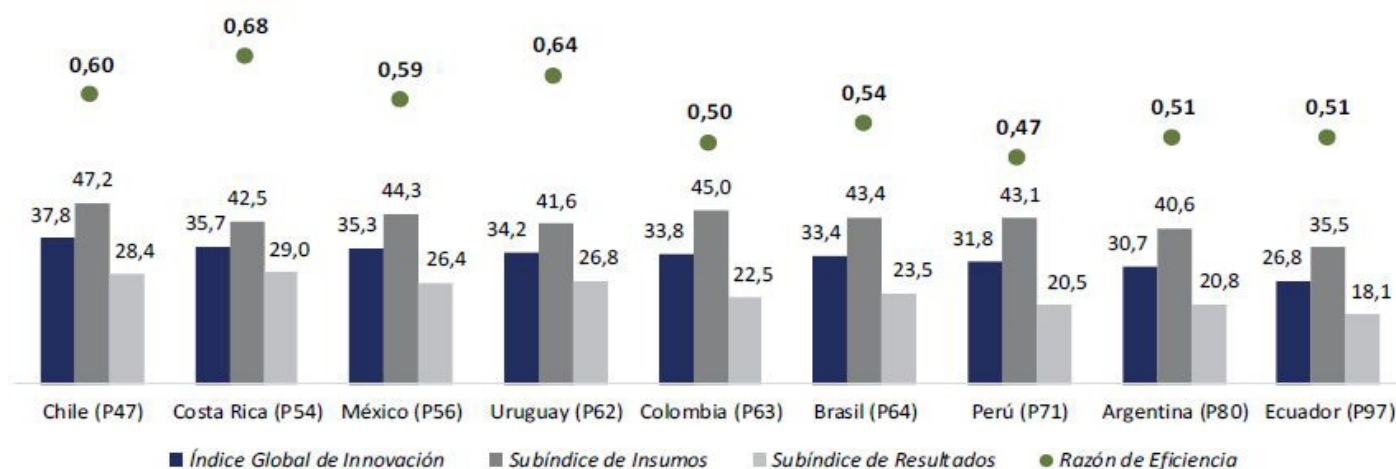
Pasando al contexto internacional, de acuerdo al ranking mundial de innovación 2018, se encuentran Suiza, Países Bajos, Suecia, Reino Unido y Singapur son los primeros lugares respectivamente. Mientras que de América Latina los países de mejor desempeño fueron:

Chile (posición 47), Costa Rica (54), México (56, siendo que en 2017 estaba en el lugar 58), Uruguay (62) y Colombia (63). Con respecto a las mejoras en el ranking de innovación se reportan en pilares como: instituciones, infraestructura y desarrollo

empresarial, sobre todo en las temáticas de capital humano e investigación. La región no reporta mejoras significativas en sus niveles de desarrollo, esto se debe a que sus políticas no se encuentran centradas en la innovación. Las recomendaciones específicas para fomentar el potencial de la región es articular sus sistemas de innovación, el aumento en inversión de i+D, cooperación entre agentes impulsores de la innovación, independientemente de los acontecimientos sociales, políticos y económicos particulares por los que pasan los países líderes de la región que son: Chile (46), Costa Rica (53) y México (58). Cabe mencionar que, aunque Brasil se encuentra en el lugar 69, se reconoce que está haciendo esfuerzos para centrar su desarrollo económico en innovación.

En este sentido, El Índice Global de Innovación (IGI) define la eficiencia de los esfuerzos locales con relación a los resultados (formalmente el producto del subíndice resultados dividido entre el valor del subíndice insumos). Si esta razón de eficiencia es cercana o mayor a uno, indica que el país tiene un ecosistema de innovación saludable que transforma adecuadamente insumos en productos. Por el contrario, si la razón de eficiencia es próxima a cero, el país enfrenta cuellos de botella que le impiden convertir capacidades e insumos en resultados efectivos de conocimiento e innovación. El siguiente gráfico muestra la heterogeneidad en el desempeño de los subíndices insumos y resultados y la razón de eficiencia en América Latina. Países como Costa Rica y Uruguay lideran en términos de eficiencia en la región con razones de 0,68 y 0,64, mientras que Colombia y Perú son los más ineficientes en Sudamérica en la transformación de insumos en productos de innovación. Por su parte México presenta una eficiencia promedio a razón de 0,59 (DNP, 2018).

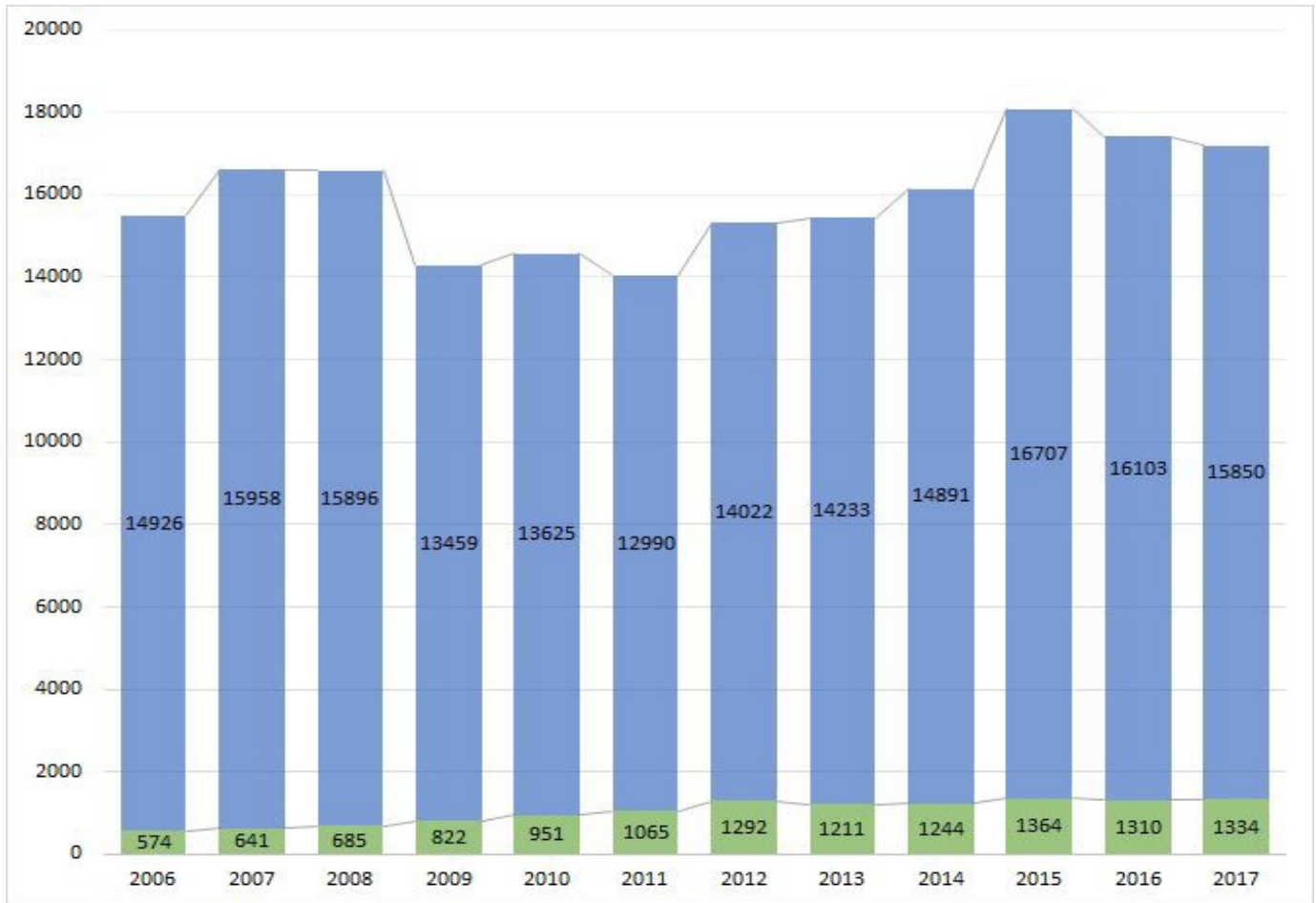
Gráfico 3. Razón de eficiencia en los países de Latinoamérica



Fuente: DNP, DIDE a partir del IGI 2018.

Por otro lado, de acuerdo con CONACYT, 2017 en materia de protección de la propiedad intelectual a través de las patentes, se reporta un incremento de 1.83% del número de patentes solicitadas por nacionales en el 2017 frente al año 2016. En contraste, los titulares extranjeros han estado disminuyendo desde el año 2015, en promedio 0.03 por ciento anual las solicitudes de patentes.

Gráfico 4. Solicitudes de patente en México, por solicitantes nacionales y extranjeros, y sus tasas de crecimiento, 2006-2017



Fuente: IMPI, "IMPI en cifras 2017", Cifras 1993-enero/diciembre 2016.

La UNAM es el titular nacional con mayor número de patentes concedidas en el año 2017, con 43. Le sigue el ITESM con 20 patentes. Ambas instituciones mostraron una tasa de crecimiento positiva con respecto al año 2016, de 43 y 33 por ciento, respectivamente. La tercera entidad con mayor número de patentes es el Cinvestav con 18 patentes otorgadas. Las instituciones anteriores junto con el Instituto Mexicano del Petróleo, el CIATEJ, el IIE, la UAM y la UG han encabezado la lista de los principales titulares de patentes concedidas desde el año 2014 (IMPI, 2017).

Tabla 4. Principales titulares de patentes nacionales 2016

Titular	Patentes concedidas
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	43
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	20

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav)	18
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	16
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	16
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	13
Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	12
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEC)	8
Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)	7
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)	6
Mabe, S.A. de C.V.	6
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	5
Universidad de Guanajuato (UG)	5

Fuente: IMPI, "IMPI en cifras 2017", Cifras 1993-enero/diciembre 2016.

La inversión pública como privada en I+D se sitúa muy por debajo de casi todos los países de la OCDE. Con respecto a la base de investigación en México es relativamente escasa, ya que de hay un promedio de 420 investigadores por cada millón de habitantes, dato que contrasta con países como Brasil donde la relación es casi del doble; en Argentina del triple; siete veces más en España, y 12 veces más en Estados Unidos. Actualmente, en México la relación principal academia- industria viene de la demanda de algunas empresas por trabajadores altamente calificados para su contratación. Sin embargo, la mayoría de las empresas del país no invierten de manera significativa en talento y conocimiento. Como resultado, México se mantiene rezagado en comparación con otros países de la OCDE en una serie de parámetros sobre innovación, como gasto empresarial en I+D y número de patentes aplicadas para la generación de productos y servicios.

5 Discusión

En este contexto, la transferencia de tecnología en Colombia y México aunque presenta avances son más los retos relevantes, principalmente porque sus resultados deberán proyectarse a la solución de problemáticas sociales, así como fomentar la articulación real y eficiente entre los actores de la quintuple hélice, con recursos principalmente privados ya que los presupuestos asignados a innovación, gestión de tecnología, transferencia de tecnología y creación de empresas de base tecnológica están siendo recortadas por las actuales políticas en ambos países como se ha mencionado

anteriormente.

En la región latinoamericana aún es incipiente la cultura del capital de riesgo, al contrario de lo que sucede en la mayoría de los países miembros de la OCDE. Este fenómeno es alentado por los llamados “ángeles inversores,” quienes contribuyen con financiamiento para iniciativas de EBT, esperando ver retribuida su inversión con las ganancias futuras resultado de las ventas del nuevo producto o servicio. También es deficiente aún la contribución de universidades de la región a la innovación, a pesar de que varios países han lanzado iniciativas para promover el proceso de fortalecimiento de la transferencia de tecnología al sector productivo (OCDE, 2007).

En los dos últimos mecanismos de transferencia se identifican nuevos actores y nuevos roles que refuerzan la percepción de que la nueva generación de empresas estará orientada hacia los desarrollos tecnológicos a través de la innovación constante y requerirá una fuerte inversión de capital para comenzar a operar, así como de personal muy capacitado con estudios de posgrado, profesionales de apoyo en las OTT con capacidades comerciales y un entorno que favorezca y apoye la innovación. Es decir, será necesario que exista una comunicación eficiente con las universidades, pero también con las empresas para que sean el motor del crecimiento, tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

El fortalecimiento de la cultura de la protección de la propiedad intelectual en las universidades y empresas de los dos países, la necesidad de normas claras de transferencia al interior de las instituciones sobre la protección y los beneficios derivados de la explotación comercial del conocimiento, además de una infraestructura de soporte para los funcionarios a cargo de la transferencia tecnológica es clave para el éxito en el proceso de licenciamiento, negociación y posterior comercialización al mercado de las nuevas tecnologías.

Elaborar un programa fuerte de transferencia tecnológica requiere una inversión financiera sostenida. Las inversiones son necesarias para desarrollar una cartera de patentes, atraer el talento de expertos y capacitar a los profesionales de las OTT (Nelsen, 2010).

En Colombia, Colciencias a través de su programa estratégico de Transferencia de Conocimiento y Tecnología (TCT) ha apoyado el fortalecimiento de las Oficinas de Transferencia Regionales. Éstas han tenido como misión conectar la demanda de tecnologías (necesidades y retos de las empresas) con la oferta (producción de las universidades y centros generadores de conocimiento). Esta misión, la cumplen a través de procesos de acompañamiento para el alistamiento de tecnologías, que contemplan procesos de definición de plan de negocios, la estrategia de protección intelectual, la valoración de la tecnología, la puesta a punto para el mercado, la participación en vitrinas tecnológicas, el contacto con potenciales licenciarios y la generación de acciones comerciales para la explotación en otros territorios y nichos.

De acuerdo con la Política de Actores del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, las OTRI se caracterizan por las siguientes actividades:

- Principal o nuclear: Transferencia de Tecnología (TRL⁵ 6 al 9)
- Complementarias: Asesoría y consultoría, servicios científicos, creación de spin off,

⁵ Technology Readiness Levels “TRL” es el nivel de madurez de una tecnología. Este concepto surge en la NASA pero posteriormente se generaliza para aplicarse a cualquier Proyecto.

entrenamientos y capacitaciones, articulación universidades – centros de investigación – empresas, gestión de proyectos de investigación colaborativa.

-Resultados principales: Tecnologías incorporadas en el aparato productivo, licenciamientos de tecnología, procesos de patentamiento.

Actualmente, el programa de TCT apoya a CINCO (5) OTRI Regionales ubicadas en las ciudades de Bogotá D.C. (Connect Bogotá), Medellín (Tecnova UEE), Bucaramanga (OTRI Estratégica de Oriente), Barranquilla (OTRI CienTech) y Cali (Reddi).

Para el caso de México se analizaron las siguientes Oficinas de Transferencia de Tecnología:

- UPDCE- IPN: Unidad Politécnica para el desarrollo y la Competitividad Empresarial del Instituto Politécnico Nacional.
- CID- UNAM: Coordinación de Innovación y Desarrollo de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- UAEM: Universidad Autónoma del Estado de Morelos
- CIATEC: Centro de Innovación Aplicadas en Tecnologías Competitivas.

De acuerdo a la última convocatoria de CONACYT (2017) fueron reconocidas y se encuentran en funciones desempeñando las labores de Propiedad Intelectual, Contacto empresarial y/o Licenciamientos, cuentan con apoyos institucionales y hasta el año pasado con recursos provenientes de fuentes federales. Actualmente se les ha solicitado una reconversión de sus políticas para el fomento de innovaciones sociales.

Se retoma algunas características de los modelos de gestión de transferencia de tecnología enunciados en el segundo apartado, sobre todo los modelos dinámicos y de triple hélice, relacionándolos con los avances o retos que las OTT/ OTRIS tienen hasta el momento. La finalidad de este análisis es poder mostrar gráficamente cuales son las fortalezas y áreas de oportunidad de las oficinas a fin de tener elementos en trabajos futuros de poder desarrollar sugerencias enfocadas en políticas públicas conjuntas.

De lo anterior se ha realizado un estudio de las capacidades y competencias que tienen las OTT/ OTRIS para desempeñar su labor de lo que han encontrado los siguientes avances:

Tabla 5. Comparativo OTRIS México y Colombia- Avances

		MÉXICO				COLOMBIA				
		UPDCE IPN	CID- UNAM	UAEM	CIATEC	Connect Bogotá	Tecnova UEE	OTRI Estratégica de Oriente	OTRI CienTech	Reddi
AVANCES										
Modelo Dinámico	Las IES que proveen mayores incentivos a los investigadores generan más patentes		X			X	X	X	X	X
	Mayor asignación de recursos para las OTRI- OTT genera más licencias				X					
	Las OTRI/OTT con más recursos se enfocan más en realizar labores de marketing en el mercado y la industria					X	X	X	X	X
	Dirigidas por personas con experiencia y habilidades en mercadeo dedicaran mayores esfuerzos en establecer alianzas con empresas.				X					
	Administradas por personas con habilidades y experiencia en negociación son más exitosas en concretar los acuerdos de transferencia			X	X	X	X	X	X	X
Modelo de la Triple Hélice	Disposición de insumos específicos en cada etapa de desarrollo de tecnología ya sea por alianza o posesión propia.			X	X					
	·Estrategia de Propiedad Intelectual (amplitud y tipo).	X	X	D	D	X	X	X	X	X
	Acuerdos legales- contractuales claros y formalizados ajustados a las realidades de los involucrados.			X	X	D	D	D	D	D

Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se puede observar existen dos niveles de desarrollo de capacidades y competencias la marcada con una X son las que se tienen evidencia de su actividad dentro de las OTT, mientras que las “D” indican el desarrollo.

Con respecto a las características del modelo dinámico, las OTT Mexicanas tienen pocas desarrolladas y no en todas las instituciones analizadas, mientras que en las OTRIS Colombianas debido a la política de estado las cualidades que cumplen las poseen todas.

De las cualidades del Modelo de la Triple Hélice se encuentran en desarrollo tanto para las OTRIS Colombianas como para las OTT Mexicanas.

Además de los siguientes retos:

Tabla 6. Comparativo OTRIS México y Colombia- Retos

		MÉXICO				COLOMBIA				
		UPDCE IPN	CID- UNAM	UAEM	CIATEC	Connect Bogotá	Tecnova UEE	OTRI Estratégica de Oriente	OTRI CienTech	Reddi
	RETOS									
Modelo Dinámico	Baja flexibilidad de la IES se deriva en un bajo índice de acuerdos de licenciamiento con las empresas.	X	X	X		D	D	D	D	D
	Cuando la inflexibilidad de la universidad es alta, los investigadores tienden a evadir el proceso formal de transferencia y recurren a otros mecanismos informales	X	X	X	X					
	Un bajo nivel de entendimiento cultural reduce la efectividad de los esfuerzos de comercialización					X	X	X	X	X
	Un bajo nivel de entendimiento cultural impide la negociación de los acuerdos de licenciamiento	X	X	X	X					
Modelo de la Triple Hélice	A mayor cercanía de la inversión con la frontera del conocimiento y la necesidad del usuario mayores posibilidades de éxito en la comercialización.									
	Integración del paquete tecnológico ad hoc a las necesidades del usuario, generando el mayor valor posible.	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Fuente: Elaboración propia, 2019

En México se tiene como principales retos del modelo dinámico de transferencia de tecnología el bajo entendimiento cultural de los temas relacionados con innovación y gestión de tecnología lo cual impide la comercialización, además dados los cambios de políticas nacionales se tiene mucha incertidumbre lo cual contrae la demanda del sector empresarial por invenciones generadas en las IES. Los otros dos retos se observan en el entorno institucional siendo el más grave que dada la falta de incentivos los investigadores deben de generar innovación fuera del ecosistema formal. Por parte del Modelo de la Triple hélice en México se observan esfuerzos para una integración del paquetes tecnológicos de acuerdo a usuarios reales o potenciales, nacionales o extranjeros.

En Colombia, también se muestra esfuerzos conjuntos por desarrollar mecanismos de integración de paquetes tecnológicos enfocados a la industria mientras que aún no se vislumbra mecanismos de inversión en la frontera del conocimiento en desarrollos tecnológicos aplicados.

6 Conclusiones

Se han diversificado las modalidades de TT que incluye convenios de licenciamiento, venta de PI, generación de start up tanto de alumnos como de investigadores, la mejora de metodologías para validar rápidamente emprendimientos o mejorar los paquetes tecnológicos de IES para el levantamiento de capital ante inversionistas nacionales e internacionales. Se tiene conocimiento de varios estudios de

buenas prácticas, aunque se debe de medir el nivel de cumplimiento por las OTRIS/ OTT/ OTC, para lo cual es necesario generar indicadores de TT.

En Colombia, el avance más significativo es la aprobación por parte de la plenaria del Senado de la República de la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, en donde COLCIENCIAS se transformará en una entidad con una silla en el gobierno, lo que le permitirá captar más recursos para impulsar proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Otros avances que vale la pena destacar, son los esfuerzos de México y Colombia en conjunto con Perú y Chile para conformar una alianza estratégica denominada “Alianza del Pacífico” como uno de los mecanismos de integración más importantes de la región, en donde la transferencia de conocimiento es uno de sus pilares fundamentales para el desarrollo económico de los países que lo integran. En conjunto las economías de los países miembros ocupan el octavo sitio a nivel mundial.

También es interesante evidenciar que en México a diferencia de Colombia se ha incrementado en los últimos años las solicitudes nacionales de patentes de invención principalmente por parte de las IES, mejorando los indicadores de protección en la región y la cultura de la propiedad intelectual.

Por otro lado, algunos de los retos principales que enfrentan los dos países son: la búsqueda de fondos internacionales o privados en I+D+i, creación y fortalecimiento de organismos especializados y directivos de las OTT, incremento de la participación del sector empresarial en el proceso de TT por medio de la difusión de las capacidades institucionales para que sean considerados como aliados tecnológicos, lograr certificaciones de las capacidades de las OTC por instancias internacionales que permitan garantizar a sus aliados el logro de metas en conjunto. Se requiere personal con habilidades comerciales y un entendimiento cultural que facilite el proceso transferencia y disminuir la desconfianza en la vinculación, aceleración y consolidación del emprendimiento de base tecnológica por medio de la sistematización del proceso, el fortalecimiento de la estructura actual, la integración de la sociedad y el medio ambiente como cuarta y quinta hélice si tenemos en cuenta el tercer modelo de transferencia. Además de tener en cuenta, las necesidades del planeta a través de un cambio radical de los sistemas de producción hacia una economía circular de acuerdo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este sentido, necesitamos un nuevo sistema que a través de las OTRIS, satisfaga las necesidades de la sociedad, el sector productivo y el respeto por las necesidades del planeta.

El marco regulatorio o macro también presenta grandes retos ante los recortes presupuestales en materia de Ciencia y Tecnología (COLCIENCIAS- Colombia y CONACYT- México) que limitan la actividad de las OTTs, la cantidad y calidad de convenios, licenciamientos, negociaciones y posterior comercialización al mercado de las nuevas tecnologías afectando el proceso de innovación constante que favorezca la creación de empresas de base tecnológica en Colombia y México.

A modo de análisis de los contextos nacionales que enfrentan 9 OTRIS/ OTT se han detectado variables del modelo dinámico y de triple hélice de transferencia de tecnología, este análisis es cualitativo por lo que en futuras investigaciones se puede hacer un diseño experimental que de mayor sustento científico y análisis estadístico. Las similitudes en los retos que enfrentan las OTT/OTRIS en México y en Colombia son

mayores es por ello que se considera de relevancia aumentar el nivel de análisis de los mismo.

7 Referencias

- Aldridge, T., & Audretsch, D. (2011). The Bayh-Dole Act and scientist entrepreneurship. *RESEARCH POLICY*, 40(8), 1058-1067.
- Antal, E. (2018). Analysis of the Impact of Cooperation in Science and Technology between North America and the European Union. Parallels between Hungary and Mexico. *Revista académica del CISAN-UNAM*, año 14, número 1, enero-junio de 2019 DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2019.1.372>. México.
- Autio, E. (1997). Atomistic and systemic approaches to research on new, technology-based firms: a literature study. *Small Business Economics*, 9(3), 195-209.
- Caicedo, H. (2018). El análisis de las diferencias en el proceso de transferencia de tecnología entre regiones. *Cuadernos de Administración*, 31(56), 163-194. Universidad del Valle. Colombia. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.cao.31-56.adpt>
- CINDA. (2015). *La transferencia de I+D, la innovación y el emprendimiento en las universidades. Educación superior en Iberoamérica*. Chile: Centro Interuniversitario de Desarrollo.
- Comisión de las naciones europeas. (2002). *Libro verde de la innovación*. Barcelona: COMISIÓN EUROPEA.
- CONACYT. (2017). *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*. México
- CONACYT. (2017b). *OFICINAS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA RECONOCIDAS POR EL FONDO SECTORIAL DE INNOVACIÓN SECRETARÍA DE ECONOMÍA – CONACYT Convocatoria 2017-03*. México, disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatori-as-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-se-conacyt-sectorial-de-innovacion/resultados-2017-03-actualizado-29-09-2017/file>
- COTEC. (1999). *Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la Innovación para Empresas*. España: CETENASA.
- DNP. (2009). *CONPES 3582. Política nacional de ciencia y tecnología*. Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- DNP. (2018). *Índice global de innovación, 2018. Informe para Colombia*:Departamento Nacional de Planeación.
- 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, 109-123.
- Freeman, C., (1995) *The National System of Innovation in Historical Perspective* en *Cambridge Journal of Economics*. No. 19.
- Institute for management development. (2017). *Anuario mundial de competitividad. Informe de resultados para Colombia*. Departamento Nacional de Planeación.
- IMPI. (2018). *IMPI en cifras 2018*. Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual. México.
- López, M., J., Mejía, R., & Schmal. (2006). Un Acercamiento al Concepto de la Transferencia de. *Panorama Socioeconómico*, 24(32), 70-81.
- Medellín (2011) *Manual de Transferencia de Tecnología y Adquisición de Tecnologías Sostenibles*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Medellín, A., Arellano A., (2018). *Technology valuation at universities: Difficulties and proposals*. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México.
- Nelsen, L. (2010). Diez Cosas que los Directores de Instituciones deben Saber para Establecer una Oficina de Transferencia Tecnológica. En F. D.-H. Anguita, *En Gestión de la Propiedad Intelectual e Innovación en Agricultura y en Salud: Un Manual de Buenas Prácticas* (págs. 175-182). FIA: Programa FIA-PIPRA (Chile) y PIPRA (USA).
- Nonaka, I. y Takeuchi, H. La organización creadora del conocimiento: Como las empresas japonesas crean

- dinámicas de innovación” Ed.Oxford University Press, Nueva York. 1995.
- OCDE. (2007). *Integrating Science & Technology into Development Policies: An International Perspective*. OCDE.
- OCDE (2017). *Diagnóstico de la OCDE sobre la Estrategia de Competencias y Destrezas de México: Resumen Ejecutivo México* en:<https://www.oecd.org/mexico/Diagnostico-de-la-OCDE-sobre-la-Estrategia-de-Competencias-Destrezas-y-Habilidades-de-Mexico-Resumen-Ejecutivo.pdf>
- OMPI. (2011). *Guía práctica para la creación y la gestión de oficinas de transferencia de tecnología en universidades y centros de investigación de América Latina. El rol de la propiedad intelectual*. Milán: Organización mundial de la propiedad intelectual.
- OMPI, (2018). *Índice Mundial de Innovación 2017: Suiza, Suecia, los Países Bajos, los EE.UU. y el Reino Unido encabezan el ranking anual.*” http://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2017/article_0006.html#regional
- Ordóñez de Pablos, P. (2001). *La gestión del conocimiento como base para el logro de una ventaja competitiva sostenible: la organización occidental versus japonesa*. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 7 (3): 91-108.
- Pedraza-Amador, E. y Velázquez-Castro, J. (2013). *Oficinas de transferencia tecnológica en las universidades como estrategia para fomentar la innovación y la competitividad. Caso: estado de Hidalgo*, México. Journal of Technology Management & Innovation, 8 (2): 221-234.
- Pineda (2019). *Capital TecnoEmpresarial en el Diseño de políticas de IES para el cumplimiento de la tercera Misión*. University of New Mexico.
- Pineda, (2011). *Desarrollo Emprendedor como herramienta de consolidación de base tecnológica*. IPN. Tesis de Maestría en Política y Gestión del Cambio Tecnológico. CIECAS- IPN. 2011.
- Saxenian, A. (1996). *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge MA, Harvard University Press.
- Siegel, D., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32, 27-48.
- Schmitz, H., (1995). *Collective efficiency: growth path for small-scale industry* en Journal of development studies.
- Schumpeter, J. A. (1997). *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung*,Munich, Verlag Duncker und Humbolt [traducción al español, Teoría del Desarrollo Económico, (1997) Ed. FCE. Segunda Edición. México. 1912.
- Stuart F., Olaya E., (2017). *A technology transfer strategy based on the dynamics of the generation of intellectual property in Latin-America*. Fundación Universitaria los Libertadores. Colombia.
- Khoury TA., Pleggenkuhle-Miles, EG., Erin G., Walter J., (2019). *Experiential Learning, Bargaining Power, and Exclusivity in Technology Licensing*. Experiential Learning, Bargaining Power, and Exclusivity in Technology Licensing.
- Koschatzky, K. Heijs, J. (2018). *Technology transfer from polytechnics and universities in Germany. Some best practices*. Ekonomiaz, Basque Economics Journal Volumen 94, Número 2, 2018, Páginas 156-177
- University, C., INSEAD, & WIPO. (2018). *The global innovation index 2018: Energizing the World*. Geneva: WIPO.

Conocimiento de la propiedad intelectual: El caso del SENA

Eliana María Estrada Mesa
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, SENNOVA - CIAA, Colombia
emestradam@sena.edu.co

Diana María Gómez Quintero
Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Nare y Negro, Colombia
dgomez@cornare.gov.co

Adel II González Alcalá
Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia
adelgonzalez@misena.edu.co

Manuel Steven Guzmán Muñoz
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, SENNOVA - CIAA, Colombia
msguzman@sena.edu.co

Resumen

La Propiedad Intelectual (PI) es el mecanismo jurídico por el cual se puede proteger los bienes de naturaleza intelectual, producto de la creatividad y del intelecto humano. Dada la importancia de este tema a nivel nacional, el objetivo del proyecto fue desarrollar estrategias de divulgación en PI para fortalecer la protección de los resultados de I+D+i de los Semilleros, Grupos de Investigación y entidades que trabajen en conjunto con el SENA. Para determinar el grado de conocimiento en relación a las diferentes modalidades de protección de PI fue aplicado un cuestionario vía Google Forms, el cual contiene 4 secciones relacionadas con estas categorías. El formulario fue enviado a diferentes actores del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del Sena (SENNOVA) en las 33 regionales del país. Dentro los principales resultados se encontró un bajo nivel de conocimiento sobre los mecanismos de protección que considera la PI en casi todos los centros de formación. Sin embargo, sobresalen las regionales Huila y Antioquia con el mayor número de patentes concedidas en la modalidad de propiedad industrial por parte de la Superintendencia de Industria y Comercio con 12 y 11 respectivamente. Se destacan los 23 registros de Derecho de Autor otorgados al Distrito Capital y 18 a Antioquia. En cuanto al registro de nuevas variedades vegetales, la regional Huila lidera esta modalidad, con 9 solicitudes conseguidas ante el ICA, seguida de Valle del Cauca con 3. Los resultados obtenidos demuestran falencias en la gestión de la PI en la institución, por lo cual, desde el Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación se propone una guía práctica, denominada SENPI “Sistema de Enseñanza en Propiedad Intelectual” como herramienta para la divulgación de este importante asunto a nivel nacional.

Palabras clave

Propiedad Intelectual, Divulgación, Conocimiento.

1. Introducción

La Propiedad Intelectual (PI) es aquella disciplina jurídica que se encarga de salvaguardar los bienes inmateriales producto del intelecto y la creatividad humana, así como sus representaciones conexas. De manera general la PI contempla tres modalidades: La

Propiedad Industrial, que cubija todo lo relacionado con patentes, marcas y diseños industriales; El Derecho de Autor, que considera las obras literarias, artísticas, audiovisuales y musicales y La Obtención de Nuevas Variedades Vegetales (OMPI, 2004)

En Colombia las entidades encargadas de gestionar la Propiedad Intelectual son tres y operan acorde a las modalidades antes mencionadas. En primer lugar, se tiene a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), la cual actúa en lo referente a la Propiedad Industrial; para los Derechos de Autor, la entidad competente es la Dirección Nacional de Derechos de Autor (DNDA) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) es el responsable por las solicitudes de Nuevas Variedades Vegetales.

Existe una creciente relevancia en torno a esta temática, dado que como argumenta (Ballesteros & Bulla de la Hoz, 2016) la globalización y el fuerte dinamismo empresarial experimentado en la actualidad, hacen que la Propiedad Intelectual y sus concernientes estudios se utilicen como nuevas formas de competir y diferenciarse en el mercado, tanto por países, como por organizaciones nacionales y transnacionales.

Los derechos de PI se han constituido en un soporte fundamental para la creación de valor en el escenario económico actual, en este sentido, el conocimiento se instaure como un motor de crecimiento sumamente importante. Por consiguiente, es fundamental comprender el funcionamiento y la evolución del Sistema de PI, de manera que sea una fortaleza para las organizaciones interesadas en alcanzar un desarrollo económico en base a sectores intensivos en conocimiento e innovación (SIC, 2012)

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un diagnóstico a cerca del conocimiento que tienen los diferentes Centros de Formación del SENA a nivel nacional con relación a la Propiedad Intelectual, para posteriormente, desarrollar estrategias de divulgación de PI que permitan fortalecer la protección de los resultados de I+D+i de los Semilleros, Grupos de Investigación y entidades que trabajen en conjunto con el SENA.

2. Problema

Pese a la relevancia que tiene la PI para el desarrollo económico de las naciones y las organizaciones, el tema aún no es bien conocido en el país, pues como registra la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) en su publicación Propiedad Industrial 2020, existen bajos índices en el uso del Sistema de Propiedad Intelectual Colombiano por parte de sus residentes (SIC, 2012). Según la Revista Dinero el 80% de las solicitudes de patentes en el país son realizadas por extranjeros (Revista Dinero, 2017), lo cual denota un marcado desconocimiento por parte de los ciudadanos colombianos a cerca de los procedimientos que permiten la obtención de alguna de las modalidades de protección estipuladas por el Sistema de Propiedad Intelectual del país. Esto representa un problema para el sector productivo colombiano, pues de cierta manera restringe su competitividad ante otras naciones e impide que se generen emprendimientos basados en la gestión de sus bienes intangibles.

3. Metodología

Para determinar el conocimiento del SENA en torno a la Propiedad Intelectual se desarrolló un cuestionario tipo *survey* con 23 preguntas, desglosadas en cuatro secciones, relacionadas con el grado de conocimiento general sobre el tema y la noción sobre las modalidades de protección definidas en Colombia (Propiedad Industrial, Derechos de Autor y

Conexos y Obtentores de Nuevas Variedades Vegetales). Valiéndose de la aplicación Google Forms este instrumento fue dirigido a diferentes actores del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del Sena (SENNOVA) en las 33 regionales del país. Este formulario estuvo disponible durante 5 meses, tiempo durante el que se obtuvieron 199 respuestas, las cuales fueron analizadas y validadas por un grupo de expertos, quienes se valieron de la utilización de Gráficos en Excel y Mapas de MapChart para la presentación de resultados.

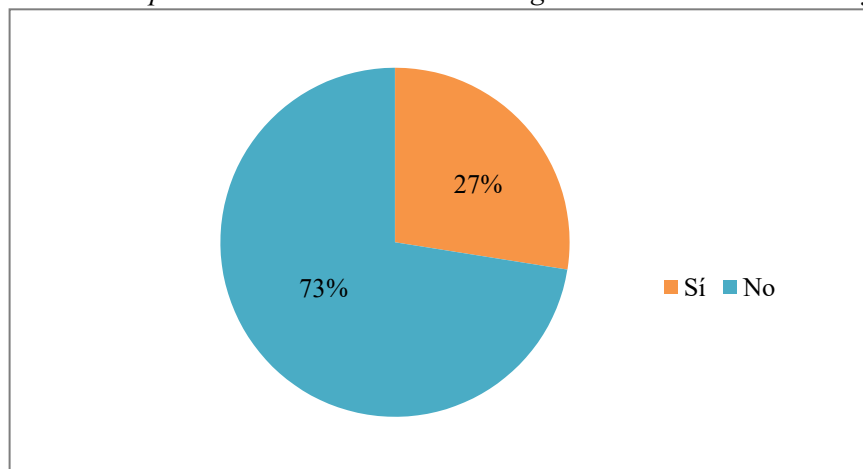
4. Resultados

Una vez tabulados y analizados los datos se procede a presentar la información más relevante, relacionada con: el porcentaje de solicitudes realizadas ante las entidades encargadas de gestionar la Propiedad Intelectual en el país (SIC, DNDA, ICA); las solicitudes de modalidades específicas de protección realizadas ante cada una de estas entidades; la participación en cuanto a solicitudes efectivamente concedidas, por parte de las regionales del SENA y las dificultades para alcanzar la protección establecida.

4.1 Solicitud de protección

Inicialmente se cuestionó si desde los centros de formación se han gestionado o no solicitudes de protección en alguna de las tres grandes modalidades de Propiedad Intelectual que comprende el Sistema Colombiano (Propiedad Industrial, Derechos de Autor y Nuevas Variedades Vegetales). El resultado de esta consulta se relaciona a continuación, en la Figura 1.

Figura 1. Solicitudes de protección sobre las creaciones generadas en los centros de formación



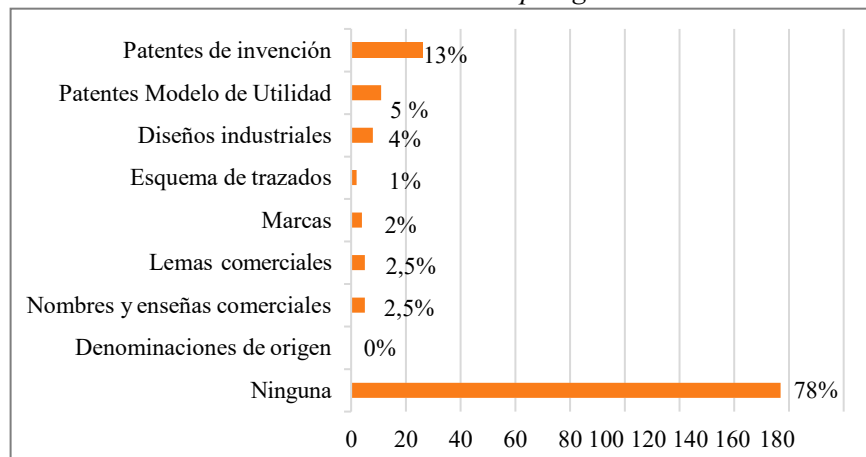
Fuente: Informe Diagnóstico Propiedad Intelectual Sennova (2018)

Como se aprecia en la figura anterior, el porcentaje de solicitudes de protección en relación a alguna de las modalidades estipuladas (27%) es significativamente menor al porcentaje de no solicitud (73%). Esto indica el bajo nivel de uso de las herramientas disponibles por el Sistema de Propiedad Intelectual Colombiano para la protección de las nuevas creaciones originadas desde los centros de formación.

4.2 Solicitudes de Propiedad Industrial ante la Superintendencia de Industria y Comercio

En este punto se buscó determinar la cantidad de solicitudes realizadas específicamente ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), definiendo el tipo de protección en cuanto a Propiedad Industrial que se deseaba alcanzar, es decir, Patente de Invención, Patentes de Modelos de Utilidad, Diseños Industriales, Esquemas de Trazados, Marcas, Lemas Comerciales, Nombres y Enseñas Comerciales, Denominaciones de Origen. Igualmente se incluyó la opción “Ninguna” en caso de no haber realizado solicitudes. En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos.

Figura 2. Solicitudes de Propiedad Industrial presentadas por los centros de formación ante la SIC teniendo en cuenta su tipología

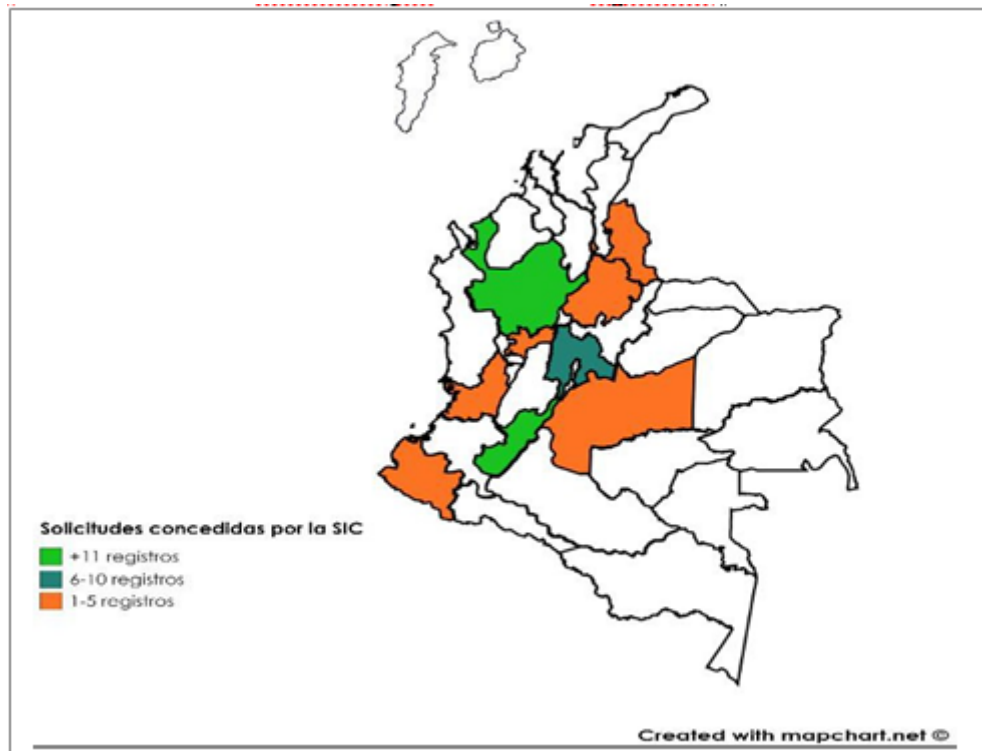


Fuente: Informe Diagnóstico Propiedad Intelectual Sennova (2018)

Los resultados obtenidos demuestran un bajo nivel de solicitudes realizadas ante la SIC, puesto que el 78% del personal cuestionado no ha realizado ningún trámite para la consecución de los mecanismos de protección contemplados por la propiedad industrial. Sin embargo, se destaca la solicitud de Patentes de invención, con un 13%, seguido de la solicitud de Patentes de Modelo de Utilidad y el registro de Diseños industriales, cada uno con un 5 y 4% respectivamente.

Al considerar la concesión, es decir el otorgamiento de alguna de las modalidades de protección de Propiedad Industrial por parte de la SIC, por cada una de las regionales del SENA, se presenta el siguiente panorama, representado en la Figura 3.

Figura 3. Solicitudes de PI concedidas por la SIC a las regionales



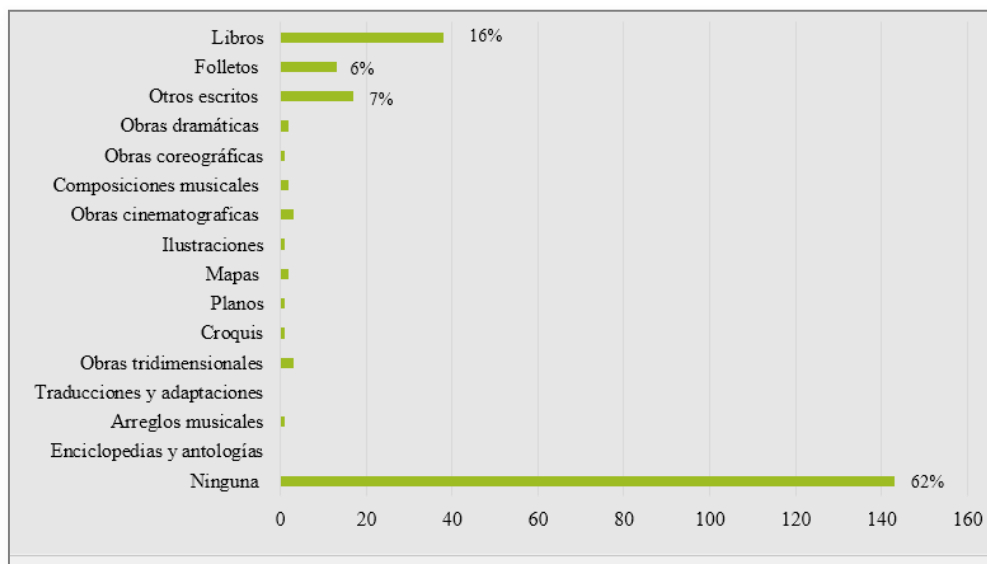
Fuente: Informe Diagnóstico Sennova (2018)

Tal como se aprecia en la Figura 3, las regionales que más solicitudes concedidas tienen de parte de la SIC en cuanto a Propiedad Industrial son las de Antioquia y Huila, con más de 11 registros aprobados. Seguidas de Cundinamarca (6-10 registros) y Caldas, Meta, Nariño, Norte de Santander, Santander y Valle del Cauca (1-5 registros).

4.3 Solicitudes de Derechos de Autor ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor

Esta sección indagó acerca de las solicitudes de los centros de formación del SENA ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor (DNDA) en relación a la obtención de las categorías de protección por ella otorgada: Libros, Folletos, Otros escritos, Obras dramáticas, Obras coreográficas, Composiciones musicales, Obras cinematográficas, Ilustraciones, Mapas, etc. También se incluyó la opción “Ninguna” en caso de no haber realizado solicitudes. Los resultados se presentan a continuación en la Figura 4.

Figura 4. Solicitudes de Derechos de Autor presentadas por los centros de formación ante la DNDA teniendo en cuenta su tipología

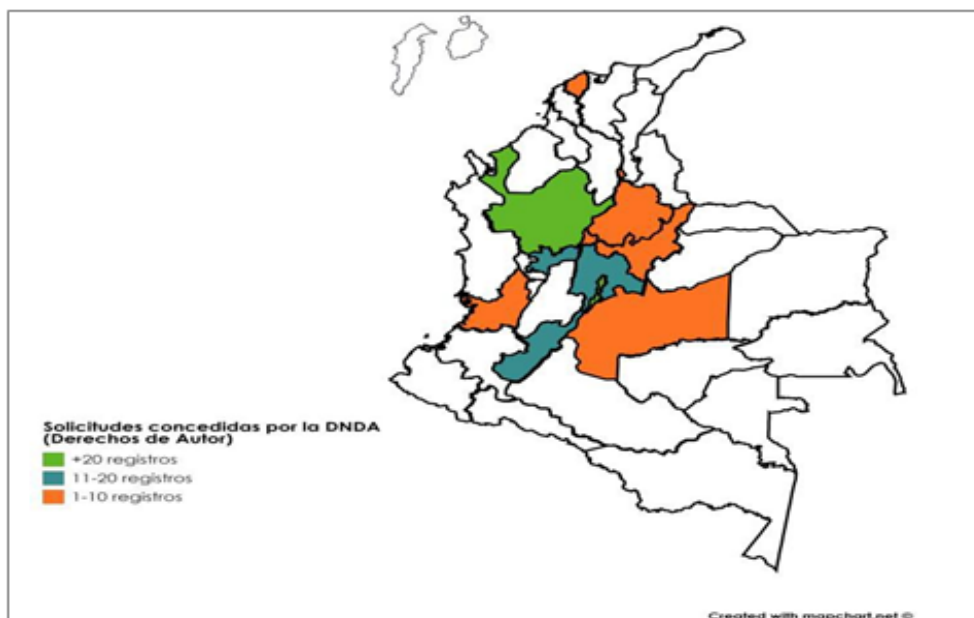


Fuente: Informe Diagnóstico Propiedad Intelectual Sennova (2018)

Las cifras alcanzadas mediante este diagnóstico dejan ver un bajo nivel de solicitudes realizadas ante la DNDA, de manera que el 62% de los encuestados manifestó no haber realizado ninguna gestión para alcanzar algún tipo de protección para sus obras. A pesar de ello, destaca el 16% obtenido para salvaguardar la creación de libros.

Al realizar un análisis de la situación nacional, por cada regional y teniendo en consideración no solamente la solicitud, sino la concesión de estas modalidades de protección por parte de la autoridad competente, se presenta la siguiente situación, exhibida en la Figura 5.

Figura 5. Solicitudes de D. Autor concedidas por la DNDA a las regionales



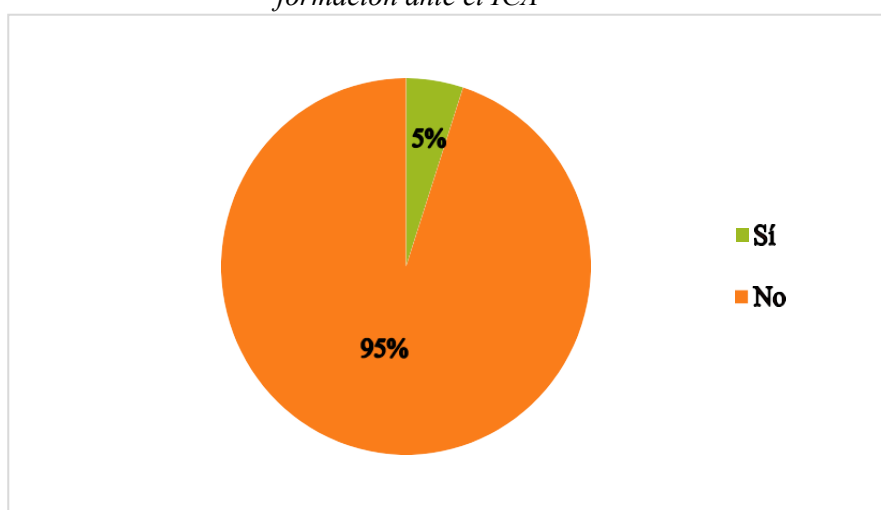
Fuente: Informe Diagnóstico Sennova (2018)

La Figura 5 nuevamente destaca a la regional Antioquia como la que más ha obtenido la concesión de derechos de autor por parte de la DNDA (> 20 registros). Igualmente tienen un desempeño sobresaliente las regionales de Caldas, Cundinamarca y Huila (11-20 registros). Otras regionales presentes en este registro son las de Atlántico, Boyacá, Meta, Santander y Valle del Cauca siendo portadoras de entre 1 y 10 registros.

4.4 Solicitudes de Obtentores de Nuevas Variedades Vegetales

Se procuró establecer si se ha llevado a cabo o no requerimientos ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) sobre la obtención de registros de Nuevas Variedades Vegetales, por parte de los centros de formación del SENA a nivel nacional. Los resultados se exponen en la Figura 6.

Figura 6. Solicitudes de Registro de Nuevas Variedades Vegetales presentadas por los centros de formación ante el ICA

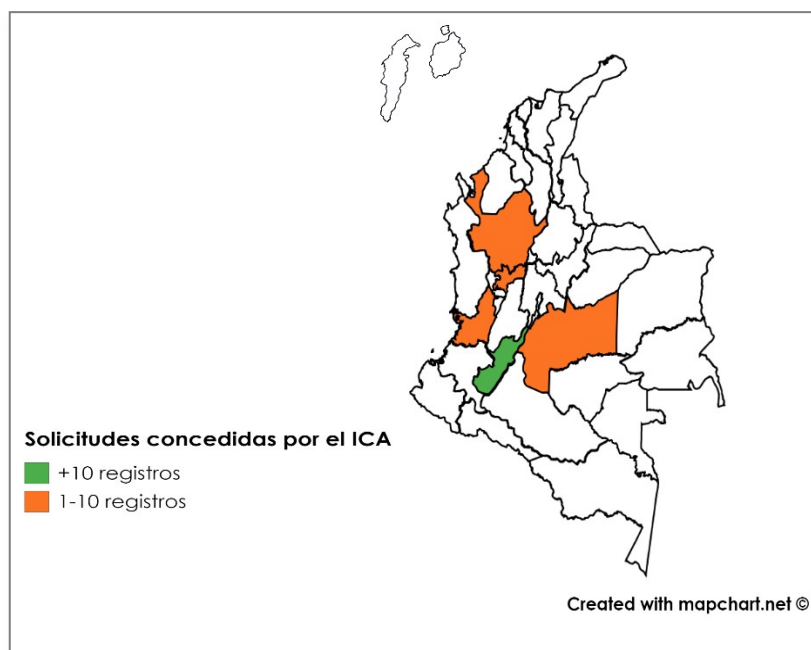


Fuente: Informe Diagnóstico Propiedad Intelectual Sennova (2018)

La figura 6 indica el mínimo porcentaje (5%) de requerimientos para la obtención de registros de nuevas variedades vegetales. Esta situación es inquietante si se tiene en consideración que la mayoría de los centros de formación a nivel nacional, presentan en su estructura un componente relacionado con agricultura, en el cual ciertamente se desarrollan actividades de biotecnología.

Al considerar las solicitudes de registro de nuevas variedades vegetales efectivamente concedidas a las regionales por el ICA, se tiene el siguiente panorama, presentado en la Figura 7.

Figura 7. Solicitudes de Registro de Nuevas Variedades Vegetales concedidas por el ICA a las regionales



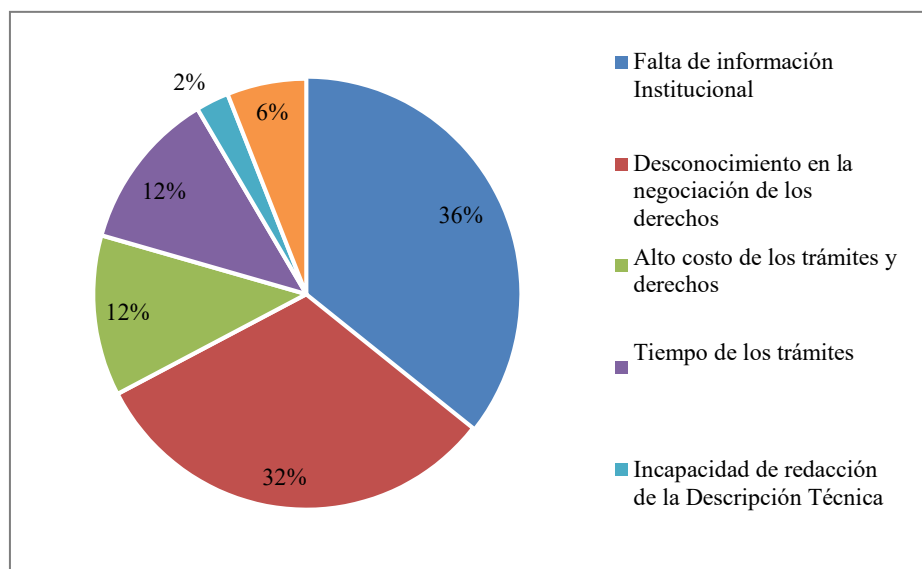
Fuente: Informe Diagnóstico Sennova (2018)

Al observar la Figura 7 es posible percibir el liderazgo de la regional Huila en cuanto a la concesión del registro de nuevas variedades vegetales de parte del ICA (> 10 registros). También se desatacan las seccionales de Antioquia, Caldas, Meta y Valle del Cauca (1-10 registros).

4.5 Obstáculos que limitan la protección de las nuevas creaciones intelectuales desarrolladas en el SENA

Una vez analizado el estado de las solicitudes realizadas por las regionales del SENA ante las entidades encargadas de otorgar las diferentes modalidades de protección contempladas por el Sistema Colombiano de Propiedad Intelectual, es necesario establecer cuáles son los mayores impedimentos que obstruyen su consecución por parte de las seccionales. A continuación, en la Figura 8, son presentados los hallazgos en cuanto a este asunto.

Figura 8. Impedimentos que restringen la protección de las nuevas creaciones realizadas por el SENA



Fuente: Informe Diagnóstico Propiedad Intelectual Sennova (2018)

Los resultados alcanzados en esta materia dan cuenta de dos factores principales que limitan el logro de alguna de las modalidades de protección, el primero de ellos es la falta de información institucional (36%), esto se relaciona con la ausencia de un área dentro del SENA que se encargue de manera explícita de las inquietudes relacionadas con Propiedad Industrial. El segundo aspecto, es el desconocimiento en la negociación de los derechos (32%), lo cual evidentemente tiene una relación directa con el primer aspecto mencionado. Hay otros motivos relevantes, asociados con el tiempo de los trámites y su alto costo, cada uno con un porcentaje de 12%.

5 Conclusiones

A pesar de que el Sistema de Propiedad Intelectual Colombiano posee unos lineamientos bien definidos, no ha existido la suficiente divulgación para conocerlos, comprenderlos y aplicarlos de manera práctica, restringiendo las posibilidades de desarrollo de nuevo conocimiento para el país. Así lo demuestran las cifras obtenidas por el presente estudio, que abordó al SENA como ámbito investigativo. Para el caso del SENA, es necesario reforzar el conocimiento en torno a esta materia, pues dado su creciente interés en temas de ciencia, tecnología e innovación se requiere una mayor comprensión de los lineamientos que rigen la Propiedad Intelectual.

Se evidencia un desempeño sobresaliente en torno a solicitudes concedidas en las regionales de Antioquia, Cundinamarca, Caldas y Huila, siendo las que más han conseguido la protección de sus creaciones, obras y variedades vegetales. Un primer paso para alcanzar una mejor comprensión de los conceptos y actividades que comprende la Propiedad Intelectual, es el desarrollo de herramientas de divulgación que sean de fácil comprensión y uso, por parte de aprendices, instructores y empresarios. Con esta intención desde el Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación se ha desarrollado una guía práctica, denominada SENPI “Sistema de Enseñanza en Propiedad Intelectual” como herramienta para la difusión de este importante

asunto a nivel nacional.

Esta guía propone un esquema que inicialmente identifica las creaciones susceptibles de protección, para posteriormente hacer una revisión de antecedentes, que confirmen que la creación evidentemente constituya una novedad. Una vez se constate la novedad, se presentan los pasos para realizar el registro ante la autoridad competente, definiendo la modalidad de protección pertinente. Finalmente, se estudian las opciones de explotación comercial más favorables para obtener una retribución económica por la invención desarrollada.

5. Referencias

Ballesteros Garcia, S., & Bulla de la Hoz, J. (2016). Incidencia de la Propiedad Intelectual en el desarrollo nacional y empresarial en el contexto de globalización actual. *Revista de la Propiedad Inmaterial*, 5-18.

MPI. (2004). *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*.

Revista Dinero. (2017). *Revista Dinero* . Obtenido de

<https://www.dinero.com/pais/articulo/solicitudes-de-patentes-presentadas-en-colombia/249712>

SIC. (2012). Propiedad Industrial 2020. SIC.

Propuesta metodológica para la medición del potencial de innovación en las organizaciones ecuatorianas

Verónica Morales

Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Estudios Organizacionales y del Desarrollo Humano, Ecuador
veronica.morales01@epn.edu.ec

Andrés Robalino-López

Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Estudios Organizacionales y del Desarrollo Humano, Ecuador
andres.robalino@epn.edu.ec

Carlos Almeida

Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Matemática, Ecuador
carlos.almeidar@epn.edu.ec

Resumen

Esta investigación presenta una propuesta metodológica para medir el potencial de innovación en las organizaciones en base a tres constructos: capacidades, resultados e impactos de la innovación. Considerando que cuantificar fenómenos sociales requiere de técnicas estadísticas, pero también de análisis del contexto de los constructos que se desean medir, se ha construido un modelo macro de medición del potencial de innovación en base a una herramienta desarrollada para la realidad ecuatoriana. Los constructos incluidos en el modelo se han definido a partir de identificar los elementos que los constituyen, considerando para ello un enfoque multidisciplinar. Además, se ha validado el modelo macro de medición a través de análisis de factores y validación de los constructos. Los resultados muestran que la aplicación de esta metodología además de permitir representar la medición más cercana al contexto, ofrece la posibilidad de evaluación continua de las herramientas desarrolladas para recolección de datos en función de las características contextuales de los constructos.

Palabras clave

Innovación, medición, metodología, innovación en organizaciones.

1. Introducción

La innovación es una fuerza dinámica que conduce al mejoramiento de la productividad, por tanto, es una condición requerida para el crecimiento económico fuera de las limitaciones establecidas por la disponibilidad de mano de obra (Hanel, 2015). En concordancia, Bunge (1999) sostiene que el crecimiento económico puede alcanzarse de dos formas: por medio de una explotación cada vez más intensa de la fuerza de trabajo o a través de la innovación. Sin embargo, OECD (2015) indica que el crecimiento económico no necesariamente implica desarrollo, entonces la innovación debería también permitir enfrentar los desafíos globales con una perspectiva inclusiva y sostenible para la sociedad. En este sentido, Lemarchand & UNESCO (2010) resaltan la importancia de la promoción de políticas para el fomento de capacidades en ciencia, tecnología e innovación con el propósito de alcanzar el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza. Consecuentemente, Navarro & Olivari (2016) indican que la inversión en innovación, adquisición, modificación y creación de

conocimiento puede conducir al desarrollo de un país. Entonces, se entiende que en la actualidad la innovación se haya convertido en un elemento que permite mejorar la competitividad, el crecimiento económico y bienestar de la sociedad, por ello suele ser parte de las estrategias de desarrollo de las naciones.

A pesar de los esfuerzos internacionales por fomentar la innovación, Morales & Robalino-López (2017) evidencian una gran diferencia en los indicadores de innovación entre países y regiones. Para RICYT (2001) esto se explica porque en los países llamados desarrollados existe toda una tradición de medición de la innovación que confirma su vínculo con el incremento de competitividad mientras que en los otros países existen profundos interrogantes sobre las características y alcances de la innovación y el cambio tecnológico. En Iberoamérica, RICYT (2018) muestra que en la última década hubo un importante incremento en varios indicadores referentes a innovación (inversión I+D, recursos humanos en I+D, patentes y publicaciones), aunque desde el 2016 se han evidenciado un leve decrecimiento, pero estos indicadores regionales constituyen un valor muy pequeño a escala global, por ejemplo, la inversión en I+D en Iberoamérica representa tan solo el 3,1% del total mundial. Además, Villavicencio, Morales, & Amaro (2016) notan que a pesar del intento de la RICYT de estandarizar este tipo de indicadores, no se evidencia un progreso conceptual analítico y los indicadores existentes frecuentemente no son compatibles para fines de comparación y por ello no muestran el avance de la sociedad en la adquisición y uso del conocimiento.

Por otro lado, Aguirre-Bastos & Weber (2018) notan que en economías emergentes los indicadores tradicionales de innovación no muestran cómo estos territorios enfrentan los desafíos sociales y económicos a través de la innovación, por lo que evidencia la necesidad de combinar los enfoques top-down con los tradicionales bottom-up a fin de modelar mejor la realidad del sistema de innovación. En consecuencia, Waltman & Van Eck (2016), Amaradasa & Turpin (2016) y Iizuka & Hollanders (2017) consideran que la mayoría de indicadores de innovación han sido diseñados para economías industrializadas y no se adaptan adecuadamente a estructuras socio-económicas diferentes, por ello, sugieren la necesidad de generar indicadores contextualizados a realidades específicas de países menos desarrollados.

La información cuantificable del progreso de la innovación en Ecuador es muy reducida como evidencia la última encuesta nacional de actividades de ciencia, tecnología e innovación (INEC, 2015), esta encuesta con una perspectiva macro no logra captar el contexto de las organizaciones ecuatorianas. Consecuentemente, Schwartz & Guaipatín (2014) consideran que estos estudios únicamente presentan una visión panorámica del fenómeno en Ecuador. Además, RICYT (2017) nota que en Ecuador a pesar de tener datos continuos entre 2009 y 2015, éstos se enfocan solamente a cuatro sectores productivos: manufactura, minería, comercio y servicios. Por tanto, se evidencia la necesidad de generar herramientas de medición para la gestión de la innovación en las organizaciones ecuatorianas que les permitan desarrollarse en mejores condiciones.

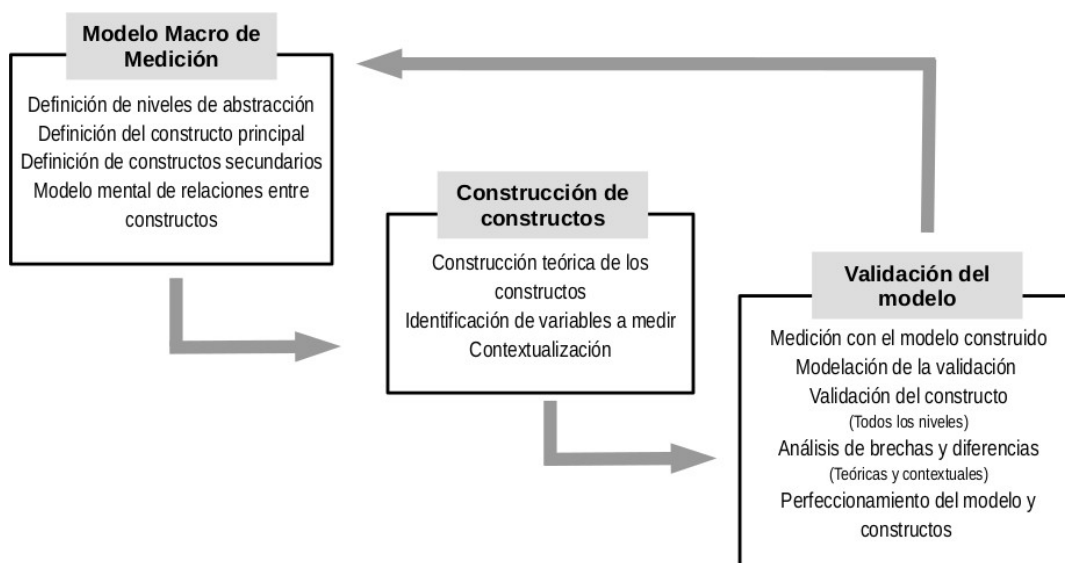
La presente investigación presenta una propuesta teórico metodológica para medir el potencial de innovación desde una perspectiva centrada en las organizaciones como sujeto y considerando al Ecuador como un caso de los países en desarrollo.

2. Propuesta Teórico Metodológica

A partir de una revisión del “Estado del Arte”, se propone un enfoque metodológico para la medición del potencial de innovación de las organizaciones, considerando a las organizaciones ecuatorianas como un caso específico de los países emergentes. Esta propuesta

se divide en tres partes resumidas en la Figura 1: i) construcción de un modelo macro de medición del potencial de innovación, ii) construcción de constructos (principal y secundarios) y iii) validación del modelo macro de medición.

Figura 1. Propuesta Teórico Metodológica



Fuente: Elaboración propia

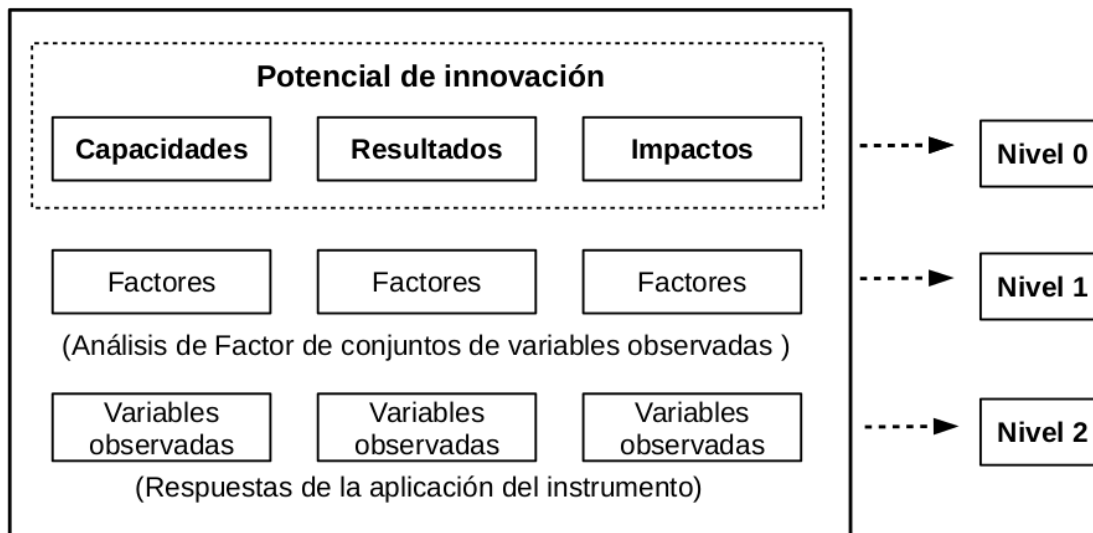
2.1 Construcción del modelo macro de medición

Siguiendo a Robalino-López, Morales, Unda, & Aniscenco (2019) el modelo mental que plantea el modelo macro de medición del potencial de innovación considera que las organizaciones para generar innovación deben edificar un conjunto de capacidades (conocimiento, financiamiento, infraestructura, talento humano, etc.) para obtener resultados referentes a sus productos, procesos, modelos de organización y sistemas de comercialización, los mismos que se reflejan en impactos palpables dentro de diferentes aristas (económica, organizacional, social, medioambiental, etc). Consecuentemente, el modelo parte de un marco analítico desarrollado por Camio, Romero, & Álvarez (2015) fundamentado en los manuales de Oslo (OECD & EUROSTAT (2005) y de Bogotá (RICYT, 2001), que ha sido tomado como base por Robalino- López, Ramos, Unda, & Franco (2017) para diseñar una herramienta de medición contextualizada a la realidad ecuatoriana. Así, el aporte principal de esta investigación es la definición de los constructos del modelo para el contexto local donde se plantea el estudio.

El modelo de medición establece un esquema de tres niveles abstracción para describir de mejor manera tanto las relaciones entre los constructos como su forma de medición. El nivel cero representa el constructo principal (Potencial de Innovación) a través de sus constructos secundarios (Capacidades, Resultados e Impactos). En el nivel uno se encuentran los factores que corresponden a diversos aspectos unidimensionales que describen a cada constructo secundario y que son estimados con un análisis de factores aplicado en las variables observadas. En el nivel dos se incluyen todas las variables observadas propuestas en la herramienta de recolección de datos, en las que se ha utilizado una escala likert con un rango

comprendido entre 0 (totalmente en desacuerdo) y 4 (totalmente en acuerdo), estas variables miden de forma multidimensional a cada uno de los constructos secundarios. En la Figura 2, se muestran dichos niveles para el modelo propuesto.

Figura 2. Modelo CRI - Niveles de abstracción



Fuente: Adaptado de Robalino-López et al. (2019) y Camio et al. (2015)

2.2 Construcción de los constructos (principal y secundarios)

La revisión de literatura permite establecer el significado de innovación desde una perspectiva amplia considerando enfoques multidisciplinarios, este proceso posibilita encontrar suficiente información para identificar los elementos que definirán los constructos introducidos en el modelo de medición. El constructo principal considerado en Robalino-López et al. (2017) es “el nivel de innovación” que en este estudio se lo ha redefinido como “el potencial de innovación” para especificar mejor su significado, puesto que Drucker (2004) sostiene que el potencial de innovación depende de las fuentes y capacidades que en la organización representan sus oportunidades de innovación. Consecuentemente, Valitov & Khakimov (2015) definen al potencial de innovación como una medida que caracteriza la capacidad de la organización para implementar los procesos de innovación conduciendo a resultados de ésta. Además, Nepelski & Piroli (2018) indican que es un concepto relacionado con la preparación de las organizaciones para generar y gestionar innovación con éxito en su incursión en el mercado. En resumen, el potencial de innovación se define como las capacidades que tiene una organización para generar innovaciones (resultados) que se reflejan en impactos internos y externos a la organización.

Las capacidades de innovación para OECD & EUROSTAT (2005) son el resultado de un proceso de aprendizaje influenciado por interacciones tecnológicas y culturales que dan lugar a múltiples trayectorias posibles, estas características las convierten en herramientas útiles para la clasificación de sectores industriales, en particular en países menos desarrollados donde la innovación y el emprendimiento usualmente no trabajan juntos. Consecuentemente, Aguirre- Bastos & Weber (2018) notan que las capacidades de innovación son incluidas usualmente en los sistemas nacionales de innovación como un aspecto que conduce al desarrollo inclusivo. Así, para Khedhaouria & Thurik (2017) son un concepto en constante

evolución que integra cinco aspectos: instituciones, capital humano, infraestructura de investigación, mercado y condiciones de negocios. Por otro lado, Serrano, Acevedo, Castelblanco, & Arbeláez (2017) indican que las capacidades de innovación son un recurso necesario para la consolidación de las ventajas competitivas. Sin embargo, Boly, Morel, Assielou, & Camargo (2014) nota que las capacidades de innovación están en continuo mejoramiento para identificar y explotar oportunidades de nuevos productos y mercados. Dado que estas capacidades no son posibles de medir directamente, OECD & EUROSTAT (2018) sugieren que se incluya un inventario de conocimientos, competencias y recursos impulsados para el cumplimiento de los objetivos de la organización a lo largo del tiempo, además distingue dos grupos de capacidades que apoyan la innovación: capacidades de negocios y capacidades tecnológicas.

Los resultados de innovación en cambio son consecuencia de la introducción de innovaciones en las organizaciones (Janger, Schubert, Andries, Rammer, & Hoskens, 2017). En concordancia, OECD & EUROSTAT (2018) indica que son observados a través de los efectos de innovar y están ligados a los objetivos que conducen las estrategias de innovación de las organizaciones. Los resultados que se asocian a la innovación para Kahn (2018) están relacionados con productos, servicios, procesos, mercados, modelos de negocios, cadenas de suministros y procesos organizacionales que se desarrollan en las organizaciones como oportunidades de ser más competitivas en el mercado. Sin embargo, OECD & EUROSTAT (2018) sostiene que estos resultados no necesariamente deben ser introducidos al mercado sino que más bien deben estar disponibles para que hagan uso de ellos potenciales usuarios.

Los impactos de la innovación se evidencian desde diversas aristas. Desde el enfoque económico, Hanel (2015) considera que la innovación mejora la productividad que es una condición necesaria para el crecimiento. Por otro lado, Bélis-Bergouignan, Levy, Oltra, & Saint-Jean (2012) señalan que las innovaciones deben contemplar un compromiso entre la tecnología y los objetivos económicos de las empresas para encontrar combinaciones que respondan a sus objetivos ambientales sin sacrificar su competitividad. En consecuencia, OECD (2015) sostiene que la innovación apoya el crecimiento económico, pero también es un soporte para el desarrollo sustentable e inclusivo que permita enfrentar los desafíos sociales globales.

Adicionalmente, se ha establecido un grupo multidisciplinario de discusión para identificar los aspectos a incluir en las variables para que reflejen en conjunto el significado de cada uno de los constructos del modelo de medición, para ello se ha considerado la conceptualización teórica de estos y el contexto organizacional ecuatoriano.

2.3 Validación del modelo macro de medición

Siguiendo a Robalino-López et al. (2017), para validar el modelo se aplica un análisis de factores sobre los resultados de las variables observadas (nivel dos). Este proceso permite validar los constructos del modelo en todos los niveles, en el nivel uno se seleccionan las variables, cuyo contenido ha sido adecuado para reflejar en conjunto el significado de cada constructo secundario, de modo que cada uno de los aspectos incluidos en estos constructos sean unidimensionales y en el nivel cero se intenta resumir el constructo principal en función de los constructos secundarios.

El proceso de validación permite también evaluar la pertinencia de las variables facilitado la identificación de aquellas que no aportan suficiente información para la construcción de los constructos y podrían evaluarlos de forma incorrecta; por tanto, apoya el

perfeccionamiento del modelo y de las herramientas de medición. Además, con el modelo de medición validado se pueden emprender análisis teóricos y contextuales en los que se pueden evidenciar brechas y diferencias entre diversas organizaciones a partir de los datos que reflejen los constructos adecuadamente definidos.

3. Desarrollo

Una revisión del significado de innovación es necesaria para la conceptualización teórica de los constructos, que luego de una discusión multidisciplinaria sobre su contextualización pasan a ser definidos.

La innovación es una característica universal de la vida corporativa actual, pero existe una gran variedad de dilemas al momento de plantearla como estrategia organizacional, estos dilemas serían más fáciles de dilucidar con una definición clara del concepto “innovación” (Prange & Schlegelmilch, 2018). Entonces, se plantea una revisión de su definición desde varias perspectivas para comprender ampliamente su significado. A lo largo de la historia, la innovación es frecuentemente mencionada como la clave del crecimiento y la productividad (Hagedoorn, 1996). En consecuencia, ha sido particularmente estudiada para explicar el desarrollo, la competitividad y el crecimiento económico. Por ello, Garzón (2014) considera que es un concepto que pertenece a las ciencias sociales. Sin embargo, Baregheh, Rowley, & Sambrook (2009) sostienen que es necesario un enfoque multidisciplinario para definirla, e indican que es un proceso de múltiples etapas que emprenden las organizaciones con el propósito de implementar cambios y obtener nuevos resultados que conduzcan a una competencia exitosa. Además, Drucker (2006) considera a la propia innovación como una disciplina que puede ser aprendida y practicada, siendo ella la base de conocimientos para el estudio del emprendimiento dado que su enfoque sistémico facilita encontrar en las organizaciones las áreas en las que se deben implementar cambios para identificar oportunidades empresariales. En concordancia, Fagerberg & Verspagen (2009) sostienen que ha surgido un campo científico específico para estudios sobre innovación, el cual ha estado en continuo incremento de producción desde la década de 1950. Esta situación también es evidenciada por Acevedo, Jiménez, & Rojas (2017), quienes notan una tendencia creciente de publicaciones relacionadas con la innovación entre 1992 y 2016. Todo esto muestra que en la actualidad los estudios de innovación se han convertido en una disciplina con diversas líneas de investigación.

Desde el enfoque económico neoclásico, Schumpeter (1934) fue el primero en utilizar este término para explicar la importancia de la tecnología en el desarrollo capitalista, postulando que la innovación no se limita a simples variaciones de la función de producción, pues requiere de la introducción en el mercado de nuevos procedimientos técnicos, productos, fuentes de materias prima o formas de organización industrial. Esta definición va ligada a la idea de que la innovación conduce a la competitividad tanto nivel de organizaciones como de territorios. Al respecto, Porter & Stern (2001) indican que la innovación se ha convertido en un desafío global que deben enfrentar las organizaciones con el fin de ser competitivas y encontrar sus ventajas comparativas, las cuales según Porter (2011) incluyen el sistema completo de valores de las organizaciones que se compone de actividades orientadas a generar mejores formas de competir como los actos de innovación que permiten anticipar las necesidades locales y foráneas a fin de prepararse para las circunstancias cambiantes de la economía y adaptarse adecuadamente al mercado. Consecuentemente, para contextos transnacionales, Binz & Truffer (2017) sugieren que la innovación es el resultado de la manera en que la industria

innova utilizando conocimiento científico-tecnológicos o por medio del saber hacer, y de la valoración de resultados de la innovación que van de la estandarización a la personalización. Además, como consecuencia de la globalización, Arkolakis, Ramondo, Rodríguez-Clare, & Yeaple (2018) notan que los países se dividen en dos especializaciones: la innovación y la producción, siendo la especialidad determinada de forma endógena como el resultado de la ventaja comparativa y los efectos en el mercado interno frente a los resultados de la innovación y los contextos geopolíticos.

Por otro lado, Sebastián (2009) considera que la innovación se entiende como un proceso social que depende de múltiples factores e interacciones entre diversos actores. Además, Baregheh et al. (2009) afirman que la innovación no es un acto discreto sino un proceso de múltiples etapas en el que las organizaciones transforman ideas en nuevos productos, servicios o procesos para competir con ventajas en el mercado y por tanto es un proceso multidisciplinario. En consecuencia, Robayo (2016) sugiere que la innovación debe estudiarse como un proceso porque para su generación se emplean todas las operaciones de la organización. Por tanto, Kahn (2018) la concibe desde tres enfoques: como un proceso, como un resultado y como una forma de pensar; de esta manera se podría reflejar la ubicuidad de la innovación a fin entender mejor su significado. Como todo proceso social, hay muchos actores que participan en él, por lo que no se puede innovar en aislamiento, por eso Sabato & Botana (1993) notan que innovar consiste en incorporar conocimiento para generar un proceso productivo, el conocimiento puede ser fruto de una investigación propia o aplicación de conocimientos generados por terceros, por ello se requiere de un conjunto de relaciones con otros actores (academia, gobierno y sectores productivos) a fin de generar redes de innovación. Esta idea de tres actores relevantes es también sugerida por Etzkowitz & Leydesdorff (1995), quienes la denominan “triple hélice”, la cual es el fundamento del desarrollo económico basado en el conocimiento. Consecuentemente, Cano- Kollmann, Hannigan, & Mudambi, (2018), Oliveira, Echeveste, Cortimiglia, & Gonçalves (2017) y Pinto & Fernández-Esquinas (2018) resaltan la importancia de la generación de conocimiento que conduzca a innovaciones a través de redes interdisciplinarias y sectoriales. Además, Budden & Murray (2017), Binz & Truffer (2017) y Ketonen-Oksi & Valkokari (2019) indican que estas redes son ecosistemas de innovación con diversos actores que generan o utilizan el conocimiento para obtener como resultado innovaciones que sean de beneficio para las organizaciones o para la sociedad.

Por otro lado, se entiende que hay condiciones adecuadas para la innovación, Efrat (2014) y Sanabria, Acosta-Prado, & Rodríguez (2015) sugieren que se requiere de una cultura que faciliten el proceso innovador tanto a nivel de naciones como de sujetos específicos (organizaciones e individuos). En este sentido, Smit (2014), Davies & Buisine (2017) y Habisch & Zhu (2017) notan correlaciones entre la innovación y las dimensiones culturales (nacionales y organizacionales) que influyen en la forma en que un grupo social entiende el término de innovación. Consecuentemente, Kwan, Leung, & Liou (2018) consideran que la innovación junto a la creatividad son procesos sociales cuyo significado puede ser diferente a través de las culturas, por eso, en los resultados de la innovación se reflejan normas, actitudes y valores culturales. Por tanto, Chen, Yin, & Mei (2018) sostienen que la innovación sigue diversos paradigmas que pueden variar entre países, regiones e incluso organizaciones.

4. Resultados

El modelo que se propone considera un constructo principal: “potencial de innovación”, compuesto por tres constructos secundarios: capacidades, resultados e impactos. Los cuales se

calculan desde tres niveles de abstracción (Ver Figura 2). El potencial de innovación (constructo principal), en este estudio se define como un intangible que refleja el nivel que tiene una organización para innovar, el cual se puede medir a través de sus capacidades, resultados e impactos (constructos secundarios).

Basados en OECD & Eurostat (2005) y RICYT (2001), se definen los constructos secundarios. Las capacidades de innovación son “el stock de bienes de capital y el “know-how” requerido para manufacturar los bienes existentes dentro de la frontera de eficiencia productiva, dependiente del pasado de la organización, cabe indicar que esta capacidad por tanto es de carácter acumulativo”. Los resultados de innovación se refieren a “mejoras por medio de la innovación que deben ser reflejadas en cuatro ejes fundamentales constituidos por: producto (nuevo o mejorado), proceso (agregador de valor), organización (delegación entre departamentos, toma de decisiones, interacción entre departamentos) y comercialización (nuevos canales de distribución, cambios en la atención al cliente, cambios en empaque)”. Y se considera que los impactos de innovación “representan el efecto que ha tenido la aplicación de la innovación en un período de tiempo determinado en una o varias dimensiones (social, económica, cultural, ambiental, etc)”.

Además, el grupo multidisciplinario de discusión ha evidenciado que la percepción del significado de los constructos en las variables observadas no necesariamente reflejan la definición establecida de los mismos, por lo que si se aplica nuevamente el proceso de construcción de constructos se puede evaluar el contenido de las variables para mejorar el instrumento de medición en función de captar mejor el significado de los constructos.

5. Discusión y Análisis

Con el objeto de homogeneizar la información cuantificable sobre innovación, OECD & Eurostat (2005) plantean en el Manual de Oslo (tercera versión) que: “una innovación es la introducción de un producto (bien o servicio) o de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas”. Esta definición ha sido criticada entre otros por Gault (2012) quien considera que para que la definición sea aplicable a todos los sectores productivos se debería cambiar la introducción al mercado por el hecho de que la innovación sea puesta a disposición de potenciales usuarios. En consecuencia, Gault (2018) propone que la innovación se debe definir como una implementación de cambios nuevos o significativos en un producto (bien o servicio) o proceso en la organización que ha sido puesto a disposición para potenciales usuarios. Estas ideas son recogidas por OECD & EUROSTAT (2018) en la cuarta edición del Manual de Oslo donde se indica que “una innovación es un producto o proceso nuevo o mejorado (o combinación de ambos) que difiere significativamente de los productos o procesos previos de la unidad, los cuales han sido puestos a disposición de usuarios potenciales o puestos en uso por la unidad”, nótese que el término unidad hace referencia al actor responsable de las innovaciones que puede ser una organización o un grupo social.

Por otro lado, en lo referente al proceso de cuantificar los fenómenos sociales, cuando se desarrolla una metodología de medición es importante entender que los indicadores resultantes pueden influenciar sobre la acción o intervención institucional alertando sobre la existencia o no de un problema y evaluando su magnitud (Davis, Kingsbury, & Merry, 2012). Entonces, cabe preguntarse sobre el rol de estas herramientas numéricas en la comprensión de las características que miden las sociedades en función de utilizarlas para conducir su

desarrollo. Consecuentemente, Davis & Kingsbury (2012) notan que los indicadores abordan los problemas sociales como fuentes de información del problema analizado y como elementos socio-políticos que pueden estimular el debate sobre la comprensión y el significado de lo que representa el indicador, sus valores y formas de medición. Por eso, Merry (2016) los califica como una tecnología de gobernanza que incorpora medidas estadísticas e incluso sustituye a juicios basados en valores o políticas, esto modifica la dinámica de toma de decisiones hacia un proceso aparentemente más racional basado en información numérica estandarizada y objetiva. Sin embargo, Espeland (2015) sostiene que los indicadores son tecnologías de la simplificación que omiten aspectos contextuales que explicarían mejor los fenómenos que intentan representar y sugiere la necesidad de complementar su significación con análisis claros del contexto y de los conceptos que están detrás de los elementos simplificados. Por tanto, Morales & Robalino-López (2018) advierten que los indicadores sociales pueden contribuir al beneficio de la población pero en ciertos casos también pueden ser usados como herramientas que faciliten la dominación de grupos de poder.

Un claro ejemplo de indicadores globales de innovación es el “innovation global index” donde se estiman para 127 países 81 indicadores que miden las capacidades de innovación de esas naciones en función de sus instituciones, capital humano, investigación, infraestructura, y sofisticación del mercado-negocio (Cornell University, INSEAD, & WIPO, 2017). El cual toma como referencia la tercera versión del Manual de Oslo (OECD & EUROSTAT, 2005). Para el contexto latinoamericano se ha adaptado en base a ello el “Manual de Bogotá” (RICYT, 2001). Consecuentemente, Llisterri & Pietrobelli (2011) nota que los indicadores de innovación en América Latina muestran mucha heterogeneidad en modelos y niveles de desarrollo territoriales, la cual podría ser causada por la debilidad de infraestructura, instituciones y gobernanza. Similarmente, RICYT (2018) evidencia una gran brecha tecnológica entre América Latina y otras regiones del mundo, limitándose la región a innovaciones menores e ingeniería adaptativa mientras que los países desarrollados se enfocan a mejoras mayores e innovación de frontera. Por eso, Waltman & Van Eck (2016), Amaradasa & Turpin (2016) y Iizuka & Hollanders (2017) consideran que la mayoría de los indicadores de innovación solo miden aspectos globales que están adaptados a países con altos niveles de industrialización, entonces se evidencia la necesidad de indicadores que midan la realidad de países con menor desarrollo o de escalas menores en las que se consideren territorios, regiones e incluso organizaciones. En consecuencia, Aguirre-Bastos & Weber (2018) notan que en las economías emergentes los indicadores tradicionales de innovación no muestran cómo estos territorios hacen frente a los desafíos sociales y económicos a través de la innovación, por lo que considera necesario combinar enfoques top-down y bottom-up para modelar mejor la medición de innovación.

Tomando como base el “Manual de Bogotá” (OECD & EUROSTAT, 2005), Camio et al. (2015) desarrollan un modelo para medir las capacidades, resultados e impactos de los procesos de innovación en las organizaciones, este modelo denominado Capacidades, Resultados e Impactos (CRI), el cual es adaptado por Robalino-López et al. (2017) al contexto organizacional ecuatoriano para desarrollar una herramienta de recolección de datos sobre el potencial de innovación en las organizaciones.

Por tanto, en la presente investigación se plantea que para medir la innovación se requiere de modelos en los que la definición de constructos considere los requerimientos estadísticos, las definiciones teóricas y el contexto en el que se va a realizar la medición.

6. Conclusiones

Los indicadores de innovación usualmente son concebidos desde un enfoque global, por eso no suelen reflejar la realidad de países con poca industrialización o cultura de innovación; tampoco logran evidenciar el nivel de innovación en escalas menores (regiones, sectores y organizaciones). Por tanto, es necesario considerar un enfoque multidisciplinario que analice el contexto donde se desean medir los procesos de innovación a fin de identificar adecuadamente los elementos que se deben contemplar en la definición de constructos posibles a incluir el modelo de medición de forma que capten la amplitud del significado de “innovación”.

La propuesta teórico metodológica de este estudio considera el modelo “CRI” para medir el potencial de innovación de las organizaciones, el cual constituye el constructo principal y está definido en función de tres constructos secundarios: Capacidades, Resultados e Impactos. Para la definición de estos constructos (conceptos) se ha partido de su definición teórica pero también de la comprensión de su significado en el contexto local, que para este estudio son las organizaciones ecuatorianas, lo cual ha conducido a que la conceptualización de los constructos (principal y secundarios) sea mejor adaptada y refleje la realidad local del potencial de innovación en las organizaciones.

En el modelo propuesto, cada uno de los constructos secundarios están constituidos de factores (nivel 1) que representan unidimensionalmente los aspectos incluidos en la definición de cada constructo, los factores vienen del análisis de factores aplicado a las variables observadas (nivel 2) que representaban de forma multidimensional a cada uno de ellos. Se ha notado que al pasar de una representación multidimensional a unidimensional se logra identificar a las variables que aportan más información al constructo y por tanto representan mejor al concepto inmerso en él, lo cual hace que este proceso sea un gran apoyo al momento definir en un modelo de medición lo que se debe medir para lograr captar el significado de los constructos. Además da la posibilidad de análisis de herramientas previamente planteadas para la recolección de datos con el fin de perfeccionarlas en función de la que la construcción del constructo refleje la realidad que se desea medir.

7. Referencias

- Acevedo, N., Jiménez, L., & Rojas, M. (2017). Análisis bibliométrico sobre indicadores de innovación. *Revista Espacios*, 38(8). Recuperado de <http://w.revistaespacios.com/a17v38n08/17380810.html>
- Aguirre-Bastos, C., & Weber, M. (2018). Foresight for shaping national innovation systems in developing economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 128, 186-196. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.025>
- Amaradasa, R., & Turpin, T. (2016). *Development on the periphery: monitoring science, technology and innovation for sustainable development among Pacific Island Countries*. Presentado en 21st International Conference on Science and Technology Indicators-STI 2016. Book of Proceedings.
- Arkolakis, C., Ramondo, N., Rodríguez-Clare, A., & Yeaple, S. (2018). Innovation and production in the global economy. *American Economic Review*, 108(8), 2128-2173.
- Baregheh, A., Rowley, J., & Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, 47(8), 1323-1339. <https://doi.org/10.1108/00251740910984578>
- Bélis-Bergouignan, M., Levy, R., Oltra, V., & Saint-Jean, M. (2012). L’articulation des objectifs technico-économiques et environnementaux au sein de projets d’éco-innovations: Le cas de la filière bois aquitaine. *Revue d’économie industrielle*, (138), 9-38. <https://doi.org/10.4000/rei.5352>
- Binz, C., & Truffer, B. (2017). Global Innovation Systems—A conceptual framework for innovation dynamics in transnational contexts. *Research Policy*, 46(7), 1284-1298. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.05.012>
- Boly, V., Morel, L., Assielou, N. G., & Camargo, M. (2014). Evaluating innovative processes in french firms: Methodological proposition for firm innovation capacity evaluation. *Research Policy*, 43(3),

- 608-622. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.09.005>
- Budden, P., & Murray, F. (2017). A systematic MIT Approach for assessing «innovation-driven entrepreneurship» in ecosystems. *Working Paper MIT's Laboratory for Innovation Science & Policy*, 36.
- Bunge, M. (1999). *La ciencias sociales en discusion*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- Camio, M., Romero, M., & Álvarez, M. (2015). Nivel de innovación en PYMES del sector software. *Revista de Administração FACES Journal*, 13(3). Recuperado de <http://www.fumec.br/revistas/facesp/article/view/2019>
- Cano-Kollmann, M., Hannigan, T. J., & Mudambi, R. (2018). Global Innovation Networks – Organizations and People. *Journal of International Management*, 24(2), 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2017.09.008>
- Chen, J., Yin, X., & Mei, L. (2018). Holistic Innovation: An Emerging Innovation Paradigm. *International Journal of Innovation Studies*, 2(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2018.02.001>
- Cornell University, INSEAD, & WIPO. (2017). *The Global Innovation Index 2017. Innovation Feeding the World* (S. Dutta, B. Lanvin, & S. Wunsch-Vincent, Eds.).
- Davies, M., & Buisine, S. (2017). La culture d'innovation dans les organisations françaises. *ISTE OpenScience*.
- Davis, K., Kingsbury, B., & Merry, S. (2012). Indicators as a technology of global governance. *Law & Society Review*, 46(1), 71–104.
- Davis, K., & Kingsbury, B. (2012). *Indicators as Interventions*. Recuperado de <http://www.iilj.org/wp-content/uploads/2016/08/Davis-Kingsbury-Indicators-as-Interventions-Pitfalls-and-Prospects-in-Supporting-Development-Initiatives-Rockefeller-Foundation-2011.pdf>
- Drucker, P. (2004). La disciplina de la innovación. *Harvard Business Review*, Agosto, 157-174.
- Drucker, P. (2006). *Innovation and entrepreneurship*. Harper Paperbacks.
- Efrat, K. (2014). The direct and indirect impact of culture on innovation. *Technovation*, 34(1), 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.08.003>
- Espeland, W. (2015). Narrating numbers. En R. Rottenburg, S. E. Merry, S.-J. Park, & J. Mugler (Eds.), *The World of Indicators* (pp. 56-75). <https://doi.org/10.1017/CBO9781316091265.003>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix - University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *EASST Review*, 14(1), 14-19.
- Fagerberg, J., & Verspagen, B. (2009). Innovation studies—The emerging structure of a new scientific field. *Research Policy*, 38(2), 218-233. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.12.006>
- Garzón, M. (2014). Innovación empresarial, difusión, definiciones y tipología. Una revisión de literatura. *Dimensión Empresarial*, 11(1), 45. <https://doi.org/10.15665/rde.v11i1.160>
- Gault, F. (2012). User innovation and the market. *Science and Public Policy*, 39(1), 118-128.
- Gault, F. (2018). Defining and measuring innovation in all sectors of the economy. *Research Policy*, 47(3), 617-622. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.01.007>
- Habisch, A., & Zhu, B. (2017). Cultures as determinants of innovation-an evidence from European context. *ABAC journal*, 37(1).
- Hagedoorn, J. (1996). Innovation and Entrepreneurship: Schuppeter Revisited. *Industrial and Corporate Change*, 5(3), 883-897.
- Hanel, P. (2015). Économie de l'innovation : innovation, croissance et productivité. En F. Bouchard, P. Doray, & J. Prud'homme (Eds.), *Sciences, technologies et sociétés de A à Z*. <https://doi.org/10.4000/books.pum.4240>
- Iizuka, M., & Hollanders, H. (2017). *The need to customise innovation indicators in developing countries*. Working Paper, Maastrich.
- INEC. (2015). *Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación - ACTI 2012-2014 - Metodología*. INEC.
- Janger, J., Schubert, T., Andries, P., Rammer, C., & Hoskens, M. (2017). The EU 2020 innovation indicator: A step forward in measuring innovation outputs and outcomes? *Research Policy*, 46(1), 30-42. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.10.001>
- Kahn, K. (2018). Understanding Innovation. *Bus*, 61, 453-460. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.01.011>
- Ketonen-Oksi, S., & Valkokari, K. (2019). Innovation Ecosystems as Structures for Value Co-Creation. *Technology Innovation Management Review*, 9(2), 25-35. <https://doi.org/10.22215/timreview/1216>
- Khedhaouria, A., & Thurik, R. (2017). Configurational conditions of national innovation capability: A fuzzy set analysis approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 120, 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.005>
- Kwan, L. Y., Leung, A., & Liou, S. (2018). Culture, Creativity, and Innovation. *Journal of Cross-*

- Cultural Psychology*, 49(2), 165-170. <https://doi.org/10.1177/0022022117753306>
- Lemarchand, G., & UNESCO. (2010). *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*. Montevideo, Uruguay: UNESCO, Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe.
- Llisterri, J., & Pietrobelli, C. (2011). *Los sistemas regionales de innovación en América Latina*. BID.
- Merry, S. (2016). *The seductions of quantification: Measuring human rights, gender violence, and sex trafficking*. University of Chicago Press.
- Morales, V., & Robalino-López, A. (2017). La innovación tecnológica como medida de desarrollo de América Latina. *VISUS Revisa Politécnica de desarrollo e innovación*, 1(1), 31-39.
- Morales, V., & Robalino-López, A. (2018). La relación de la tecnología y la innovación en la caracterización del desarrollo local. *CIGECYT 2018*, 224-237. Riobamba.
- Navarro, J., & Olivari, J. (Eds.). (2016). *La política de innovación en América Latina y el Caribe nuevos caminos*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Nepelski, D., & Piroli, G. (2018). Organizational diversity and innovation potential of EU-funded research projects. *The Journal of Technology Transfer*, 43(3), 615-639. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9624-6>
- OECD. (2015). *OECD Innovation Strategy 2015. An agenda for policy action*. Recuperado de <https://www.oecd.org/sti/OECD-Innovation-Strategy-2015-CMIN2015-7.pdf>
- OECD, & EUROSTAT. (2005). *Manual de Oslo. Directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación*.
- OECD, & EUROSTAT. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- Oliveira, L. S. de, Echeveste, M. E. S., Cortimiglia, M. N., & Gonçalves, C. G. C. (2017). Analysis of determinants for Open Innovation implementation in Regional Innovation Systems. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 14(2), 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.rai.2017.03.006>
- Pinto, H., & Fernández-Esquinas, M. (2018). What do stakeholders think about knowledge transfer offices? The perspective of firms and research groups in a regional innovation system. *Industry and Innovation*, 25(1), 25-52. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1270820>
- Porter, M. (2011). *Competitive advantage of nations: creating and sustaining superior performance*. Simon and Schuster.
- Porter, M., & Stern, S. (2001). Innovation: Location Matter. *MIT Sloan Management Review*, 42(4), 28-36.
- Prange, C., & Schlegelmilch, B. (2018). Managing innovation dilemmas: The cube solution. *Business Horizons*, 61(2), 309-322. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.11.014>
- RICYT. (2001). *Manual de Bogotá. Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*.
- RICYT. (2017). *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos* (M. Albornoz, Ed.). RICYT.
- RICYT. (2018). *El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2018*. RICYT.
- Robalino-López, A., Morales, V., Unda, X., & Aniscenco, Z. (2019). Development and innovation processes: application of a methodology to measure the level of innovation in the Ecuadorian organizational context. *Brazilian Journal of Development*, 5(6), 4550-4557.
- Robalino-López, A., Ramos, V., Unda, X., & Franco, A. (2017). University's contribution to industries in the creation of a tool to diagnose innovation management processes. *INTED 2017 Proceedings*, 2351-2360.
- Robayo, P. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma de Negocios*, 7, 125-140. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.007>
- Sábato, J., & Botana, N. (1993). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Arbor*, 148, 21-43.
- Sanabria, N., Acosta-Prado, J., & Rodríguez, G. (2015). Condiciones para la innovación, cultura organizacional y sostenibilidad de las organizaciones. *Semestre Económico*, 18(37), 157-175.
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development*. London: Oxford University Press.
- Schwartz, L., & Guaipatín, C. (2014). *Ecuador: Análisis del Sistema Nacional de Innovación: Hacia la consolidación de una cultura innovadora*.

- Sebastián, J. (2009). La innovación, entre la ciencia, la ficción y la política. *revista Pensamiento Iberoamericano.*, 5(2), 3-19.
- Serrano, J., Acevedo, N., Castelblanco, J., & Arbeláez, J. (2017). Measuring organizational capabilities for technological innovation through a fuzzy inference system. *Technology in Society*, 50, 93-109. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.05.005>
- Smit, J. (2014). The Relationship between Organizational Culture and Innovation. *25th Annual Conference of the International Information Management Association (IIMA)*.
- Valitov, S., & Khakimov, A. (2015). Innovative Potential as a Framework of Innovative Strategy for Enterprise Development. *Procedia Economics and Finance*, 24, 716-721. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00682-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00682-6)
- Villavicencio, D., Morales, A., & Amaro, M. (2016). *Indicators of the Knowledge based Society: Comparison between European and Latin American countries*. Presentado en 21st International Conference on Science and Technology Indicators-STI 2016. Book of Proceedings.
- Waltman, L., & Van Eck, N. (2016). *The need for contextualized scientometric analysis: An opinion paper*. Presentado en 21st International Conference on Science and Technology Indicators-STI 2016. Book of Proceedings.

Estrategias de gestión de la propiedad intelectual para promover la transferencia de tecnología entre Universidad-Empresa: El caso de Universidades Públicas Brasileñas

Ana Carolina Antunes Vidon
Universidad Federal de Juiz de Fora, Facultad de Administración, Brasil
ana.vidon@ufff.edu.br

Cássia Viviani Silva Santiago
Universidad Federal de Juiz de Fora, Facultad de Administración, Brasil
Cassia.viviani@ufff.edu.br

Resumen

La Propiedad Intelectual es un factor estratégico para la innovación en Brasil y puede contribuir al desarrollo científico, tecnológico y social del país, teniendo en cuenta que a través de él las innovaciones que llegan al mercado y mejorar la calidad de vida de la sociedad. El estudio tiene como objetivo investigar las estrategias de gestión de la propiedad intelectual en las universidades públicas del estado de Minas Gerais, a través del análisis de las mejores prácticas utilizadas en Núcleos de Innovación Tecnológica (NIT's) para la protección y transferencia de sus tecnologías. Desde esta perspectiva, el análisis de las principales herramientas estratégicas de propiedad intelectual utilizados en la Universidad Federal de Minas Gerais, en la Universidad Federal de Viçosa, la Universidad Federal de Ouro Preto y la Universidad Federal de Juiz de Fora. El estudio

se basa en las referencias teóricas relacionadas con la temática, principalmente el modelo de gestión estratégica de los activos intelectuales de Mattioli y Toma (2009). El trabajo empírico se debe a la realización de entrevistas semiestructuradas a funcionarios de los NIT's de las universidades. Esta investigación indica que dichas universidades implementan buenas prácticas de gestión de la propiedad intelectual con vistas a la transferencia de tecnología en las instituciones. Para ello, utilizan distintas herramientas relacionadas con diversos instrumentos de gestión que mejoran la transferencia de tecnología hacia las empresas.

Palabras clave

Innovación; transferencia tecnológica; propiedad intelectual.

1. Introducción

La Propiedad Intelectual es un factor estratégico para la innovación en Brasil y puede contribuir al desarrollo científico, tecnológico y social del país. Sin embargo, para que esto ocurra es necesario que la sociedad tenga acceso a la tecnología desarrollada. En este sentido, la gestión adecuada de la propiedad intelectual es fundamental, en las Instituciones de Ciencia y Tecnología (ICT), para contribuir a la transferencia de tecnología, lo que permite que las innovaciones estén disponibles en el mercado y lleguen hasta la sociedad.

Es conocido que hay una crisis nacional en el sistema de propiedad intelectual, y que hace falta la implementación de políticas públicas adecuadas para generar estímulos a los

investigadores brasileños. Sin embargo, las Universidades se presentan como importantes propulsoras de la propiedad intelectual en el país, siendo destaque en pedidos de depósitos de patentes ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI).

En este sentido, de acuerdo con algunos indicadores de universidades del Estado de Minas Gerais, está claro que algunas se destacan en el panorama de la innovación. Por esta razón fueron elegidas para ser analizadas en este estudio, con el objetivo de identificar cuáles son las principales herramientas estratégicas de gestión de la propiedad intelectual utilizadas en estas instituciones.

Por lo tanto, se decidió en este estudio para analizar las herramientas de gestión de la propiedad intelectual utilizada en las siguientes universidades: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) y Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). La elección se debe al rendimiento presentado por ellas en el *ranking INPI*, el *ranking* Universitário Folha (RUF) y por sus indicadores en la “Rede Mineira de Propriedade Intelectual” (RMPI).

El estudio tiene como objetivo investigar las estrategias de gestión de la innovación en las universidades públicas del Estado de Minas Gerais, a partir del análisis de las mejores prácticas utilizadas en los núcleos de innovación tecnológica (NIT) desde el punto de vista de la protección de la propiedad intelectual y la transferencia de tecnología.

Con el fin de alcanzar los objetivos de la investigación, fue utilizado como procedimiento metodológico la orientación cualitativa.

La relevancia de este estudio se debe a la demostración de herramientas de gestión de propiedad intelectual que pueden contribuir con la transferencia de tecnología en las universidades públicas, para que sea posible asegurar un equilibrio entre los activos invertidos en el desarrollo de la investigación innovadora y su rentabilidad económica y financiera para las instituciones, así como la disponibilidad de nuevas tecnologías a través de su inserción en el mercado. Además, las mejores prácticas de gestión de la propiedad intelectual pueden colaborar con la función social de las universidades, ya que estas instituciones tienen como objetivo producir nuevos conocimientos y dirigirlos a la realidad social, haciéndolos accesibles a la sociedad.

2. Conceptos de Propiedad Intelectual y Transferencia de Tecnología

La oficialización de la denominación "derecho de la propiedad intelectual" surge en la conferencia diplomática de Estocolmo, en 1967, con la Convención por la que se establece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), en la que define en su art. 2º la propiedad intelectual como:

“La suma de los derechos relativos a las obras literarias, artísticas y científicas, a las interpretaciones de los artistas intérpretes ya las ejecuciones de los artistas ejecutantes, a los fonogramas ya las emisiones de radiodifusión, a las invenciones en todos los ámbitos de la actividad humana, a los descubrimientos científicos, a los dibujos y los modelos industriales, las marcas industriales, comerciales y de servicio, así como a las empresas comerciales y denominaciones comerciales, a la protección contra la competencia desleal y todos los

demás derechos inherentes a la actividad intelectual en los sectores industrial, científico, literario y artístico (Estocolmo, 1967) .”

En cuanto a la transferencia de tecnología, Bozeman (2000) la define como el paso de Know-how, conocimientos técnicos o tecnología de una organización a otra.

A través de este proceso se encuentra la difusión de la innovación, ya que crea una competitividad en el mercado, estimula la creación de nuevas tecnologías y lleva al desarrollo económico de las regiones y los países.

3. Propiedad Intelectual y Transferencia de Tecnología en el ámbito de Universidades Brasileñas

La Universidad, desarrolla además de la enseñanza, investigación y extensión, el importante papel de emprendedor. Dentro de este contexto, uno de los pilares de la Universidad Emprendedora es el control sobre la propiedad intelectual que resulta de su investigación (Etzkowitz, 2009).

Para hacer frente a este nuevo papel de la Universidad, surge en 2004, la Ley de Innovación de Brasil, que fomenta y regula la relación entre las ICT's y los sectores productivos, con el fin de generar un desarrollo científico y tecnológico y hacer que el conocimiento generado en la academia alcance y beneficie a la sociedad.

Un instrumento importante para la participación de las universidades en el proceso de innovación, traída por la Ley N ° 10.973/2004, fue la creación de Núcleos de Innovación Tecnológica (NIT), con la función gestionar la política de innovación en las instituciones de investigación.

Cota Junior (2012) citado por Santos (2009) indica como buenas prácticas de gestión de un NIT: políticas y normas institucionales; adopción de un modelo jurídico adecuado a las políticas y normas institucionales; estructura organizativa compatible con la misión política e institucional; respaldo y autonomía a la dirección de las actividades del NIT; autonomía financiera; realización de servicios de calidad que sean flexibles y ágiles; equipo de trabajo cuantitativamente y cualitativamente adecuada, incluidos los profesionales multifuncionales con alto grado de especialización; remuneración adecuada y competitiva en el mercado laboral; creación redes de relaciones; participación en las redes formales con las industrias y otras ICT's; tener conocimiento de las características de sus clientes; capitalizar el potencial de las actividades del NIT, a través de estrategias de gestión específicas; y monitoreo de las actividades y promoción de los ajustes en el funcionamiento adecuado del NIT.

Sin embargo, grandes desafíos aún deben ser enfrentados por las instituciones públicas de investigación para que sea posible la implementación de las buenas prácticas de gestión citadas anteriormente. Algunos de estos desafíos son la falta de autonomía financiera de la mayoría de los NIT's brasileños y la falta de autonomía para contratar y remunerar adecuadamente su equipo de trabajo, hecho que proporciona la pérdida de profesionales cualificados y una discontinuidad del trabajo realizado por el núcleo (Cota Junior, 2012).

Además, en lo que se refiere a la transferencia de tecnología, hay una serie de dificultades para la cooperación, especialmente en relación universidad-empresa, ya sean estructurales, tales como la falta de flexibilidad de los actores para ajustar su estilo de trabajo y el tiempo para el desarrollo de las actividades por ser bien diferenciados entre

Universidad y la Empresa; motivacionales, por ejemplo, en el caso de la falta de interés de los actores por la cooperación; de procedimientos, como técnicas de mercado inadecuadas y falta de experiencia interdisciplinaria; y dificultades en contener informaciones, pues muchas veces hay carencia de información sobre las producciones de los centros de investigación, lo que genera un desinterés de las empresas en relación a las tecnologías desarrolladas en estos centros (Oporto, 2000).

Pero a pesar de las dificultades, las ICT's han presentado buenos resultados en la propiedad intelectual en Brasil. Dicha información puede ser probada en el Boletín de la Propiedad Industrial (INPI, 2017). El ranking indica que las instituciones de enseñanza y de investigación y gobierno, en 2016, representaron alrededor del 70% de los mayores depositantes residentes de patentes, es decir, 35 (treinta y cinco) entre los cincuenta (50) residentes que más depositaron en Brasil. Vale destacar que las nueve (9) primeras posiciones están ocupadas por las universidades.

Por lo tanto, se puede afirmar que las Universidades son importantes propulsoras de la propiedad intelectual, siendo destaque en pedidos de depósitos de patentes ante el INPI. Pero para que estos depósitos se conviertan en efectivas innovaciones, es necesario que las instituciones tengan estrategias adecuadas de gestión de la propiedad intelectual.

4. Modelos de Gestión de la Propiedad Intelectual en Minas Gerais

El Boletín de Propiedad Industrial retrata que Minas Gerais alcanzó la 2ª posición, entre los Estados con mayor número de pedidos de las patentes de invención, en el año 2016. En relación al origen de los 50 (cincuenta) principales depositantes residentes, del año 2016, 06 (seis) depositantes (12%) son de Minas Gerais, totalizando un total de 145 pedidos de depósitos de patente de invención (INPI, 2017).

En este contexto, se puede inferir, que las universidades públicas de Minas Gerais ocupan buena posición en el ranking de innovación brasileño.

En este sentido, se destaca la UFMG, que posee cerca de 1.000 (mil) solicitudes de patentes, siendo alrededor de 100 (cien) ya concedidas, y 89 (ochenta y nueve) tecnologías ya licenciadas (RMPI, 2017). Tal cuantitativo de depósitos de patentes, garantiza a la UFMG la 3ª colocación en el ámbito de la innovación del RUF. Además, UFMG se destaca como la primera colocada en el ranking del INPI de depositantes residentes de patentes de invención en 2016 (INPI, 2017).

Otra universidad minera que tiene indicadores de innovación interesantes es la UFV. En los rankings de innovación, la UFV aparece como el segundo del estado en el número de patentes registradas, con 193 (ciento el noventa por y tres) solicitudes de patentes, y de éstos, 32 (treinta y dos) ya concedidas y posee 26 (veintiséis) tecnologías licenciadas (RMPI, 2017). Tales cifras garantizan la 14ª colocación, entre las universidades más innovadoras del país, según el RUF de 2017. Además, la UFV aparece entre las cincuenta mayores depositantes residentes de patentes de invención en 2016, ocupando la posición 24 en el *ranking* del INPI (INPI, 2017).

La Universidad Federal de Ouro Preto es otra universidad seleccionada para ser analizada en este estudio, debido a los indicadores positivos de la innovación presentados por la institución. La UFOP presenta cifras interesantes de solicitudes de patentes y transferencia de tecnología, en comparación con otras universidades en el estado de Minas Gerais. Esta

universidad tiene 135 (ciento treinta cinco) solicitudes de patentes, 10 (diez) concedidas y nueve (9) licencias concedidas (RPMI, 2017). La UFOP aparece como el 29 colocado en el RUF de 2017.

Por último, se analiza la Universidad Federal de Juiz de Fora, que actualmente cuenta con 112(ciento doce) solicitudes de patentes y 12 (doce) licencias concedidas (RPMI 2017) y, aunque no de esté entre los mayores depositantes de patentes, de acuerdo con el ranking del INPI (INPI, 2017), aparece en el lugar número 30 en la innovación según el RUF de 2017.

Ante los indicadores presentados se puede concluir que estas instituciones son referencias en la gestión de la propiedad intelectual. Por lo tanto, este estudio pretende analizar cómo estas cuatro instituciones hacen la gestión de la propiedad intelectual de los resultados de sus investigaciones.

Sin embargo, antes del análisis de las universidades elegidas, se hace necesaria una explicación sobre mecanismos de gestión de la propiedad intelectual, como se demostrará en el curso del siguiente tópico.

5. Mecanismos de gestión de la propiedad intelectual

La gestión de la Propiedad Intelectual se coloca en el contexto de la gestión de la innovación, y esto incluye las etapas de generación de ideas, el desarrollo técnico y la comercialización (Ojasalo, 2003).

En este contexto, Mattioli y Toma (2009) propusieron un modelo de gestión estratégica de los activos intelectuales, como la siguiente figura:

Figura 1 - Herramientas para la gestión de los activos intelectuales



Fuente: Adaptado de Mattioli; (2009)

Considerando el modelo propuesto por Mattioli y Toma, el resultado que se busca en la gestión eficaz de la propiedad intelectual es el aumento de la competitividad y el desarrollo local, regional y nacional. En este sentido, los líderes de las empresas brasileñas, así como el sector público, especialmente de instituciones de ciencia y tecnología, deben ser conscientes de que los bienes intangibles son potenciales generadores de recursos y agregan valor a las instituciones.

6. Aspectos Metodológicos

La investigación, enfoque cualitativo se configura como un estudio de caso. El caso de estudio fueron las herramientas de gestión de la propiedad intelectual utilizada en UFJF, UFMG, UFV y UFOP. En este momento, se utilizó la entrevista semi-abierta con el personal de los NIT's de dichas universidades.

La realización de la entrevista siguió una hoja de ruta, que fue construido de manera segmentada, elegido por las investigadoras, considerando algunas categorías de análisis de referentes teóricos conceptuales, a saber: los instrumentos citados como la buena gestión NIT practica Cota junior (2012) *citado por* Santos (2009), y el modelo de gestión estratégica de los activos intelectuales propuestos por Mattioli y Toma (2009). En este sentido, el guión se divide en las siguientes categorías: evaluación de los conocimientos; redes de contactos; cultura; jurídico; administración de cartera; inteligencia tecnológica; estructura organizacional; y financiera.

Se estableció como criterio para la selección de los encuestados, el desarrollo de actividades del profesional en el NIT de la UFJF, UFMG, UFV y UFOP. Por lo tanto, se estableció el número de 09 (nueve) entrevistas en total, distribuidos entre coordinadores de los NIT's y con responsables por la Propiedad Intelectual y la Transferencia de Tecnología de cada una de las instituciones estudiadas.

Por lo tanto, se ha hecho una análisis de contenido. En este sentido, los resultados de la búsqueda se presentan de acuerdo con el análisis de los datos recogidos a través de las entrevistas con el personal de los NIT's de las cuatro universidades. Asimismo, se ha considerado las referencias teóricas y conceptuales de conocimiento previo del campo empírico y contenidos recurrentes en los argumentos a ser analizados.

7. Análisis de las herramientas de gestión de la propiedad intelectual

En esta sección, los resultados de la búsqueda se presentan de acuerdo con el análisis de los datos recogidos de entrevistas aplicado a sujetos pertenecientes a la estructura de los NIT's de las universidades estudiadas: UFJF, UFMG, UFV y UFOP.

- Cuestiones relacionadas con la evaluación de los conocimientos:

Las dos primeras cuestiones planteadas a los entrevistados buscaban identificar cómo se realiza la evaluación de los conocimientos en la Institución, o sea, se pretende verificar como ocurre la evaluación de una nueva tecnología por el NIT.

En este sentido, todos los encuestados afirmaron que en la fase previa a la presentación de la patente se comprueba si la tecnología cumple con los criterios de patentibilidad (novedad, actividad inventiva y aplicación industrial), estos serían los requisitos para la institución decidir proteger o no una tecnología.

Sin embargo, cada universidad cita algunas herramientas específicas utilizadas en su NIT para la evaluación del conocimiento. En este sentido, sigue la tabla 1:

Tabla 1 - Herramientas utilizadas para la Evaluación de los Conocimientos

Institución	Instrumentos
UFJF	1 - El lanzamiento del "Desafío - GDI", que busca el desarrollo de una aplicación que permita por un lado al investigador identificar las oportunidades de mercado, y por otro lado el empresario encontrar en la UFJF socios que desarrollen tecnologías que el mercado necesite.
UFOP	1- Las evaluaciones de la tecnología respetan el área de especialización de cada uno de los equipo de NIT, y las áreas principales son la ingeniería, farmacia y biotecnología.
UFMG	1- El Sector de la Propiedad Intelectual realiza la búsqueda de anterioridad, la redacción y revisión de las solicitudes de protección, y la industria ha analistas de propiedad intelectual que trabajan en áreas específicas, a saber: farmacéutica, química, biotecnología e ingeniería.
UFV	1 Una evaluación realizada conjuntamente por el coordinador del NIT, el sector jurídico, los redactores de las patentes, el analista de proyectos, además de ser escuchado el investigador que desarrolló la tecnología, utilizan la herramienta <i>Derwent Innovación</i> para llevar a cabo la búsqueda de la anterioridad.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que las instituciones llevan a cabo un análisis de las nuevas tecnologías a través de la verificación de los requisitos de patentabilidad de búsqueda de la técnica en el INPI.

- Cuestiones relacionadas con Redes de Contactos:

Con respecto a las consultas por los encuestados acerca de la red de contactos, los resultados son presentados en la Tabla 2:

Tabla 2 -Herramientas Utilizadas para Redes de Contactos

Institución	Herramientas
UFJF	1- Flujo continuo de atendimento a las empresas; 2 – Prospección activa; 3 - Desarrollo del Grupo de Trabajo Desarrollo e Innovación, que establece una guía de trabajo para definir y coordinar la colaboración entre universidades, instituciones de investigación y empresas a nivel regional.
UFOP	1- Realiza acciones solamente cuando hay demandas de tecnología de transferencia traídas por los investigadores que recibieron contacto de alguna empresa.
UFMG	1 - Participación en diversos eventos de la propiedad intelectual, transferencia de tecnología e innovación.

UFV	<p>1- Creación del "<i>Innovation Link</i>" que es la herramienta responsable de la gestión de la interfaz entre la UFV, la industria, el gobierno y otras organizaciones de investigación;</p> <p>2 El NIT actúa ofreciendo una cartera de tecnologías de la UFV, por lo general, esta oferta ocurre en los eventos de innovación;</p> <p>3- Se ha identificado que lo que resulta más interesante es cuando la empresa busca el profesor y ellos se van juntos a la comisión de propiedad intelectual (CPPI), porque "de esta manera, la tecnología nace con la intención de crear licencias".</p>
------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Vale destacar que todos los encuestados confirmaron que sus universidades actúan en Red, citando como socios en el trabajo de las Universidades: el INPI, la Fundación de Apoyo a Investigación de Minas Gerais (FAPEMIG), el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), el RPMI, el Foro Nacional de Gestores de la Innovación y Transferencia de Tecnología (FORTEC), la Red de Innovación Minera (RMI) y la Asociación Nacional de Entidades Promotoras de Emprendimientos Innovadores (ANPROTEC).

Las ventajas percibidas por los entrevistados de la actuación en Red están relacionadas a la cooperación de diversos agentes en la ejecución de actividades complejas; el intercambio de información entre los miembros de las redes, a través de eventos, reuniones y encuentros.

- Cuestiones relacionadas con la cultura:

Para promover la cultura institucional de la propiedad intelectual, transferencia de tecnología y la innovación, los encuestados citan el uso de las herramientas presentadas en la Tabla 3:

Tabla 3 - Herramientas Utilizadas para la Cultura

Institución	Herramientas
UFJF	<p>1 - La inversión en formación universitaria y la formación de los trabajadores del CRITT ;</p> <p>2 - La aplicación de los retos de innovación.</p>
UFOP	<p>1- Las temática estudiada es inserida en el mundo académico a través del NIT, sin embargo algunos investigadores/profesores ofrecen cursos electivos en las facultades en las que trabajan.</p>
UFMG	<p>1 - La preocupación de la universidad en la inclusión de las cuestiones de propiedad intelectual, transferencia de tecnología y la innovación, es global y no se atiene a una función exclusiva del NIT;</p> <p>2 – Oferta de talleres de emprendimiento e innovación multidisciplinares en los grados;</p> <p>3 – Creación del núcleo de comunicación en la CTIT como una herramienta importante para la cultura institucional centrada en la innovación.</p>
UFV	<p>1- Inclusión de la propiedad intelectual y la innovación en las disciplinas de grado, maestría y doctorado de la UFV;</p> <p>2 – Propuesta de una nueva la política de innovación en la UFV.</p>

Fuente: Elaboración propia.

- Cuestiones relacionadas con el área jurídica:

Las cuestiones se basaron en las normas institucionales de las universidades, relativas a la temática estudiada. Vale decir que el propósito de las preguntas se refiere a verificar si la institución adopta como buenas prácticas de gestión de la creación y actualización de las políticas y normas institucionales, según los instrumentos indicados por Cota junior (2012) citados por Santos (2009). En esta perspectiva, al analizar la narrativa de los entrevistados se observa una congruencia cuando apuntan que las normas institucionales no están de acuerdo con el nuevo marco regulatorio, pero que ya existe una propuesta de actualización de estas normas.

- Cuestiones relacionadas con la gestión de la cartera:

En este tema se indagó a los entrevistados sobre el seguimiento y el mantenimiento de los activos intelectuales de la institución, así como sobre la accesibilidad del portafolio a posibles inversores y consecuente demostración de interés de éstos. Los resultados se muestran en la tabla 4:

Tabla 4- Las herramientas utilizadas para la gestión de la cartera

Institución	Herramientas
UFJF	<p>1 El sector de Protección del Conocimiento del CRITT es responsable por la monitoreo y el mantenimiento de los pedidos de protección de la UFJF. Mientras que el sector de Transferencia de Tecnología es responsable de crear y proporcionar el catálogo de tecnologías de la institución;</p> <p>2 - Cartera asequible, ya que se publica en el sitio del CRITT.</p>
UFOP	<p>1- La vigilancia y el mantenimiento de los activos intelectuales de la institución se llevan a cabo a través del equipo del NIT.</p>
UFMG	<p>1 - El seguimiento y mantenimiento de los activos intelectuales de la institución se llevan a cabo por la Sección de la Propiedad Intelectual de la CTIT, que utiliza el software "APOL";</p> <p>2 - La cartera de tecnologías de la UFMG es grande y accesible para los inversores. En este sentido, el entrevistado 8 cita la "Vitrina Tecnológica" disponible en el sitio de la CTIT.</p>
UFV	<p>1- Para la vigilancia y el mantenimiento de los activos intelectuales de la UFV, la CPPI trabaja con presupuestos que establecen un límite de gasto anual para la protección de la institución;</p> <p>2 - Hay redundancia de la accesibilidad de la cartera, ya que el catálogo de tecnologías UFV está disponible en el sitio de la universidad, de la CPPI, del RPMI y del "<i>Innovation Link</i>".</p>

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que las instituciones realizan el seguimiento y el mantenimiento de sus activos intelectuales como propone Mattioli y Toma (2009).

- Cuestiones relacionadas con la Inteligencia Tecnológica:

En este tema los entrevistados fueron indagados sobre la existencia de monitoreo de nuevas tecnologías de otras organizaciones, así como sobre la existencia de mapeo dentro de la institución de productos y procesos susceptibles de protección.

En este sentido, el entrevistado 1 de la UFJF, informa que en el momento de la búsqueda de anterioridad de una tecnología se hace también la vigilancia tecnológica, ya que hay otros requisitos de además de la patentabilidad y son necesarios identificar las tecnologías que otras instituciones están desarrollando.

En cuanto a la asignación tecnológica, el entrevistado 2 informa que se está desarrollando una descripción de las tecnologías de la universidad con el objetivo de identificar la investigación con carácter innovador de interés del mercado con vistas a la transferencia de tecnología en el futuro.

Los encuestados de otras instituciones afirman que no realizan los procesos de inteligencia tecnológica.

- Cuestiones relacionadas con la estructura organizativa:

Los entrevistados fueron cuestionados sobre el órgano administrativo de la universidad el cual el NIT está vinculado, con la intención de verificar los beneficios de este vínculo. Así como, se indagó sobre la estructura interna del NIT. Tales preguntas se insertaron con el fin de verificar si la institución adopta una estructura organizativa compatible con la misión institucional y política y el apoyo y la autonomía a la dirección de las actividades del NIT, según los instrumentos citados por Cota Junior (2012) citaron Santos (2009).

Tabla 5- Las herramientas utilizadas para Estructura organizacional

Institución	Herramientas
UFJF	<p>1 – El NIT se encuentra en la estructura del CRITT, el cuál es parte de la Junta de Innovación y que está directamente relacionado con el Rector. Esto garantiza la institucionalización de las acciones del NIT y su autonomía financiera;</p> <p>2- En cuanto a la estructura interna del NIT, los encuestados explicaron que este se divide en Sector de Protección al Conocimiento y Sector de Transferencia de Tecnología. El NIT, aún, posee el apoyo de otros sectores del CRITT: Tecnología de la Información; Administrativa/financiera; Gestión de Personas y Entrenamiento; Comunicación y <i>marketing</i> ; y Calidad.</p>
UFOP	<p>1- El NIT está vinculado al Pro-rector de Investigación y Postgrado (PROPP). Según el entrevistado 4, tal estructura tiene las siguientes ventajas y dificultades: "Estar cerca a la investigación y contar con el apoyo de la organización. Sin embargo, faltan recursos humanos y valoración del NIT".</p> <p>2- En lo que se refiere a la estructura interna del NIT, se dijo que no hay división en sectores y cuentan con poco personal.</p>
UFMG	<p>1 - El NIT está vinculado al Pro-rector de Investigación. Esta estructura trae como beneficio la proximidad del núcleo con las investigaciones desarrolladas en la universidad;</p> <p>2- En cuanto a la estructura interna de la NIT, hay un coordinador general; el Sector de Transferencia de Tecnología; el Sector de Propiedad Intelectual; Sector de Regulación/jurídico; Sectores de Comunicación, Finanzas, Emprendimiento (INOVA), CTIT y Administrativo.</p>

UFV
entrevistado

- 1- La CPPI es una asesora del Pro-rector de Investigación y Posgrado. Según visión del entrevistado
9, tal vínculo institucional es ventajoso, ya que la innovación proveniente de la universidad está directamente relacionada a las investigaciones y los trabajos de postgrado realizados en la institución;
2- La CPPI actúa como un solo sector, y no hay división del sector, sino más bien funciones de sus empleados, subdividido en funciones técnicas, legales y proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se concluye que todos los NIT's analizados, a excepción de NIT de la UFJF, están vinculados con el Pro-rector de Investigación.

- Cuestiones relacionadas con el aspecto financiero:

El aspecto financiero es considerado por Cota junior (2012) uno de los grandes desafíos que enfrentan las instituciones públicas de investigación para la implementación de las mejores prácticas de gestión posibles, ya que la mayoría de los NIT's no tienen autonomía financiera.

En este sentido, se preguntó a los encuestados cómo se hace la distribución de los recursos procedentes de la transferencia de tecnología y se existe un retorno de estos fondos para ser reinvertido en actividades innovadoras en la institución. Se cuestionó, también, sobre la relación entre el NIT y las Fundaciones de Apoyo a la investigación. Los resultados de los cuestionamientos siguen en la tabla 6:

Tabla 6- Las herramientas utilizadas para financiar la innovación

Institución	Herramientas
UFJF	1- Los recursos derivados de la transferencia de tecnología se asignan sobre la fuente de los recursos propios, en donde la UFJF recibe fondos de toda su recaudación directa. Después de la recaudación, estos recursos son redistribuidos entre las unidades de la universidad, no garantizando una reasignación para la innovación.
UFOP	1- El reparto de los recursos derivados de la transferencia de tecnología está regulada por normas institucionales que determinan que 1/3 de los recursos adquiridos será para el investigador y 2/3 para la universidad (de éstos el 40% se asigna al NIT).
UFMG	1 La distribución de los ingresos de la transferencia de tecnología sigue la proporción de 1/3 al laboratorio donde se desarrolló la tecnología, 1/3 para los inventores y 1/3 para la Administración Central de la Universidad, que se transmite al NIT y al Pro-rector de Investigación.
UFV siguiente	1- El reparto de los recursos derivados de la transferencia de tecnología sigue la distribución: 1/3 para los inventores; y 2/3 para la Universidad (50% para el Pro-rector de Investigación y Posgrado y el 50% para el Departamento/Instituto al que pertenece el inventor).

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las relaciones entre NIT's y las fundaciones de apoyo, todos los

encuestados consideran como positiva y hacen que los procedimientos sean más rápidos, lo que favorece la relación público-privada.

8. Consideraciones finales

Como se ha señalado en este estudio y en la literatura sobre la propiedad intelectual, se puede decir que la protección de nuevos productos y procesos es un factor estratégico para la innovación y puede colaborar con el desarrollo científico, tecnológico y social de Brasil. Sin embargo, la innovación sólo ocurre cuando la invención alcanza a la sociedad, ocurriendo el cambio de la realidad hasta entonces vivenciada.

En el contexto de las universidades, para que la innovación efectivamente ocurra se hace necesario el proceso de transferencia de las tecnologías desarrolladas en la academia, para que otras organizaciones puedan producirlas y comercializarlas y, así, ponerlas a disposición de la sociedad.

Los resultados de esta investigación mostraron que no existe un modelo único de gestión de la propiedad intelectual utilizada en todas las universidades analizadas, cada una tiene acciones específicas para llevar a cabo sus actividades. También vale la pena señalar que otras explicaciones posibles pueden contribuir al éxito de una institución en esta área, como la ubicación de la institución, que, al estar en una región cercana a un gran centro comercial y tecnológico, puede facilitar las acciones de C, T & I.

En este sentido, cabe destacar algunas iniciativas que han demostrado ser muy eficaz como tener un equipo multidisciplinario para llevar a cabo las evaluaciones. Este equipo debe ser formado con especialistas de las principales áreas de conocimiento en las cuales se pretende hacer la protección de propiedad intelectual.

Otra herramienta implementada para la evaluación del conocimiento es presentado por la UFV, que trata con el uso de la *Derwent Innovation* para llevar a cabo la búsqueda de la anterioridad.

En cuanto a las redes de contacto, la UFMG señala, entre otras cosas, la participación en varios eventos de innovación, con el propósito específico del NIT establecer contacto con el sector privado. La UFV, además de implementar esta herramienta con el personal del NIT también estimula la participación de los profesores e investigadores que desarrollaron la tecnología que se ofrecerá a las empresas.

La UFV tiene importante herramienta de interacción con las empresas: la oficina de innovación *Innovation Link*, que es responsable de la gestión de la interfaz entre la UFV, la industria, el gobierno y otras organizaciones de investigación.

En cuanto al instrumento cultural de la gestión de la propiedad intelectual, la UFMG se diferencia de las demás en su visión global en toda la universidad, no solamente en un sector de la misma.

En cuanto al instrumento jurídico para la gestión de la propiedad intelectual, todas las universidades estudiadas han demostrado que su normativa en materia de propiedad intelectual están siendo actualizados, según los cambios introducidos por la Ley N° 13.243/16.

En lo que se refiere a gestión de cartera de tecnologías, la UFJF la enseña en el sitio de CRITT. Ya UFMG, utiliza un software para ayudar en la gestión y seguimiento de los procesos de protección. Asimismo, vale destacar la “Vitrine Tecnológica” que sirve como un escaparate, donde se expone las tecnologías ofrecidas por la institución.

En cuanto a la estructura organizativa, la investigación mostró un diferencial UFJF en relación con otras instituciones analizadas, ya que es el único en el NIT no está vinculado al

Pro- rector de Investigación, con el núcleo incluido en la Junta de Innovación de la universidad.

Por último, en lo que se trata de las herramientas que se utilizan con el aspecto financiero de los NIT's, vale destacar la importancia de las regulaciones institucionales que rigen el reparto de los recursos de la transferencia de tecnología destinando una cantidad para ser utilizado por ellos con el objetivo de dar más agilidad y flexibilidad a sus actividades.

Cabe señalar que aunque el estudio no realiza análisis de variables independientes que indiquen el éxito de las instituciones en el proceso de concesión de patentes y transferencia de tecnología, los datos recopilados, a través de las clasificaciones INPI, RMPI y RUF, pueden indicar que La UFV es más exitosa porque tiene una mayor proporción del número de depósitos de patentes y de las transferencias de tecnología logradas. Siendo que para el representante de esta institución la herramienta que da más resultado es la participación en los más variados eventos de innovación, con el propósito específico de que el NIT establezca contacto con el sector privado. Sin embargo, no solo el equipo de NIT participa en los eventos, sino también los profesores / investigadores que han desarrollado las tecnologías, que son cruciales para la oferta a las empresas, ya que son los que tienen los conocimientos técnicos sobre la tecnología. Además, es importante destacar que las propuestas presentadas sirven como una ayuda para la efectividad de la gestión de la propiedad intelectual en las universidades, y su nivel de implementación será determinado por cada institución.

Los datos encontrados en esta investigación, reafirman que la adopción de una política de gestión de la propiedad intelectual contribuye de manera efectiva para la transferencia de tecnología. Establecer una política en este sentido significa promover el equilibrio de los activos invertidos en el desarrollo de la investigación innovadora y su rentabilidad económica y financier de la institución, así como proporcionar nuevas tecnologías a través de su integración comercialización y así cumplir con la función social de la universidad.

Por último, vale decir que hace falta a Brasil la implementación de políticas públicas adecuadas a generar estímulos a los investigadores brasileños, así como, para desburocratizar y facilitar el acceso a la información en cuanto al sistema de propiedad intelectual, y así generar innovaciones y desarrollo económico, científico y tecnológico en el país.

9. Referencias

- Cota Junior, M.B.G. (2012). Gestión de la Propiedad Intelectual en instituciones científicas y tecnológicas: el papel de la Fapemig en el fomento de la innovación. *Perspectivas en Políticas Públicas* (p.p 103-149).
- Instituto Nacional de Propiedad Industrial. (2017). *Indicadores de Propiedad Industrial: El uso del Sistema de Propiedad Industrial en Brasil.2015*. Recuperado de http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas/arquivos/publicacoes/indicadores-de-propriedade-industrial-2000_2012.pdf
- Instituto Nacional de Propiedad Industrial. (2017). *Boletín Mensual de Propiedad Industrial: Ranking de los Depositantes Residentes 2016 - Estadísticas Preliminares.2017*. Recuperado de <http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas/arquivos/publicacoes/boletim-ranking-2016.pdf>
- Matias -Pereira , J. (2011). Política de Ciencia, Tecnología e Innovación: Una evaluación de la Gestión del Sistema de Protección a la propiedad intelectual en Brasil. *Independiente Diario de Gestión y Producción (IJM & P)* (pp. 44-75) .
- Mattioli, M. y Toma, E. (2017). Protección, apropiación y gestión de activos intelectuales.Instituto de Innovación. Recuperado de http://4bfpc23fr6po2asm8o3tg4lh.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2010/07/154Protecao_Apropriacao_e_Gestao_de_Ativos_Intelectuais.pdf>
- Ojasalo , J. (2003). *Obstacles to being an entrepreneur in Finland. Results of an empirical study, in Gaulden, C.F. (Ed.), Proceedings of the Annual Conference os ASBE Association for Small Business & Entrepreneurship*, ASBE, Houston.

- Ribeiro, E.F.S.; Melo, F.R.G.; Macêdo, L.S.; Guimarães, L.C. (2014). *Propiedad Intelectual en la UFU* . Uberlândia: Universidad Federal de Uberlândia.
- Organización Mundial de Propiedad Intelectual. (1967). *Convenio por el que se establece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*. Estocolmo. Recuperado de <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/WIPO-World-Intellectual-Property-Organization-Organiza%C3%A7%C3%A3o-Mundial-de-Propriedade-Intelectual/convencao-que-estabelecer-a-empresa-mundo-de-propiedad-intelectual.html>
- Red Mineira de Propiedad Intelectual. (2017). *La RMPi*. Recuperado de [\(http://www.redmineirapi.com/novo/armpi/Ranking-Universitario-Folha\)](http://www.redmineirapi.com/novo/armpi/Ranking-Universitario-Folha). (2017). Recuperado de <https://ruf.folha.uol.com.br/2017/ranking-de-universidades/ranking-por-inovacao/>

Inovação na gestão judiciária: uma Análise das práticas contempladas pelo prêmio innovare

Elda FontineleTahim

Universidade Estadual do Ceará, Profa. Dra. do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Administração de Empresas, Brasil

fontineletahim@gmail.com

Benedita Bruna Camelo Brito

Universidade Estadual do Ceará, Mestrado em Administração de Empresas, Brasil

bbrunabrito@yahoo.com.br

Jessie Coutinho de Souza Tavares

Universidade Estadual do Ceará, Doutorado em Administração de Empresas, Brasil

jessie.tavares@aluno.uece.br

Marília Marinho de Andrade Oliveira

Universidade Estadual do Ceará, Doutorado em Administração de Empresas, Brasil

mari.marinho@hotmail.com

Resumo

Tradicionalmente, o Poder Judiciário Brasileiro apresenta robustez no tocante às suas atividades administrativas, o que demanda da seara uma gestão eficiente do orçamento público de forma a garantir a efetividade da prestação jurisdicional. A simbiose entre este setor e a gestão da inovação surge no momento em que a resposta social em relação a estes serviços ainda não é favorável e, a interação entre a gestão judiciária e os anseios sociais é imprescindível. A pesquisa se propôs a analisar como se caracteriza a inovação no Poder Judiciário com base nas práticas consolidadas no setor que receberam o prêmio Innovare. Para tanto, realizou-se pesquisa documental, de cunho quanti e qualitativo, e caráter exploratório e descritivo, contemplando a análise das práticas premiadas entre os anos 2014 e 2018.

Palavras-chave

Gestão no poder judiciário. Inovação. Prêmio innovare.

1. Introdução

As questões relacionadas à morosidade do Poder Judiciário se apresentam como uma característica já consolidada junto ao setor que, segundo Husadel e Vacovski (2017), tanto podem derivar de causas internas, inerentes ao próprio setor, como de causas externas, advindas dos Poderes Executivo e Legislativo, bem como de terceiros.

Em decorrência deste cenário, autores como Stumpf (2008) e Teixeira e Rêgo (2017) afirmam que a solução encontra-se em ferramentas típicas das ciências administrativas, principalmente no incentivo à criatividade e à inovação. Considerando-se que a inovação pode ser definida em seu conceito mais basilar como a adoção de um novo ou melhor produto ou serviço, as discussões sobre o tema não só caracterizam a viabilidade da prática no setor privado, mas também no setor público (Teixeira & Rêgo, 2017).

A “modernização administrativa” pode ser compreendida como uma mudança organizacional, contudo, quando as discussões versam sobre a máquina pública, a perspectiva inovativa deve considerar a complexidade do cenário, que envolve as diversidades internas,

bem como a cultura e o dinamismo organizacional, os quais não se comportam de forma similar à iniciativa privada (Queiroz & Ckagnazaroff, 2010).

Trazendo para discussão a visão de Nelson e Winter (2005), é possível afirmar que a eficiência é considerada uma característica inerente à boa política, embora não seja necessariamente o único enfoque do interesse público, portanto, a despeito dos pontos negativos que o cenário apresenta no tocante à inovação, dentre eles, a falta de reconhecimento dos resultados positivos decorrentes de um novo produto ou serviço (Borins, 2001), o setor público concentra caminhos que influenciam de forma significativa o setor socioeconômico, fator este que, por si só, já demanda uma administração mais minuciosa (Sousa & Guimarães, 2014).

Estudos já realizados acerca da gestão no Poder Judiciário demonstram como um ponto negativo a especificidade e a complexidade que caracteriza o funcionamento do órgão, fator este que gera empecilhos na implementação de projetos gerenciais e procrastina uma postura contrária à ideia da celeridade (Pekkanen & Niemi, 2013; Sadek, 2004; Sousa & Guimarães, 2014; Stumpf, 2008).

Os estudos de Guimarães, Odelius, Medeiros e Santana (2011) indicam que as primeiras menções ao tópico inovação no Judiciário datam de 1994, e que, referida abordagem vem se manifestando de forma ascendente nas publicações, fato que pode estar diretamente relacionado à falta de habilidade em práticas de gestão e processos gerenciais que permeia parte do corpo de servidores do órgão.

A despeito do aumento de abordagens sobre o tema, a revisão sistemática da literatura pertinente (Guimarães, Odelius, Medeiros & Santana, 2011; Lacerda & Silva, 2014; Oliveira, 2017; Sadek, 2004) demonstrou uma carência de estudos com enfoque nas contribuições proporcionadas pelo incentivo do Instituto Innovare. Desta forma, o estudo parte da problematização exposta com o seguinte problema de pesquisa: Quais práticas adotadas no Poder Judiciário são contempladas pelo Prêmio Innovare? Partindo do problema proposto, a pesquisa teve como objetivo geral analisar as práticas inovadoras adotadas no Poder Judiciário que foram contempladas com o Prêmio Innovare, e teve como objetivos específicos categorizar as práticas premiadas a partir das tipologias de inovação, identificar as práticas que formam a capacidade de inovação nos casos premiados e identificar os resultados obtidos a partir das inovações dos casos premiados.

Para atingir o objetivo proposto, o estudo partiu de pesquisa documental, de cunho qualitativo, no qual adotou-se as técnicas de análise de conteúdo com os dados catalogados referentes às práticas inovadoras no Judiciário contempladas pelo prêmio Innovare no período 2014-2018.

2. Referencial Teórico

Partindo da relevância do tema pesquisado, buscou-se desenvolver o referencial teórico enfocando as questões inerentes à gestão da inovação no Poder Judiciário.

2.1 Inovação no setor público

O molde inerente ao conceito basilar da inovação conta, primordialmente, com as contribuições de Schumpeter (1982) e do Manual de Oslo (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico [OCDE], 2005), os quais mencionam a prática como a implementação de produto, serviço ou método novo, que influencie diretamente as práticas organizacionais bem como a organização laboral.

Referido conceito gerou influências significativas não só nas questões organizacionais, perpassando também pelo campo social e, finalmente produzindo efeitos na seara pública, emergindo o que Bloch (2011) define como uma nova metodologia que possibilita alterações favoráveis em serviços, bens e processos gerenciais que viabilizam a troca entre a organização e o cidadão.

A relação entre inovação e setor público ainda é representada por um processo de consolidação, processo este iniciado como uma alternativa de os países desenvolvidos integrarem políticas de ciência e tecnologia com os aspectos socioeconômicos e pesquisas com produção, o que viabilizaria um aumento da competitividade econômica internacional (Rua, 1999).

A abordagem da inovação no aspecto tecnológico é deveras restritiva, e portanto, demandou-se maior abrangência conceitual, enfocando também relações como capital/trabalho, organização/cliente, e apresentando formas originais de gestão organizacional. É possível vislumbrar que a inovação no setor público teve seu marco inicial datado no ano de 1995 com a reforma federal 1995/98 de Bresser Pereira, trazendo, em primeiro lugar, a designação “gestor público” em substituição a “funcionário público” (Bolliger, 2014). Segundo Bolliger (2014), este primeiro passo já objetivava sanar o modelo histórico da administração pública que apresentava as características patrimonialista, burocrática e gerencial, sendo a burocracia considerada um dos entraves que geravam inércia no setor público.

A associação de ideias entre inovação e gestão pública surgiu, segundo as contribuições de Farah (2000), em decorrência do processo de democratização consolidado na Constituição Federal de 1988, que buscava uma maior participação popular, amplitude de acesso a bens públicos e transparência administrativa, em substituição à atuação clientelista predominante entre as décadas de 1970 e 1980.

Partindo-se do questionamento sobre o porquê de se inovar no setor público, Cavalcante e Cunha (2017, p. 16) indicam como resposta a influência que este processo pode gerar na iniciativa privada e também a superação da “visão restrita do papel do Estado meramente para fins de correção de falhas de mercado, incorporando também outras perspectivas, como a construção de (e participação em) sistemas de inovação”.

Caracterizando o movimento inovativo na seara pública, faz-se mister salientar os três períodos que podem ser associados à inovação no setor público, quais sejam: o Período Schumpeteriano, que retrata o rearranjo de combinações capazes de gerar um contexto evolucionário que viabilizem a expansão econômica; o Período da Teoria Organizacional, que menciona a similaridade entre inovações nos setores público e privado; e o Período da Teoria Autóctone, que surgiu a partir dos anos 2000 e buscou dissociar as inovações dos setores público e privado (Oliveira & Santos, 2017).

Neste sentido, a tônica se encontra direcionada para o incentivo a transmutações de natureza tecnológica (Chaym, Barroso, Melo, Benayon & Moreira, 2018), política, humana, gerencial e cultural, desencadeando repercussões sociais cada vez mais tangíveis (Zani & Spinelli, 2010), reforçando a ideia de que as práticas adotadas pelos órgãos públicos atuam de forma reflexa na sociedade, visto que a internalização do conceito de eficiência junto aos servidores influencia de forma positiva as questões econômicas e ambientais da atividade pública e também a formação axiológica da sociedade (Wolkmer & Paulitsch, 2013).

2.2 Perspectivas de inovação no judiciário e caracterização do Prêmio Innovare

Sousa e Guimarães (2014) demonstram que no campo jurisdicional o enfoque sobre a

inovação não só apresentava a “pegada” gerencial (Guimarães, Odelius, Medeiros & Santana, 2011; Kempinen, 2009), como também o direcionamento perpassou pelo caminho da perspectiva político-legal (Fagan & Malkin, 2002; Goldkamp, 1994; He, 2013), no entanto, os autores afirmam que a partir de 2003 os estudos em inovação no Judiciário começaram a contemplar uma dimensão tecnológica, relacionando-a à incidências das Tecnologias de Informação e Comunicação [TICs], sendo esta última estratégia já amparada no país pela Resolução nº 99/2009 do Conselho Nacional de Justiça (Brasil, 2009).

Instituído em 2004, o prêmio Innovarevisa contemplar práticas inovadoras, “bem como iniciativas que objetivassem o aperfeiçoamento na solução de conflitos, na incorporação de novos procedimentos, na obtenção de resultados mais ágeis e pacificadores das relações sociais” (Sadek, 2012, p. 1). Em suas pesquisas, Oliveira (2017, p. 19) aborda três modelos internacionais de mensuração da inovação no setor público, os quais apresentam as influências entre as variáveis de inovação “capacidade, atividade, barreiras, indutores e resultados/desempenho”.

Objetivando adequar os objetivos deste trabalho com as variáveis correspondentes, optou-se pela utilização do modelo Innovation Unit. No caso, o modelo parte do pressuposto inerente à atividade como a aplicação de ideias e conhecimento na geração de valor. A projeção dos conceitos supramencionados pode ser vislumbrada a partir do design indicado na Figura 1.

Figura 1. Modelo Innovation Unit



Fonte: Adaptada pelas autoras de Innovation Unit (2017).

3. Metodologia

A presente pesquisa possui uma abordagem qualitativa e se caracteriza quanto aos fins como do tipo exploratória e descritiva. Estudos sobre inovação no Poder Judiciário brasileiro são recentes e ainda pouco representativos (Castro & Guimarães, 2019; Lacerda & Silva, 2014; Noronha, 2015; Oliveira, 2017), e, uma vez que o tema tem sido pouco explorado, a pesquisa do tipo exploratória constitui “uma primeira etapa de uma investigação mais ampla” (GIL, 2008, p. 27).

Trata-se, no caso, de identificar e descrever nas práticas premiadas pelo prêmio

Innovare as características relativas aos tipos de inovação, as capacidades de inovação, os resultados de inovação, a difusão da inovação e as dificuldades para a implementação de iniciativas inovadoras no Poder Judiciário brasileiro.

O meio de investigação utilizado no estudo é do tipo documental, pois foi realizada sobre documentos conservados por um órgão público (Vergara, 1998) e que ainda não receberam um tratamento analítico (Gil, 2008). Os dados utilizados nesta pesquisa foram extraídos dos documentos sobre o prêmio Innovare disponíveis no sítio eletrônico do instituto, os quais foram produzidos pelos participantes ganhadores da premiação.

Para satisfazer o cunho qualitativo da pesquisa, utilizou-se a técnica da análise de conteúdo, que, de acordo com Bardin (2011), se trata de um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens.

De acordo com as informações disponibilizadas no sítio eletrônico do instituto, a premiação é realizada contemplando as categorias Juiz, Tribunal, Ministério Público, Defensoria Pública, Advocacia e Justiça e Cidadania e ocorre anualmente desde 2004. Para esta pesquisa utilizou-se uma amostra referente às 31 práticas premiadas entre 2014 e 2018.

Cada prática analisada constava de um documento descrito pelos próprios participantes (ganhadores do prêmio) conforme os seguintes tópicos: descrição resumida, processo de implementação, fatores de sucesso, principal inovação, dificuldades encontradas, tempo de funcionamento, etapas de funcionamento, infraestrutura, equipe, outros recursos, parceria, equipamentos, orçamento e contribuição para a justiça.

As informações foram organizadas em um arquivo de dados em formato de planilha eletrônica para facilitar o processo de análise. A etapa seguinte consistiu no processo de identificação das características presentes nas práticas premiadas de interesse para o presente estudo: tipo de inovação, capacidade de inovação, resultado de inovação, difusão da inovação e dificuldades de implementação.

Para identificação das características referentes ao tipo, capacidade e resultado de inovação foram utilizados a codificação e o modelo de coleta desenvolvidos com base nos estudos de Oliveira (2017), Valladares, Vasconcelos & Serio (2014) sobre as capacidades de inovação, a tipologia de Gallouj (2002) sobre modos de inovação e Bloch (2011) e Newcomer e Allen (2010) sobre resultados de inovação. Para essa etapa, foram consideradas as informações descritas nos tópicos “descrição resumida”, “processo de implementação”, “fatores de sucesso”, “principal inovação”, “etapas de funcionamento” e “contribuição para a justiça”.

Para identificação de difusão da inovação, a análise de conteúdo considerou a presença ou não de elementos textuais indicativos de expansão territorial da prática. A presença de difusão local foi considerada como a expansão para outros municípios dentro do mesmo Estado da Federação; a difusão nacional, no caso em que ocorreu a expansão da prática para Estado diverso daquele onde teve início a prática; e a difusão internacional, quando houve menção à expansão da prática em país diverso do Brasil. em algum trecho do texto de descrição da prática realizada pelos participantes. Para essa etapa, foram consideradas as informações descritas nos mesmos tópicos da etapa anterior.

Para identificação das dificuldades, foi realizada a análise temática de conteúdo das informações descritas pelos participantes no tópico “dificuldades encontradas”. Após identificados os núcleos de sentido e realizada a respectiva codificação de forma a agrupar o conteúdo de acordo com a maior similaridade da descrição, foram identificadas as dificuldades por meio da aglutinação desse conteúdo em categorias.

Os resultados da pesquisa são apresentados para cada característica analisada. Os tipos de inovação identificados são apresentados por categoria premiada e por Estado da Federação. Já os resultados sobre capacidades e resultados de inovação aparecem no estudo por categoria premiada. Os resultados sobre a difusão da inovação e as dificuldades para implementação são descritos conforme os aspectos qualitativos identificados.

4. Resultados e Discussão

Neste tópico, será apresentada uma análise descritiva sobre as características identificadas nas práticas premiadas. Em primeiro lugar, as práticas estão agrupadas por categoria e por Estado da Federação. Em seguida, são apresentados os resultados obtidos por meio da análise de conteúdo para cada uma das variáveis utilizadas na pesquisa: as práticas, então, são distribuídas por tipo de inovação, são apresentadas as capacidades de inovação, os resultados de inovação e as dificuldades para inovação identificados e a existência ou não de elementos indicativos sobre a difusão da inovação. Por último, apresenta-se a análise descritiva sobre as variáveis estudadas distribuídas por categoria e agrupadas por região geográfica.

4.1 Características do prêmio Innovare

O prêmio Innovare consiste em uma premiação nacional, organizada pelo Instituto Innovare, associação sem fins lucrativos que tem como objetivos a identificação, premiação e divulgação de práticas do Poder Judiciário, do Ministério Público, da Defensoria Pública e de advogados que contribuem para a modernização, democratização do acesso, efetividade e racionalização do Sistema Judicial Brasileiro (Instituto Innovare, 2019).

Durante o período analisado – 2014 a 2018 – tem-se o total de 31 práticas premiadas. Perpassando pela frequência dos casos analisados por categoria de premiação é possível vislumbrar que as práticas estão distribuídas em percentual igual para as categorias tipicamente premiadas – Tribunal, Juiz, Ministério Público, Defensoria Pública e Advocacia, ou seja, cada uma dessas práticas possui 5 casos premiados, representando de forma unitária 16,12% do total. A categoria Justiça e Cidadania apresentou 4 casos, ou 12,90% dos casos do período e a categoria Premiação Especial obteve 2 premiações no percentual de 6,45%.

Cabe ressaltar que durante o período analisado a categoria Justiça e Cidadania não apresentou prática premiada no ano 2014 e as ocorrências na categoria Premiação Especial foram observadas apenas nos anos 2014 e 2015.

Considerando a premiação por região e Estado da Federação observa-se que a região centro-oeste possui 12,90% dos casos premiados, sendo 3 casos no Distrito Federal e 1 em Goiás. Embora as regiões Norte e Nordeste juntas agrupem 15 Estados, o percentual de 25,8% das práticas premiadas identificadas nessas regiões se concentraram em somente 5 Estados. No Nordeste, os estados do Ceará e Pernambuco possuem 1 caso premiado cada e os estados do Piauí e Maranhão 2. A região Nordeste totaliza sozinha 19, 35% dos casos. Na região Norte, somente o estado do Pará aparece no período analisado com 2 casos premiados. Assim posto, é possível verificar a predominância do número de práticas premiadas nas regiões Sudeste e Sul que apresentam 29,03% e 32,25% respectivamente, totalizando 61,28% do total dos casos premiados.

4.2 Tipos de inovação, capacidade de inovação e resultados da inovação

4.2.1 Tipos de inovação

A análise de conteúdo realizada para identificação dos tipos de inovação presente nas práticas premiadas resultou na distribuição dos casos apresentada na Tabela 1. Considerando os tipos de inovação apresentados nos estudos de Gallouj (2002), quais sejam, inovação radical, de melhoria, incremental, ad hoc, de formalização e recombinação, os resultados da pesquisa mostraram que no Judiciário há um predomínio de inovações do tipo incremental (61,29%) seguido das inovações de melhoria (22,58%). Tais resultados também estão alinhados aos achados de Oliveira (2017) no trabalho desenvolvido sobre as experiências premiadas no concurso de inovação da Escola Nacional de Administração Pública [ENAP].

Impende asseverar que, a despeito dos parâmetros indicativos, a inovação radical encontra-se pontualmente presente nas práticas do Judiciário, posto que no período estudado 5 casos premiados estão alinhados a essa tipologia de inovação.

Nesse sentido, Oliveira (2017) pondera a existência de um maior risco e onerosidade envolvidos na geração de inovação radical quando comparados ao processo requerido para a implementação de inovações de melhoria e incremental.

Tabela 1. Frequência de casos de tipo de inovação

Tipo de inovação	Nº de casos	Percentual (%)
Radical	5	16,12
Melhoria	7	22,58
Incremental	19	61,29
Total	31	100

Fonte: Elaborada pelas autoras (2019).

É possível também analisar a ocorrência dos tipos de inovação dentre as categorias contempladas pelo Prêmio Innovare. Desta forma, infere-se a, partir da análise da Tabela 2 que a inovação incremental está mais associada à categoria Tribunal, Defensoria Pública e Advocacia, enquanto, as inovações tipificadas como de melhoria estão associadas à categoria Juiz, apresentando a categoria Justiça e Cidadania com a maior número de inovações radicais no período estudado.

Tabela 2. Frequência dos tipos de inovação por categoria: 2014-2018

Categoria	Tipo de inovação		
	Radical	Melhoria	Incremental
Tribunal	0	1	4
Juiz	0	3	2
Ministério Público	0	2	3
Defensoria Pública	1	0	4
Advocacia	1	0	4
Justiça e Cidadania	3	1	0
Premiação Especial	0	0	2
Total	5	7	19

Fonte: Elaborada pelas autoras (2019).

4.2.2 Capacidade de inovação

A categoria capacidade de inovação é formada por 7 práticas, quais sejam: liderança transformadora, intenção estratégica de renovar, gestão de pessoas para inovação, conhecimento do usuário e do ambiente, gestão estratégica da tecnologia, organicidade da estrutura organizacional e gestão de projetos. De acordo com os dados discriminados na Tabela 3 foram identificadas 56 capacidades distribuídas entre as práticas supracitadas, uma vez que, poderia se encontrar mais de uma prática por caso.

Liderança transformadora foi a capacidade mais identificada estando presente em 32,14% dos casos. Conhecimento do usuário e do ambiente e organicidade da estrutura organizacional foram identificados em 21,42% dos casos, correspondendo a 42,84% das capacidades identificadas.

As capacidades identificadas com menor frequência foram gestão estratégica da tecnologia (17,85%), gestão de pessoas para inovação (5,35%) e gestão de projetos (1,78%), além de intenção estratégica de inovar, que não foi identificada em nenhum dos casos.

Tabela 3. Frequência de casos de capacidade de inovação: 2014-2018

Capacidade de inovação	Nº de ocorrências nos casos premiados	Percentual %
Liderança transformadora	18	32,14
Intenção estratégica de inovar	0	0,00
Gestão de pessoas para inovação	3	5,35
Conhecimento do usuário e do ambiente	12	21,42
Gestão estratégica da tecnologia	10	17,85
Organicidade da estrutura organizacional	12	21,42
Gestão de projetos	1	1,78
Total	56	100

Fonte: Elaborada pelas autoras (2019).

O maior número de capacidades de inovação identificadas foi nas categorias Tribunal e Advocacia, ambas com 12 capacidades (21,42%), seguido da categoria Defensoria Pública com 10 capacidades (17,85%) e Ministério Público e Juiz, ambas com 8 capacidades (14,28%).

A capacidade conhecimento do usuário e ambiente mostrou-se presente em todas as categorias e de forma mais expressiva nas categorias Defensoria Pública e Advocacia. Referido achado está relacionado ao fato de que tanto a Defensoria Pública quanto à Advocacia são instituições com contato mais direto com a sociedade e, portanto, dotadas de melhor conhecimento sobre as necessidades dos seus usuários.

Outra capacidade identificada em todas as categorias foi organicidade da estrutura organizacional e em maior número nas práticas premiadas na categoria Advocacia, o que também se explica pela natureza da instituição, onde é previsível que caiba maior autonomia e informalidade nas relações entre seus membros.

Liderança transformadora está mais presente nas categorias voltadas para as instituições - Ministério Público, Tribunal, Juiz e Defensoria Pública e menos nas categorias que se referem a entidades organizadas, como Advocacia, Justiça e Cidadania e Premiação Especial. A baixa ocorrência das capacidades gestão de pessoas para inovação, gestão de projetos e intenção estratégica de inovar podem indicar que o conceito de inovação ainda não

está suficientemente estruturado nos processos de trabalho do Poder Judiciário.

4.2.3 Resultados da inovação

Assim como para a capacidade de inovação, a análise sobre os resultados da inovação pode indicar a presença de um, mais de um ou nenhum resultado nas práticas premiadas, o que eleva o número de ocorrências para o total de 43. A Tabela 4 apresenta o total de resultados de inovação identificados. O resultado de inovação mais identificado foi a melhoria na entrega e/ou qualidade dos serviços, observado em 29 práticas (67,44%). A melhoria na imagem e relações institucionais foi observada em 11 práticas (25,58%) e a melhoria da gestão organizacional, em apenas 3 casos (6,97%). Não foi identificada melhoria do clima organizacional.

Tabela 4. Frequência de casos de resultado da inovação

Resultado de inovação	Nº de ocorrências nos casos premiados	Percentual %
Melhoria na entrega e/ou qualidade dos serviços	29	67,44
Melhoria da gestão organizacional	3	6,97
Melhoria da imagem e relações institucionais	11	25,58
Melhoria do clima organizacional	0	0,00
Total	43	100

Fonte: Elaborada pelas autoras (2019).

A reduzida ocorrência do resultado melhoria da gestão organizacional e a não-ocorrência do resultado melhoria no clima organizacional podem representar consequências do número baixo de capacidades de inovação voltadas para gestão, como foi destacado anteriormente. Melhoria na gestão organizacional e no clima organizacional exigem ações e esforços voltados para a gestão dos processos de trabalho. Sendo assim, é previsível que haja poucos ou nenhum resultado de inovação quando as capacidades de inovação necessárias para tanto também são fracamente identificadas.

4.2.4 Outros achados da pesquisa

Além da utilização do modelo da Innovation Unit como base conceitual para a pesquisa documental, este trabalho identificou as ocorrências relacionadas à difusão da inovação edificuldades de implementação. A difusão da inovação foi identificada em apenas 11 dentre as 31 práticas analisadas (35,48%). A ocorrência de difusão da inovação a nível local (dentro do mesmo Estado) foi identificada em 6 práticas; a nível nacional, em 3; e a nível internacional, em apenas uma. A difusão da inovação ocorreu com maior frequência nas categorias Tribunal e Justiça e Cidadania, em 4 práticas cada.

São objetivos do prêmio Innovare “identificar, disseminar e dar visibilidade às práticas bem-sucedidas da Justiça brasileira, contribuindo para uma mobilização nacional em favor da modernização da Justiça” (Instituto Innovare, 2018). Os resultados identificados no presente estudo indicam que, embora o prêmio esteja consolidado, após 18 edições, como instrumento para identificação de práticas que estejam contribuindo para o aprimoramento da Justiça, a disseminação ou difusão dessas práticas ainda é pouco expressiva.

A partir dos dados coletados foi possível identificar as dificuldades no setor jurisdicional no que concerne à implementação das práticas inovadoras. Por meio da análise temática de conteúdo realizada sobre essa categoria foram identificadas 81 dificuldades.

Apenas em uma das 31 práticas não foi relatada dificuldade. A etapa seguinte consistiu na categorização dessas 81 dificuldades em 7 tipos de dificuldades que estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Frequência de casos de dificuldades

Tipo de dificuldade	Conceituação	N° de ocorrências	Percentual %
Contextual	Decorrente do contexto existente.	8	9,87
Inerente	Decorrente de característica própria do problema.	7	8,64
Relacional	Decorrente da relação com os atores envolvidos na implementação.	12	14,81
Material	Decorrente da insuficiência de recursos materiais.	12	14,81
Operacional	Decorrente do modo de implementação.	12	14,81
Recursos humanos	Decorrente da insuficiência de recursos humanos.	12	14,81
Novidade	Decorrente do caráter de algo novo.	18	22,22
Total		81	100

Fonte: Elaborada pelas autoras (2019)

A dificuldade identificada com maior frequência foi relacionada à novidade na prática desenvolvida (22,22%). Por dificuldade concernente à novidade considerou-se a que se relaciona à resistência à mudança, à cultura, à conquista de confiança, à insegurança, ao debate, ao risco, à desconfiança pública e ao próprio ineditismo.

Esse resultado pode ser considerado como esperado, sobretudo, considerando a baixa frequência em que foram identificadas as capacidades de inovação relativas a intenção estratégica de inovar e a gestão de pessoas para inovação como descrito anteriormente. Uma maior identificação dessas capacidades, por outro lado, poderia indicar um ambiente mais receptivo à inovação e no qual as dificuldades relacionadas à novidade fossem minimizadas.

As dificuldades de recursos humanos, material, operacional e relacional foram observadas em igual percentual (14,81%) e somadas representam 59,24% das dificuldades identificadas. Falta de qualificação adequada, quantitativo de pessoal insuficiente e necessidade de reorganização foram as dificuldades de recursos humanos descritas. As dificuldades materiais encontradas foram de ordem financeira, de infraestrutura e decorrentes da escassez de recursos materiais. Sob o aspecto operacional, se sobressaem as dificuldades de falta de organização, acesso a documentos, demora para execução da prática, o grande volume de documentos e complicações de natureza logística e procedimental. Na categoria de dificuldade relacional concentraram-se os problemas concernentes à resistência demonstrada pelos diversos agentes públicos necessários à implementação da prática, a carência de parcerias, a falta de integração, a dificuldade de compreensão sobre o funcionamento da prática e a falta de divulgação.

As dificuldades de tipo contextual foram categorizadas conforme elementos fáticos, temporais e/ou territoriais negativos à implementação da prática premiada: vontade política, oposição dos agentes afetados, ataque à credibilidade da instituição proponente, descontinuidade de gestão, o próprio sistema de justiça estabelecido, a não aplicação efetiva da lei e atos de violência. As dificuldades que foram identificadas como do tipo inerente foram aquelas relativas a uma característica do próprio problema a ser atacado, como o tamanho do problema e a falta de adesão dos próprios beneficiários da prática.

5. Considerações Finais

A problemática inicial do presente artigo trouxe em seu cerne a relação entre a inovação e as práticas que integram o funcionamento do Poder Judiciário com base no Prêmio

Innovare. Como uma forma de tangibilizar esta relação, buscou-se analisar as práticas inovadoras adotadas no Poder Judiciário que foram contempladas com o Prêmio Innovare.

Com relação às tipologias de inovação, este trabalho adotou a classificação de Gallouj (2002), e os achados ressaltaram que as tipologias radical, de melhoria e incremental estão presentes no Judiciário, sendo a inovação incremental a que se faz mais presente.

No que concerne à capacidade de inovação, a liderança transformadora está presente em todas as categorias, com exceção da premiação especial. Por outro lado, a intenção estratégica de inovar não está presente em nenhuma das categorias. A partir deste resultado, sugere-se a realização de estudos mais aprofundados sobre esta intenção estratégica. Ao tempo que a liderança transformadora foi uma categoria mais presente, a gestão de pessoas para a inovação não se mostrou tão presente nos casos premiados, achado que pode estar relacionado à afirmação de Oliveira (2017) acerca da ausência explícita do termo gestão como um possível indicador a ser premiado.

Em relação aos resultados da inovação, a melhoria na entrega e na qualidade dos serviços é, sem dúvida, a ocorrência mais presente, seguida da melhoria de imagem das relações institucionais.

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, considerou-se relevante registrar outros achados que foram encontrados durante a categorização e interpretação dos dados. Dentre os achados estão questões sobre difusão da inovação e dificuldade de implementação da inovação.

Os aspectos relacionados à difusão da inovação apresentaram a organização da ocorrência a nível local (dentro do mesmo Estado), identificada em 6 práticas, a nível nacional, em 3, e a nível internacional, em uma. A dificuldade de implementação da inovação está mais relacionada à resistência dos indivíduos envolvidos no setor em absorver a novidade, achado este que encontra-se relacionado aos tipos de dificuldade decorrentes da insuficiência de recursos humanos, dos aspectos operacionais do modo de implantação, da insuficiência de recursos materiais e relação com os atores envolvidos na implementação.

A presente pesquisa contribui para a discussão e o desenvolvimento de práticas de inovação no setor judiciário assim como pode elencar a título de sugestão de pesquisas futuras o desenvolvimento de estudos e modelos que possam apoiar a difusão da inovação no setor judiciário brasileiro, bem como relacionar as práticas de inovação neste setor a práticas de outros países, a partir de estudos cross country.

6. Referências

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bloch, C. (2011). *Copenhagen Manual: Towards a conceptual framework for measuring public sector innovation*. Copenhagen: MEPIN.
- Bloch, C. (2011, February). *Measuring Public Innovation in the Nordic Countries (MEPIN) Participants*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, p. 63
- Bolliger, S. (2014). Inovação Depois da Nova Gestão Pública. In R. Agune, A. Gregório, A. Neves, I. de M. Dias, J. A. Carlos, S. Bolliger. *Gestão do Conhecimento e Inovação no Setor Público: Dá pra Fazer*. São Paulo: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional.
- Borins, S. (2001). Encouraging innovation in the public sector. *Journal of Intellectual Capital*, 2(3), 310-319. Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado.
- Brasil. (2009). *Resolução CNJ nº 99*, de 24 de novembro de 2009. Dispõe sobre o Planejamento Estratégico de TIC no âmbito do Poder Judiciário e dá outras providências. Recuperado de http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/Trib_Sup/STF/CNJ/Resolucao_99.pdf
- Castro, M. P., & Guimarães, T. A. (2019, janeiro/março). Dimensões da inovação em organizações da justiça: proposição de um modelo teórico-metodológico. *Cad. EBAPE.BR*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1.

- Cavalcante, P., & Cunha, B. Q. (2017). É Preciso Inovar no Governo, mas Por quê? In P. Cavalcante, M. Camões, B. Cunha, & W. Severo. *Inovação no Setor Público: Teoria, Tendências e Casos no Brasil*. Brasília: IPEA.
- Chaym, C.D; Barroso, W.D.A; Melo, J.M.G.N. de; Benayon, P.A; Moreira, A.F. (2018). Produção de Conhecimento em Ciência, Tecnologia e Inovação: uma avaliação dos Doutores formados pela Rede Nordeste de Biotecnologia. *Revista Gestão em Análise*, 7, 133-150. doi: 10.12662/2359-618xregea.v7i2.p133-150.2018.
- Fagan, J., & Malkin, V. (2002). Theorizing community justice through community courts. *Fordham Urban Law Journal*, 30, 897-953.
- Farah, M. F. S. (2000, janeiro/abril). Governo local, políticas públicas e novas formas de gestão pública no Brasil. *Organizações e Sociedade*, 7(17).
- Ferraz, L. S. (2009). *Decisão Monocrática e Agravo Interno: Celeridade ou Entrave Processual? A Justiça do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: FGV.
- Gallouj, F. (2002). Innovation in services and the attendant old and new myths. *Journal of Socio-Economics*, 31(2), 137-154.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.
- Goldkamp, J. S. (1994). Miami's treatment drug court for felony defendants: Some implications of assessment findings. *Prison Journal*, 74(2), 110-166. Recuperado de <https://sci-hub.tw/10.1177/003285594074002002>
- Guimarães, T. A., Odellius, C.C., Medeiros, J.J., & Santana, J.A.V (2011). Management innovation at the Brazilian Superior Tribunal of Justice. *The American Review of Public Administration*, 41(3), 297-302. doi: 10.1177/0275074010380449.
- He, X. (2013). Judicial innovation and local politics: Judicialization of administrative governance in East China. *The China Journal*, 69, 20-42.
- Hugues, A., Moore, K., & Kataria, N. (2011, março). Innovation in Public Sector Organisations: A pilot survey for measuring innovation across the public sector. *NESTA Index Report*, 1-85.
- Husadel, D. A., & Vacovski, E. (2017). O Desafio da Eficiência na Administração Pública. *Caderno Gestão Pública Uninter*, 10(6), 4-16. Recuperado de <https://www.uninter.com/cadernosuninter/index.php/gestao-publica/article/view/602/496>
- Lacerda, K. C., & Silva, M. D. S. (2014). Cultura Organizacional como Elemento Estimulador do Desenvolvimento de Inovações: Estudo de Caso em uma Organização Pública. *Anais do Seminário em Administração*, São Paulo, SP, Brasil, 17.
- Mulgan, G. (2014). *Innovation in the Public Sector: How can Public Organisations better Create, Improve and Adapt?* London: Nesta.
- Newcomer, K. & Allen, H. (2010). Public service education: Adding value in the public interest. *Journal of Public Affairs Education*.
- Noronha, R. (2015). Novas arquiteturas judiciais: um estudo dos 10 anos do Prêmio Innovare e seus efeitos sobre atores e instituições. *Revista Direito e Práxis*, Rio de Janeiro, 6(12), 251-282.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. (2005). *Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação* (3a ed.). Brasília: OCDE/FINEP.
- Oliveira, E. L. L. de. (2017). *Inovação na Gestão Pública Federal: Análise das Relações entre Capacidades, Modos e Resultados da Inovação*. Dissertação de mestrado, Brasília, DF, Brasil. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/94141086.pdf>
- Oliveira, L. F. de, & Santos, C. D. dos, Jr. (2017). Inovações no Setor Público: Uma Abordagem Teórica sobre os Impactos de sua Adoção. In P. Cavalcante, M. Camões, B. Cunha, & W. Severo. *Inovação no Setor Público: Teoria, Tendências e Casos no Brasil*. Brasília: IPEA.
- Oliveira, L. G. L., Pontes, D. S., Nogueira, J. M. M., Silva Filho & J. C. L. da. (2014, agosto). A gestão ambiental no Poder Judiciário: estudo exploratório de um Tribunal de Justiça. *Revista Reunir*, 4(2), 113-133. ISSN 2237-3667. Recuperado de <http://revistas.ufcg.edu.br/reunir/index.php/uacc/article/view/208>. doi: <https://doi.org/10.18696/reunir.v4i2.208>.
- Pekkanen, P., & Niemi, P. (2013). Process performance improvement in justice organizations-Pitfalls of performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 143(2), 605-611.
- Queiroz, R. Z. M., & Ckagnazaroff, I. B. (2010, maio/junho). Inovação no setor público: uma análise do choque de gestão (2003-10) sob a ótica dos servidores e dos preceitos teóricos relacionados à inovação no setor público. *RAP - Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, 44(3), 679-705.
- Rua, M. das G. (1999). Administração pública gerencial e ambiente de inovação: o que há de novo na administração pública federal brasileira. In *Administração pública gerencial – a reforma de 1995: ensaios sobre a reforma administrativa brasileira no limiar do século XXI*. Brasília: UnB/ENAP.
- Sadek, M. T. (2004, Maio). Poder Judiciário: perspectivas de reforma. *Opin. Publica*, Campinas, 10(1), 1-62.

- Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-62762004000100002&lng=en&nrm=iso. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-62762004000100002>
- Sadek, M. T. (2012). *Prêmio Inovare: avaliação e impactos*. Rio de Janeiro: Instituto Inovare.
- Sadek, M. T., & Arantes, R. B. (1994). A crise do Judiciário e a visão dos juizes. *Revista USP*, 21, 34-45. Recuperado de <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/26934/28712>
- Sandor, D. (2018). Measuring Public Sector Innovation. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 14, 125-137.
- Schumpeter, J. A. (1982). *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural.
- Sousa, M. de M., & Guimarães, T. de A. (2014, abril/junho). Inovação e Desempenho na Administração Judicial: Desvendando Lacunas Conceituais e Metodológicas. *RAI - Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, 11(2), 321-344. Recuperado de https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/100148/pdf_108
- Stumpf, J. da C. (2008). *Poder Judiciário: Morosidade e Inovação*. Dissertação de mestrado, Escola de Direito da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Teixeira, J. A., & Rêgo, M. C. B. (2017, setembro/dezembro). Inovação no Sistema Judiciário com a Adoção do Processo Judicial Eletrônico em um Tribunal de Justiça Brasileiro. *Rev. Ciênc. Admin.*, Fortaleza, 23(3), 369-384. Recuperado de <http://periodicos.unifor.br/rca/article/view/4132/pdf>
- The Innovation Unit. (2011, October). An Innovation Index for the Public Sector. *Final Draft*, Rochester, N.Y., 1-26.
- Valladares, P. S. D. de A., Vasconcellos, M. A. de, & Serio, L. C. Di. (2014). Capacidade de Inovação: Revisão Sistemática da Literatura. *Revista de Administração Contemporânea*, 18(5), 598-626
- Vergara, S. C. (1998). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas.
- Wilson, W. (1887). The study of administration. *Political Science Quarterly*, 2(2), 197-222. Recuperado de http://www.iupui.edu/~speal/V502/Orosz/Units/Sections/u1s5/Woodrow_Wilson_Study_of_Administratio_n_1887_jstor.pdf
- Wolkmer, M. de F. S., & Paulitsch, N. da S. (2013, maio/agosto). O Estado de Direito Socioambiental e a Governança Ambiental: ponderações acerca da judicialização das políticas públicas ambientais e da atuação do Poder Judiciário. *Revista Novos Estudos Jurídicos – NEJ - Eletrônica*, 18(2), 256-268. Recuperado de <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/nej/article/view/4678/2590>
- Zani, F. B., & Spinelli, R. Q. (2010). Inovação na Gestão Pública: Eficiência com Participação? *Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 34. Recuperado de <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/apb139.pdf>

A Capacidade tecnológica da agroindústria do arroz: A experiência Brasileira

Ana Mônica Fitz de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis –
ICEAC Brasil
ana.monica89@hotmail.com

Jorge Tello – Gamarra
Universidade Federal do Rio Grande –
FURG Escola de Química e Alimentos -
EQA Brasil
jorgetellogamarra@gmail.com

Resumo

A capacidade tecnológica de um país se refere à habilidade da nação em interiorizar conhecimento, adotar e desenvolver tecnologias. Apesar de existirem diversas pesquisas sobre a capacidade tecnológica a nível país, as pesquisas nos diferentes setores agroindustriais são escassas. O presente artigo tem por objetivo avaliar a capacidade tecnológica da indústria do arroz no Brasil. Para isso, o método utilizado foi a pesquisa quantitativa e qualitativa, baseada na identificação da evolução da produtividade do arroz e em entrevistas a instituições de pesquisa e empresas desta agroindústria no Brasil, respectivamente. Os resultados mostram que o salto do Brasil neste ramo foi em grande parte devido aos esforços de acumulação de capacidade tecnológica. Com isso, conclui-se que, ao longo do tempo, a pesquisa científica do arroz tem desenvolvido um papel fundamental na formação da capacidade tecnológica neste setor.

Palavras-chave

Capacidade tecnológica; agroindústria; arroz; pesquisa científica.

1. Introdução

A expressão capacidade tecnológica designa o conjunto de habilidades de uma firma ou de um país em adotar, desenvolver e usar a tecnologia para o seu crescimento. Conforme Archibugi e Coco (2004), o termo é diretamente relacionado aos acúmulos de conhecimento que, quando internalizados, conduzem à mudança tecnológica (Park, Choung & Min, 2008).

As capacidades tecnológicas, no entanto, são desenvolvidas com base em diversos fatores (Pavit, 1984), como, as pressões de mercado, competitividade e a demanda dos clientes. Contudo, para que um país evolua, é necessário que ele, enquanto organização política e econômica, saiba alocar seus recursos de forma correspondente com esses fatores. Essa alocação de recursos é inteiramente ligada ao conhecimento.

Contudo, existem países que fazem parte de uma “evolução tardia”, porque apesar de deterem condições naturais para o desenvolvimento de suas capacidades, não o fazem (Figueiredo, 2016) e os seus setores econômicos e tecnológicos tornam-se obsoletos. Diversos países em desenvolvimento são dessa realidade, principalmente os países da América Latina.

O Brasil é um exemplo. Segundo Mueller e Mueller (2016), a nação sempre possuiu todas as características naturais necessárias para práticas agrícolas, porém, até pouco tempo, figurava como pequeno produtor de café, e hoje é um dos maiores exportadores de

commodities do mundo. Dessas commodities, destaca-se a produtividade e exportação do arroz brasileiro. Nesse segmento, o Brasil é o líder no continente americano (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2018). Contudo, apesar de existirem diversas pesquisas sobre a capacidade tecnológica a nível país, as pesquisas nos diferentes setores agroindustriais são escassas. Aí reside a problemática deste estudo.

A possibilidade de remontar a trajetória da indústria de arroz no Brasil, não constitui apenas uma mera recordação histórica, mas sim, a chance para que outros países que estão caminhando para o desenvolvimento, como era o caso do Brasil a cem anos atrás, possam fortificar as suas capacidades tecnológicas a exemplo da nação brasileira.

Logo, o objetivo deste trabalho é de medir as capacidades tecnológicas na agroindústria de arroz brasileira e a partir disso, remontar o processo de mudança tecnológica do setor. Para isso, o presente estudo divide-se em mais quatro seções. O item seguinte aborda os conceitos teóricos a respeito da mudança tecnológica fundamentada em capacidades. O item terceiro é referente a mensuração das capacidades tecnológicas. O quarto item aborda o método, e a seguir, na quinta seção temos os resultados e discussão. O artigo termina com as conclusões.

2. Acúmulo de Capacidade Tecnológica e a Mudança Tecnológica

O processo de mudança tecnológica em uma firma, ou em um país, acontece baseado no acúmulo de capacidades tecnológicas (Freeman, 1982; Verspagen, 2005; Figueiredo, 2016). Para termos de coerência conceitual, nesta pesquisa, o termo “capacidade tecnológica” engloba todos os ativos relacionados ao conhecimento, desenvolvimento e inovação.

Com isso, pode-se citar a tecnologia, capital humano, atividade de P&D e todo o arsenal envolvido no processo produtivo inovador, considerando que cada um desses construtos faz parte do conceito geral (Lundvall, 1992; Dutrénit, 2004; Koc; Ceylan, 2007; Castellacci & Natera, 2013; Figueiredo & Piana, 2018).

Com a finalidade de tornar a definição de capacidade mais segmentada, é comum relacioná-la às fontes de conhecimento e habilidade para a atividade inovadora, conforme Archibugi e Coco (2004). Contudo, através do seu desenrolar, é visível a ligação com o desenvolvimento, tanto tecnológico, quanto económico (Freeman & Louça; 2002; Reichert & Zawislak, 2014) conduzindo à mudança da tecnologia.

A definição de mudança tecnológica, conforme o trabalho seminal de Dosi (1982), é o padrão de atividades para a solução de problemas. No entanto, sem invalidar a definição de Dosi, mas tornando-a mais tangível por uma abordagem específica, esse padrão discutido pelo autor, pode ser visto como o conjunto de ferramentas usadas para a solução de problemas e para a evolução científica e tecnológica, baseada na quebra de paradigmas, fornecendo explicações a respeito do processo inovador (Teece, 2003).

Por outro lado, Kuhn (1962) defendia a ideia de que a ciência é feita pela quebra de paradigmas, e a evolução acontece após momentos de crise. Interpretando essa definição, existe uma lógica forte ao se contrastar as definições de Kuhn e Dosi, uma vez que quando há uma crise tecnológica, para haver uma quebra de paradigma, deve haver também um conjunto de ferramentas as quais correspondam com essa necessidade. Esses instrumentos precisam interligar tecnologias e trabalharem no contexto da atualidade, por isso há o processo de acúmulo de conhecimento.

Nesse aspecto, as capacidades tecnológicas, vistas como as precursoras do processo de mudança tecnológica, são as ferramentas usadas para o gerenciamento da crise e o

direcionamento da mudança. Logo, há diversas vertentes de estudos a respeito da evolução tecnológica baseada em capacidades, e cada uma dessas fontes estuda uma das dimensões do processo. O Quadro 1 faz uma relação dessas dimensões.

Quadro 1 – Dimensões da mudança tecnológica.

<i>Driver</i>	Dimensão	Referências
Desenvolvimento	-Acúmulo básico de competências para o desenvolvimento dos países;	- Bell & Pavitt (1993); Hu & Mathews (2008); Sobanke, Adegbite, Ilori & Egbetokun (2014); Halkos & Skouloudis (2018); Capdevilla (2018).
Avanço Tecnológico	-Residência lógica em usar as especificidades dos recursos para o desenvolvimento de uma trajetória;	Martin (1996); Choung, Hwang, Choi & Rim (2000); Park, Choung & Min (2008); Figueiredo (2016); Katz & Pietrobello (2018).
Desempenho da Firma	-Desenvolvimento de competências e acúmulo interno de capacidade tecnológica pelas Firmas;	Lemon & Sahota (2004); Koc & Ceylan (2007); Figueiredo & Piana (2018).
Políticas de Desenvolvimento	-Agregação de Capacidade Tecnológica baseada nas políticas industriais;	Furman, Porter & Stern (2002); Cimoli, Dosi & Stiglitz (2008).
Capacidade Nacional de Inovação	-Integração entre as competências dos países para geração de capacidade inovadora;	Castellacci & Natera (2013); Brandão, Tello-Gamarra (2014); Watkins, Papaioannou, Mugwagwa & Kale (2015); Proksch, Haberstroh & Pinkwart (2017).

Fonte: Elaboração própria (2018).

Nesse contexto, tendo como base as capacidades tecnológicas moldando a direção da trajetória, o passo seguinte pode ser interpretado como o desenvolvimento econômico, já que o avanço da economia é um dos objetivos das nações capitalistas.

Afirma-se que o avanço econômico acontece como um fator associado à evolução tecnológica baseado nas evidências descobertas e difusas por Gonsen (1998), Deng, Lev & Narin (1999), Dosi, Freeman & Fabiani (1994), Lall (2001) e Eicher (2004), Galende (2006), Dias & Almeida (2013) e Sobanke *et al.* (2014). Em um aspecto mais amplo, a inovação tecnológica é a precursora das estruturas capitalistas (Green, McMeekin & Irwin, 1994) e da possibilidade dessas manterem-se competitivas (Lemon & Sahota, 2004).

Nessa lógica, ao passo que a competitividade aumenta, as atividades precisam aprimoramento para manter e elevar os padrões competitivos. Isso só é possível de posse do pleno conhecimento das capacidades tecnológicas. Reside aí a necessidade de encontrar maneiras que permitam medir o nível de capacitação, métrica essa, que é importante para traçar medidas estratégicas futuras.

3. Mensuração da capacidade tecnológica

A mensuração do construto “capacidade tecnológica” normalmente tem sido feita através do acúmulo de competências por meio de índices como a P&D. Contudo, a maneira

complexa com que os agentes atuam sincronizados, faz com que haja um nível de subjetividade na análise (Lundval, 1992; Cerulli, 2014). Salienta-se ainda que nos setores relacionados à agricultura, especificamente, não há um indicador das capacidades tecnológicas como abordado na problemática deste trabalho.

Todavia, algumas das capacidades são interpretadas como *insights*, outras delas absorvidas pelas estruturas (como uma forma de artefatos), e há ainda as que são incorporadas no processo pela capacidade humana (Archibugi & Coco, 2004) e são interpretadas como de natureza interdependente, cumulativa e complementar (Andersen, 1998), por se tratarem de conhecimento interiorizado.

Por isso, nessa sequência, uma análise crítica não apenas da capacidade tecnológica, mas da evolução técnica, exige um grau de medição abrangente que permita capturar o processo da transformação com parâmetros que estão fora dos indicadores de P&D. Uma abordagem semelhante foi feita por Archibugi e Coco (2004) e por Figueiredo (2016). Nesse sentido, o Quadro 2 mostra a estratégia que identifica os níveis intermediários no processo de desenvolvimento da capacidade tecnológica.

Quadro 2 – Níveis do processo de Desenvolvimento de Capacidades Tecnológicas.

Nível da Capacidade	Grau das Competências	Características
Inovador Básico	Baixo	- Aquisição, instalação e operação de técnicas e equipamentos básicos; - Implementação de atividades de inovação menores baseadas na experiência acumulada.
Inovador Intermediário	Baixo – Médio	- Adaptação de tecnologia e atividades de absorção do conhecimento; - Implementação de atividades baseadas em engenharia ao nível da própria firma.
Inovador Avançado	Médio – Alto	- Maior grau de absorção tecnológica; - Desenvolvimento próximo às fronteiras de conhecimento; - Implementação de atividades inovadoras para o contexto econômico.
Líder Mundial	Alto	- Pleno grau de absorção de conhecimento e geração de tecnologias próprias; - Implementação de atividades inovadoras diante do contexto internacional.

Fonte: Elaboração própria (2018) com base em Dantas e Bell (1991) e Figueiredo (2016).

Esses quatro níveis adotados para a caracterização da mudança tecnológica, foram os mesmos níveis abordados por Figueiredo (2016), uma vez que o estudo de Figueiredo é a respeito da mudança tecnológica sendo baseado empiricamente em um setor industrial que trabalha com matéria-prima de origem natural, e de maneira semelhante, este trabalho tem como campo de análise empírica a indústria do arroz brasileiro.

Ao adotar este método para a classificação das atividades de um país através do nível

de capacidades, é possível caracterizar as inovações do setor em termos do seu nível de conhecimento e do grau de inovação a que suas atividades estão sujeitas. Os níveis Inovador Básico e Inovador Intermediário são mais propensos a analisar o grau de complexidade das atividades relacionadas ao ambiente interno da mudança (a organização estratégica das próprias firmas, por exemplo).

Por outro lado, os níveis Inovador Avançado e Líder Mundial lidam diretamente com capacidades direcionadas à economia do país e com as atividades orientadas para o cenário internacional (as relações de aquisição tecnológica exterior, por exemplo).

Nos níveis Inovador Avançado e Líder Mundial, considera-se que as capacidades estão fortemente asseguradas por bases de conhecimento robustas, e nesse ponto, as instituições que investem em pesquisa com visão estratégica, sejam órgãos voltados à pesquisa ou firmas que tem em seu histórico essa característica, são importantes agentes de grande atuação. Em outras palavras, são vistas como as precursoras do conhecimento necessário à mudança tecnológica com base no acúmulo de capacidades.

4. Método

4.1 Ambiente Da Pesquisa

O ambiente da pesquisa empírica deste estudo é o Brasil. Isso acontece porque o país é líder em produção de arroz no continente americano. Segundo os dados da EMBRAPA, o Brasil produz em média 8 milhões de toneladas de arroz por ano. Ainda sob essa perspectiva, há previsão de um incremento de, em média, 300 mil toneladas na produção total deste cereal na nação para os próximos anos.

A partir disso, já que se pretende analisar a evolução da mudança tecnológica com base em uma perspectiva baseada nas capacidades tecnológicas, é necessário avaliar a quais níveis essas capacidades estão atreladas. Para isso, nesse trabalho foi necessário identificar quais são e de onde provem as capacidades que permitiram um notável avanço na indústria brasileira do arroz.

4.2 Estratégia De Pesquisa

A estratégia adotada nessa pesquisa foi da coleta de dados puramente quantitativos inicialmente, como os dados de produção, exportação e produtividade. No segundo momento, concentramos na coleta de dados qualitativos através de entrevistas presenciais nas empresas e institutos, buscando informações diversas a respeito da temática.

Porém, como a literatura é escassa em termos de indicadores da capacidade tecnológica no ramo agrícola, verificou-se a necessidade de estudar a maneira como os fenômenos intermediários ao processo se alocam durante a definição da capacidade. Para isso, foi necessário desenvolver um método que permita, através de estudo de campo, preencher as lacunas que foram deixadas pela pesquisa bibliográfica devido a não existência de um fiel indicador das capacidades tecnológicas na agricultura.

4.3 Coleta Dos Dados Empíricos

A fim de coletar os dados qualitativos, foi necessário entrevistar os “casos ricos” em informações como contemplado por Patton (2002). Esses casos são referentes aquelas firmas que se destacam no contexto estudado, em termos de domínio na participação da produção total do país. Além disso, também foram entrevistados institutos de pesquisa, como elencado na Tabela 1. Foi mantido o sigilo quanto às firmas entrevistadas, adotando-se os nomes

fictícios Alfa, Beta, Gama e Delta. Quanto aos institutos de pesquisa, seus nomes foram mantidos abertamente por se tratarem de Instituições Públicas.

Para a escolha destes casos, partiu-se de hipóteses que assumiram-se verdadeiras. São elas: a) representatividade em termos de participação no beneficiamento ao nível nacional; b) engajamento com atividades inovadoras; c) contribuição significativa com a articulação do mercado. Os institutos são os que trabalham diretamente com atividades de pesquisa e extensão. A Tabela 1 relaciona essa seleção. Já os dados quantitativos, estes foram coletados nos sites institucionais. Porém, algumas dessas informações que não eram de domínio público foram coletados diretamente dos relatórios das próprias firmas entrevistadas.

Tabela 1 – Casos selecionados para o estudo.

Firma	Ano de Início	Participação (%) em 2017	Faturamento Anual (R\$) em 2017
Alfa	1948	3,48	3 bilhões
Beta	1964	2,5	NC
Gama	1969	2,32	490 milhões
Delta	1985	2,14	NC
Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA	1940	NA	NA
EMBRAPA	1973	NA	NA
Companhia Nacional do Abastecimento - CONAB	1990	NA	NA

Legenda: NA - não aplicável / NC - não consta

Fonte: Elaboração própria (2018) com os dados coletados nas entrevistas.

4.4 Análise De Dados

A análise dos dados aconteceu em três etapas. A primeira etapa consistiu em a partir da literatura, identificar evidências que seria necessário validar no cenário empírico. Dessa forma os questionários foram elaborados. Após isso, já no momento das entrevistas e visitas feitas às firmas e institutos de pesquisa, os detalhes específicos da trajetória de cada uma puderam ser capturados, ou pelo roteiro da entrevista ou por perguntas adicionais feitas pelo entrevistador.

Após as entrevistas, os dados foram separados em blocos de informações, seguindo uma ordem lógica de sucessão de fatos. Finalmente, na última etapa, baseando-se no modelo do ciclo de vida das firmas como sugere Porter (1980), e como adotado de modo semelhante por Figueiredo (2016), dividiu-se a mudança tecnológica na indústria do arroz brasileira em cinco fases: pré-industrial (1900 – 1930), pré-emergência (1930 – 1970), emergência (1960 – 1980), crescimento (1980 – 2000) e maturidade (2000 – 2010s).

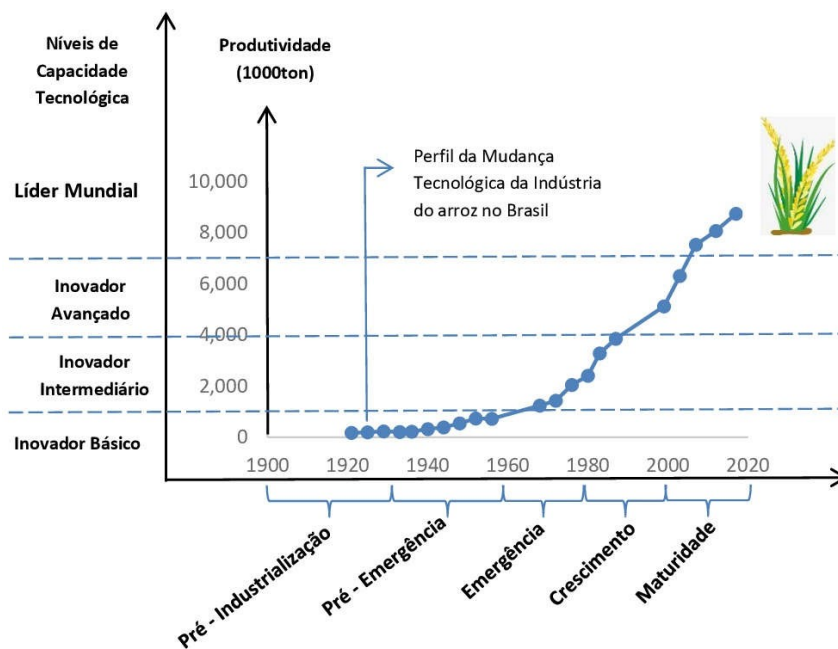
A reconstituição da trajetória ocorreu a partir da ordenação dos blocos de dados previamente separados e ordenados dentro dessas fases e em contraste com os níveis de capacidade tecnológica. Os dados foram cruzados, analisados e interpretados com base na literatura para obter os resultados.

5. Resultados e Discussão

Nesta seção estão descritos os principais resultados a respeito da evolução da trajetória tecnológica da indústria do arroz no Brasil encontrados com este estudo. A Figura 1

mostra a curva de produtividade de arroz no Brasil em contraste com os níveis de capacidade tecnológica e de acordo com o ciclo de vida das firmas. A análise dos dados sugere que o período inicial foi fundamental ao armazenamento de conhecimento e desenvolvimento de capacidades, permitindo o avanço aos níveis de liderança.

Figura 1 – Representação da evolução da trajetória do arroz no Rio Grande do Sul.



Fonte: Elaboração própria (2019) com dados das entrevistas e base em Figueiredo (2016).

A trajetória levou décadas para atingir patamares elevados de produtividade e competitividade, por consequência, isso deve-se a uma série de fatores justificados a seguir.

5.1 Pré-Industrialização (1900 – 1930)

Antes do século XX, os países Asiáticos já lideravam globalmente a produção de arroz (EMBRAPA, 2018). Historicamente essa região foi detentora das capacidades necessárias para figurar nessa posição e ainda assim se mantém até hoje. No entanto, nesses países, devido a densidade demográfica, todo arroz produzido é consumido, além daquele que é importado. Esse fato justifica o poder de influência da Ásia na determinação do preço desta commodity no mercado mundial.

Por outro lado, estudos apontam que o Brasil foi a primeira nação da América a cultivar este cereal já pelos índios antes mesmo da colonização pelos portugueses. Segundo a entrevista feita a EMBRAPA, as primeiras lavouras surgiram no Sul do país em 1820.

Ainda segundo a mesma fonte, na primeira década de 1900 surgiram as primeiras lavouras de cultivo irrigado. Os pesquisadores da EMBRAPA salientam que nessa época com o advento dos locomóveis, as bombas de irrigação passaram a ser mais facilmente acionadas fornecendo água em abundância para as lavouras.

Além disso, em meados de 1940, o processo de beneficiamento era rudimentar, sendo conhecido por “pilagem”, anos mais tarde, o maquinário começou a ser implementado e aplicado para essas funções a nível industrial (Terres & Nunes, 2002; CONAB, 2018).

5.2 Pré-Emergência (1930 – 1960)

No período compreendido entre 1930 a 1960, houve a criação de institutos de pesquisa (CONAB, 2018) que influenciaram a mudança tecnológica da indústria. Através da instituição desses órgãos, foi possível assimilar conhecimento e gerar capacidades, antecedendo a emergência do que mais tarde vinha a ser consolidado como um forte segmento de mercado.

Nessa fase, impulsionados pela euforia advinda do aumento da produtividade, associada a algumas novas cultivares introduzidas na matriz produtiva, os produtores viram a necessidade de se organizarem em associações e garantirem a defesa dos seus interesses com vistas à padronização da qualidade do produto (Terres & Nunes, 2002).

Ainda segundo a mesma fonte, então, em meados de 1930 e 1938, instituiu-se no Brasil o IRGA, em 1939 surgiu a Estação Experimental do Arroz – EEA e finalmente em 1949 foi instituído o Instituto Agrônômico do Sul – IAS.

Devido a esses fatos, até 1959, a indústria experimentou basicamente dois tipos de arroz: as cultivares japonês típico e japonês oblongo como mencionado em entrevista pela EMBRAPA. Nessa ocasião, foi revelado que naquela época se produzia em média de 3000 kilos por hectare e todas cultivares era advindas do Japão. Esse cenário conduziu à emergência da indústria.

5.3 Emergência (1960 – 1980)

No início da década de 60, o impulso dado à produção foi devido à fortificação dos institutos criados anteriormente. Na década de 1970, o sistema de pesquisas agrícolas sofreu mudanças, o que culminou com a extinção de alguns órgãos e implantação definitiva da EMBRAPA (Terres & Nunes, 2002; CONAB, 2015).

A EMBRAPA é uma sociedade, cujo mérito é fundamentado na coordenação e execução de projetos de pesquisa, através de Centros Nacionais de Produtos e Recursos. Em 1975 foi assinado um convênio entre a sociedade de pesquisa e a Universidade Federal de Pelotas, o que rendeu grandes avanços na pesquisa.

Diversos métodos foram lançados por essa parceria, por exemplo, a “Cultura de Tecidos” que se sobressaiu devido a garantia de redução do tempo necessário para a obtenção de uma nova cultivar com maior uniformidade genética e redução de custos de manipulação (Terres & Nunes, 2002).

Além disso, começaram a surgir grandes indústrias beneficiadoras de arroz que vieram a se consolidar no mercado para atenderem a demanda doméstica e de exportação, nesse período. Isso favoreceu para que a indústria entrasse em uma fase de crescimento.

5.4 Crescimento (1980 – 2000)

Nesse intervalo, houveram dois ciclos de mudanças, baseados ambos no acúmulo de capacidades. Um deles foi caracterizado pela atuação das instituições de pesquisa e o outro foi a adoção de tecnologias eficientes. Destaca-se nos últimos quarenta anos, a expansão da EMBRAPA em várias unidades de pesquisa, o que foi fundamental para que em 2000, acontecesse o que chamou-se de “super safra”, isto foi estimulado também pelas novas cultivares lançadas pelo IRGA. Com isso, o produto brasileiro veio a ser reconhecido e obteve representatividade, ganhando uma nova parcela de mercado, e essa etapa marcou a segunda fase do crescimento.

Diante dessa realidade, as firmas precisaram começar a se adaptar em nível industrial,

adquirindo equipamentos e obtendo as condições operacionais necessárias para corresponder com a demanda e as pressões de mercado que se tornaram crescentes.

Um dos grandes marcos encontrados nesse segmento foi o aprimoramento das selecionadoras que permitiram nesse contexto a padronização do produto, alta precisão e eficiência ao processo com menor gasto energético.

Com isso, percebemos que nessa etapa, o implemento de tecnologias ao nível da firma, foi decisivo para o posicionamento das mesmas em uma zona de transição de inovadoras intermediárias para inovadoras avançadas. Percebeu-se nas entrevistas que uma vez que a firma adote tecnologias, ela passa a operar de forma constante com base no aprimoramento das mesmas. Outra evidência do cenário empírico, foi que o processo de automatização e enquadramento tecnológico ocorre impulsionado pela demanda do mercado e pela concorrência, uma vez que o padrão do produto precisa manter-se para chegar ao nível de maturidade.

5.5 Maturidade (2000 – 2010s)

Durante essa fase, as firmas e as instituições de pesquisa fortaleceram suas capacidades para a inovação: continuaram a desenvolver tecnologias, fortaleceram as capacidades tecnológicas e aumentaram o nível tecnológico de base operacional das plantas industriais.

Institutos como a EMBRAPA, CONAB e IRGA expandiram as suas fronteiras de conhecimento ampliando as atividades de pesquisa e extensão. A EMBRAPA, teve incremento no seu número de doutores e Phd's envolvidos com pesquisas genômicas de cultivares junto com a Universidade Federal de Pelotas e o IRGA fortaleceu suas redes de pesquisa com universidades do país inteiro.

Além de salientarem a importância da relação do constante aperfeiçoamento em técnicas para o cultivo e desenvolvimento de cultivares, pesquisadores desses institutos mencionaram que a evolução operacional a nível industrial não tem mais tão grande possibilidade de mudança baseada em tecnologia básica, tendo em vista que o processo de beneficiamento não se diversifica e que o maquinário é de estabilidade de longo prazo, justificando que a pesquisa voltada para atividades genômicas é fundamental para melhorias produtivas.

Quanto ao nível operacional, duas das firmas entrevistadas incrementaram as suas plantas industriais nas últimas décadas com maquinário de alta precisão como as selecionadoras e empacotadoras eletrônicas. Contudo, em 2017 ambas sofreram interdições pelas leis trabalhistas por ergonomia industrial, logo, ambas firmas precisaram adotar a robotização em alguns postos de trabalho em tempo menor que o previsto pela diretoria.

O advento da robotização foi benéfico para ambas, devido a sua eficiência de trabalho e redução de custos ao longo prazo. Em sequência, três das firmas entrevistadas, já na fase de maturidade, viram como alternativa para corresponderem com a concorrência e obterem vantagem, o ganho em velocidade, isto é, automatização dos sistemas de estoque e vendas baseados em programas computacionais.

Essa atividade por parte das firmas, demonstra seu posicionamento no nível estratégico quanto ao domínio de capacidades, tendo em vista que dessa forma, garantem ganhos e representatividade frente aos concorrentes com menos intensidade tecnológica.

Outra alternativa adotada pelas firmas para manterem-se em posições favoráveis diante da concorrência, foi o processo de automação constante. Durante a entrevista, uma das

firmas frisou que o processo de adequação comercial e autonomia produtiva, acontecem baseados em tecnologias como forma de resposta rápida às demandas do mercado e que a tecnologia da

informação, nesse estágio, é vista como uma estratégia para ganhos da concorrência por meio da redução de custos, representação comercial e logística.

De modo geral, percebemos que a mudança tecnológica foi fundamentada nas fases evolutivas da firma e que cada uma dessas fases foi marcada por significativas evoluções, que de maneira complementar, remontam a mudança tecnológica. Isso está de acordo com as prévias afirmações teóricas de Verspagen (2005) e de Kirkels (2014) a respeito da complementariedade de conhecimentos e da série de inovações que orientam o rumo da trajetória.

Dessa forma, o Quadro 3 realiza uma dupla integração que chamamos aqui de horizontal *versus* vertical. Diga-se horizontal as atividades que aconteceram distribuídas nos níveis da capacidade tecnológica que correspondem com a demanda técnica, e por outro lado, verticalmente temos as adaptações que ocorreram no setor em resposta ao ambiente competitivo baseadas nas fases evolutivas.

Quadro 3–Integração Horizontal e Vertical dos níveis de capacidade tecnológica e fases evolutivas do setor

	Pré-industrialização (1900 – 1930)	Pré-emergência (1930 – 1960)	Emergência (1960 – 1980)	Crescimento (1980 – 2000)	Maturidade (2000 – 2010s)
Inovador Básico	- implantação das primeiras lavouras de cultivo irrigado em Pelotas e Três Cachoeiras;	- expansão das lavouras unidades de beneficiamento;	- expansão das unidades de beneficiamento; - Revolução Verde;	- expansão das unidades de beneficiamento com diversificação de produtos;	- foco das firmas no produto principal;
Inovador Intermediário	- adoção dos locomóveis para irrigação;	- significativas melhorias operacionais para o beneficiamento;	- melhoria do nível tecnológico operacional;	- surgimento das primeiras selecionadoras eletrônicas;	- melhorias nas selecionadoras, empacadoras e no setor de expedição; - aumento da qualidade e padronização;
Inovador Avançado	- criação do primeiro sindicato dos produtores arrozeiros;	- realocação dos centros de pesquisa e implantação do IRGA;	- implantação da EMBRAPA;	- fortificação dos institutos de pesquisa; - expansão das Universidades; - estreitamento da relação “indústria – conhecimento”;	- aumento do número de pesquisadores; - qualificação da mão-de-obra.
Líder Mundial	- introdução das cultivares japonesas de grão curto;	- introdução das cultivares japonesa típica e japonesa oblongo;	- desenvolvimento da “Cultura de Tecidos”; - entrada no comércio exterior;	- grande aumento no número de cultivares;	- automatização da informação; - robotização;

Fonte: Elaboração própria (2018).

A partir das informações do Quadro 3, vê-se que até o período de Emergência, tanto as instituições como as firmas sofreram mudanças incrementais, envolvendo capacidades convencionais. Por um lado, as instituições de pesquisa ainda se alocavam e começavam a desenvolver suas atividades com vistas à melhoria das cultivares, e por outro, as firmas absorviam tecnologias nas linhas industriais.

As firmas que serviram de ambiente experimental desta pesquisa, se mostraram colaboradoras com o processo de mudança tecnológica, sendo líderes no país e tendo representatividade internacional. Isto está de acordo com as evidências de Zawislak, Alves, Tello-Gamarra, Barbieux e Reichert (2012) a respeito da importância da firma frente a mudança tecnológica.

Quanto à interação entre as firmas e as instituições locais de pesquisa, ficou evidente durante as entrevistas que é necessário aprimorar o contato. Apesar de ambas trabalharem em conjunto, a proximidade ainda é pequena e o ônus dessa situação é a supressão de troca de informações.

Com relação à demanda do setor no contexto do conhecimento científico e tecnológico, há necessidade também de atualização permanente dos produtores agrícolas nas lavouras. Todavia, observou-se que o processo como um todo é dependente de matéria-prima de qualidade e que atenda a demanda, nesse sentido, há programas que tratam de questões relacionadas ao escoamento da produção, bem como aqueles relacionados com a qualidade e produtividade.

6. Conclusão

A partir das análises, pode-se suprir a lacuna teórica que estimulou a pesquisa. Conclui-se que a pesquisa desenvolve fundamental papel na acumulação da capacidade tecnológica do setor no Brasil, evidenciada pelos números de produtividade, que em cinquenta anos, foram de 1,5 toneladas para mais de seis (CONAB, 2018). Por outro lado, o vínculo “instituição de pesquisa – firma” deve ser fortalecido. As instituições contribuíram de duas maneiras significativas.

A primeira delas foi nas fases iniciais do processo de mudança, pela estruturação de um quadro de especialistas que proveu a formação de capital humano e contribuiu com o embasamento teórico-científico. A segunda encontra-se na fase onde o Brasil tomou a liderança, contribuindo com pesquisas relacionadas à genética de plantas. Esse fenômeno é abordado também por Park, Choung e Min (2008) ou Figueiredo (2016), sendo associado ao desenvolvimento técnico e econômico.

Já quanto às firmas, entretanto, mesmo em fase de maturidade, as modernizações pelo investimento em tecnologias operacionais, de informação e pesquisa, continuaram no setor. Ficou nítido nas entrevistas feitas às grandes firmas, que o arroz exportado pelo Brasil mantém padrões internacionais e altos níveis de produtividade, e por isso, essas firmas estão posicionadas como líderes deste segmento.

Ainda nessa evidência, cabe salientar que as firmas não dependem exclusivamente do mercado interno, não recebem subsídios governamentais e não são protegidas da concorrência, isso lhes fornece um estímulo extra a investirem também nas suas próprias capacidades. Além disso, observou-se que não há uma homogeneidade do público alvo ao qual elas detêm-se em atender.

Algumas firmas possuem foco em tipos específicos de arroz, como o integral ou o branco. Outras atendem demandas específicas por tipos de arroz consumidos em regiões

geográficas particulares com características diferenciadas. As firmas em questão encontraram na adoção de cultivares, a estratégia para corresponder com esse nicho de mercado.

Uma das limitações dessa pesquisa, foi que os questionários não abrangeram a questão relacionada às cultivares, como por exemplo, qual o fator determinante para se lançar uma nova cultivar, ou então, qual o impacto direto disso na mudança tecnológica. A partir das entrevistas, pode-se ter uma noção da significância desse evento para a indústria e economia. Logo, o estudo sobre a influência do desenvolvimento genômico na evolução do setor, bem como na sua representatividade, seria uma proposta para investigações futuras.

7. Referências

- Andersen, B. (1998). The evolution of technological trajectories 1890–1990. *Structural Change and Economic Dynamics*, 9, 29.
- Archibugi, D. & Coco, A. (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). *World Development*, 32(4), 25.
- Bell, M., Figueiredo, P. & Amann, E. (2012). Building innovative capabilities in latecomer emerging market firms: some key issues. En: Cantwell, J. (Ed.) *Innovative Firms in Emerging Market Countries*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Bell, M. & Pavitt, K. (1993) Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 53, 1993.
- Bestétti, C. & Casagrande, N. Companhia Nacional do Abastecimento. [31 de outubro, 2018]. Porto Alegre/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Brandão, B. & Tello-Gamarra, J. (2014). Capacidades absorptivas setoriais e a evolução do Brasil no Investment Development Path. *Revista Gestão & Conexões*, 3(2).
- Capdevilla, I. (2018). Knowing communities and the innovative capacity of cities. *City, Culture and Society*, 13, 4.
- 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), 15.
- Cerulli, G. (2014). The Impact of Technological Capabilities on Invention: An Investigation Based on Country Responsiveness Scores. *World Development*, 59, 18.
- Choung, J., Hwang, H., Choi, J. & Rim, M. (2000). Transition of Latecomer Firms from Technology Users to Technology Generators: Korean Semiconductor Firms. *World Development*, 28(5), p.13.
- Cimoli, D., Dosi, G. & Stiglitz, J. (2008). *The political Economy of Capabilities Accumulation: the Past and Future of Policies for Industrial Development*. Oxford: University Press.
- Bal Ben, B. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [17 de outubro, 2018]. Camaquã/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Dantas, E. & Bell, M. (2011) The Co-Evolution of Firm-Centered Knowledge Networks and Capabilities in Late Industrializing Countries: The Case of Petrobras in the Offshore Oil Innovation System in Brazil. *World Development*, 39(9), 21.
- Deng, Z., Lev, B. & Narin, F. (1999) Science and technology as predictor of stock performance. *Financial Analysts*, 53(3), 12.
- Dias, C. & Almeida, R. (2013) Produção científica e produção tecnológica: transformando um trabalho científico em pedidos de patente. *Einstein*, 11(1), 9.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 15, 1982.
- Dutrénit, G. (2004) Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay. *Science Technology and Society*, 9(2).
- Figueiredo, P. (2016). Evolution of the short-fiber technological trajectory in Brazil's pulp and paper industry: The role of firm-level innovative capability-building and indigenous institutions. *Forest Policy and Economics*, 64, 13.
- Figueiredo, P. & Piana, J. (2018). Innovative capability building and learning linkages in knowledge-intensive service SMEs in Brazil's mining industry. *Resources Policy*, 58, 12.
- Freeman, C (1982). *The Economics of Industrial Innovation*. (2), Pinter- London.
- Freeman, C. & Louçã, F. (2002). *As time goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*.

- Oxford University Press.
- Furman, J.; Porter, M. & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*. 31, 34.
- Gonsen, R. (1998). *Technological Capabilities in Developing Countries: Industrial Biotechnology in México*. Nova Iorque: St. Martin's Press.
- Green, K., McMeekin, A. & Irwin, A. (1994). Technological trajectories and R&D for environmental innovation in UK firms. *Futures*. 26(10), 12.
- Halkos, G. & Skouloudis. (2018). Corporate social responsibility and innovative capacity: Intersection in a macro-level perspective. *Journal of Cleaner Production*. 182, 8.
- Hu, M. & Mathews, J. (2008). China's national innovative capacity. *Research Policy*. 37, 14.
- Katz, J. & Pietrobelly, C. (2018). Natural resource based growth, global value chains and domestic capabilities in the mining industry. *Resources Policy*, 58, 9.
- Kirkels, A. (2014). Punctuated continuity: The technological trajectory of advanced biomass gasifiers. *Energy Policy*, 68, 12.
- Koc, T. & Ceylan, C. (2007). Factors impacting the innovative capacity in large-scale companies. *Technovation*. 27, 9.
- Krolow, W. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [18 de outubro, 2018]. Capão do Leão/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Kuhn, T. (1962). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. [Traduzido ao português de The Structure of Revolutions Scientifics] São Paulo: Perspectiva.
- Lemon, M. & Sahota, P. (2004). Organizational culture as a knowledge repository for increased innovative capacity. *Technovation*. 24, 15.
- Lundvall, B. (1992). Post Script: Innovation system research - Where it came from and where it might go. Em: *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. (p.317 – 348).
- Magalhães, A. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. [18 de outubro, 2018]. Pelotas/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Martin, J. (1996). Energy Technologies: Systemic Aspects, Technological Trajectories, and Institutional Frameworks. *Technological Forecasting and Social Change*. 53, 14.
- Mendes, J. Firms e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [24 de outubro, 2018]. Santo Antônio da Patrulha/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Mueller, B. & Mueller, C. (2016). The political economy of the Brazilian model of agricultural development: Institutions versus sectoral policy. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 62, 8.
- Park, T., Chung, J. & Min, H. (2008). The Cross-industry Spillover of Technological Capability: Korea's DRAM and TFT-LCD Industries. *World Development*. 36(12), 18.
- Patton, M. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*. (4). Saint Paul.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*. 13, 30, 1984.
- Porter, M. (1980). *Estratégia Competitiva*. Nova York.
- Proksch, D., Haberstroh, M. & Pinkwart, A. (2017). Increasing the national innovative capacity: Identifying the pathways to success using a comparative method. *Technological Forecasting & Social Change*. 116, 14.
- Reichert, F. & Zawislak, P. (2014). Technological Capability and Firm Performance. *Journal of Technology and Management Innovation*. 9(4).
- Santos, V. Instituto Rio Grandense do Arroz. [3 de outubro, 2018]. Santo Antônio da Patrulha/RS. Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.
- Sobanke, V., Adegbite, S., Ilori, M. & Egbetokun, A. (2014). Determinants of Technological Capability of Firms in a Developing Country. *Procedia Engineering*. 69, 8.
- Teece, D. 2008. Dosi's technological paradigms and trajectories: insights for economics and management. *Industrial and Corporate Change*. 17(3), 5.
- Terres, A. & Nunes, C. 2002. A pesquisa com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Em: *Série Culturas Arroz*. 19.
- Verspagen, B. Innovation and Economic Growth. (2005). In: Fagerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. *The Oxford Handbook of Innovation*. (p. 487 – 514).
- 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

indeveloping countries: A critical review of the literature. *ResearchPolicy*. 44, 11.

Wendt, Jones. Firmas e a produção orizícola no Rio Grande do Sul. [19 de outubro, 2018]. Pelotas/RS.
Entrevista concedida à Ana Mônica Oliveira.

Zawislak, P., Alves, A., Tello-Gamarra, J., Barbieux, D. & Reichert, F. (2012). *J. Technol. Manag. Innov.* 7(2), 14.

La gestión de tecnología como marco práctico de referencia para OTT universitarias

Enrique Alberto Medellín Cabrera

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración, México

emedellin1504@gmail.com

Resumen

La gestión de tecnología dota de métodos, técnicas y herramientas a las organizaciones que realizan investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), les proporciona modelos, funciones y procesos que les permiten diseñar, estructurar e implementar conceptos y prácticas sobre lo que hay que hacer y cómo, por lo que les facilita la ejecución de proyectos y actividades de forma sistemática y organizada. Dado que tiene un carácter interdisciplinario, que vincula prácticas de ingeniería, las ciencias y la administración para el logro de los objetivos estratégicos y operacionales de una organización (National Research Council, 1987, p. 9), le permite a los gestores de tecnología interactuar con los responsables de otras áreas funcionales para ser más efectivos, y les posibilita además la vinculación con otras organizaciones con las que se ejecutan proyectos en conjunto, se intercambia talento, conocimientos y tecnologías. No obstante la importancia de lo anterior, cabe señalar que sobre este último proceso, el de transferencia de tecnología, hay escasos trabajos publicados en los cuáles se identifique el tipo de actividades de gestión tecnológica que se realizan en las oficinas de transferencia de tecnología (OTT), por lo que en este artículo se tiene como objetivo identificar cuáles son las principales actividades de gestión de tecnología que se realizan en las OTT de universidades públicas con el fin de proponer un marco práctico de referencia que aporte elementos para mejorar su diseño y operación. Los resultados de la investigación sugieren que para mejorar el desempeño de las OTT es importante utilizar procesos y actividades de gestión de tecnología que permitan realizar mejor sus actividades de transferencia de tecnología, creación de spin-offs y consultoría.

Palabras clave

Gestión de tecnología, innovación, oficinas de transferencia de tecnología, vinculación universidad-empresa

1. Introducción

Algunas de las dificultades más reportadas en la literatura sobre vinculación universidad-empresa son la desconfianza entre las partes, desinterés y autosuficiencia, el desconocimiento de la oferta de servicios que pueden prestar las universidades, el desconocimiento de los procedimientos a seguir, la burocratización de los procesos de vinculación que impide que se generen respuestas rápidas y oportunas a los requerimientos de las empresas, falta de involucramiento de los profesores, falta de interlocutores adecuados para acceder a conocimientos y recursos para la investigación y desarrollo (I+D), carencia de información sobre la contraparte, desacuerdos sobre la propiedad intelectual y la difusión de resultados, diferencias culturales y de estilos de trabajo, carencia de políticas y estrategias que faciliten la interacción, estímulos insuficientes para los investigadores, en particular para aquellos que quieren crear empresas, falta de compromiso y soporte de la alta dirección (Lopez-Martínez *et al.*, 1994; Mora *et al.*, 2010; Rama, 2011, pp. 132- 133; Cárdenas *et al.*,

2012, pp. 62-65; Edmondson *et al.*, 2012; Vázquez y Vázquez, 2012, pp. 185-187; Ankrah y AL-Tabbaa, 2015; Ponce, 2017, pp. 83-86; Jarábková *et al.*, 2019).

Para el caso particular de la transferencia de tecnología, algunas de las dificultades o barreras reportadas en la literatura son: Falta de comprensión de las normas y entornos universitarios, corporativos o científicos, así como burocracia e inflexibilidad de los administradores universitarios (Siegel *et al.*, 2003, pp. 40-44); las características de la universidad (tamaño, pública o privada) y su enfoque sobre la transferencia de tecnología como fuente de ingresos (Rocha, 2013, p. 38); dificultades para hacerse de información sobre transacciones que sirvan de referencia en la valoración de tecnologías (Vega-González *et al.*, 2010, p. 538; Wang, 2016, p. 1324); expectativas no realistas sobre el valor de la tecnología (Rama, 2011, p. 133); carencia o insuficiencia de recursos humanos y materiales para operar, o gestores con poca experiencia (Chapple *et al.*, 2005; Cárdenas *et al.*, 2012, pp. 235-236; Scott, 2014, pp. 156-159; Ísmodes, 2015, p. 79); falta de cooperación entre OTT de diferentes universidades (Lilischkis and Selhofer, 2014, pp. 39-40); carencia de apoyo de los directivos de la universidad y falta de autonomía para la operación de las OTT que pueden impactar en la eficiencia de la transferencia de tecnología (Manderieux, 2011, p. 32; Anderson *et al.*, 2007) y dificultades para valorar tecnologías, en particular del ámbito universitario (Medellín y Arellano, 2019).

En respuesta a lo anterior, en este trabajo se plantea que estas dificultades pueden resolverse o disminuirse si las OTT realizan actividades de gestión de tecnología diseñadas, ejecutadas y optimizadas por los gestores de tecnología. Por ello, con el fin de entender mejor cómo operan, se considera importante identificar cuáles son estas actividades que llevan a cabo las OTT en el cumplimiento de sus funciones o responsabilidades¹.

1.1 Gestión de tecnología e innovación

Dada la amplitud de las bases conceptuales y metodológicas, características y fines de la gestión de tecnología se han propuesto desde los años ochenta diversos modelos de gestión de tecnología. Lo hay funcionales, por procesos, basados en la cadena de valor, basados en procesos de innovación de producto o de gestión de proyectos, entre otros (Medellín, 2013, pp. 50-51). En México, el modelo nacional de referencia es el modelo del Premio Nacional de Tecnología e Innovación (PNTi), que es un modelo funcional y por procesos. Utiliza cinco funciones (vigilar, planear, habilitar, proteger, implantar) y 18 procesos que se muestran en la Tabla 1. A cada función le corresponde uno o más procesos de gestión tecnológica. Esto es, para que una función se cumpla es necesario que se ejecuten uno o más de dichos procesos. Y para que cada proceso se lleve a cabo es necesario que se realicen una o más actividades de gestión de tecnología de la organización.²

Como se puede ver, la gestión de tecnología implica la realización de procesos y actividades que con el soporte de procedimientos, técnicas y herramientas, facilitan las actividades tanto a nivel estratégico como operacional de los directivos, gestores de tecnología y de las áreas de I+D+i, vinculación, transferencia de tecnología, etc. (COTEC, 1999; Burgelman *et al.*, 2004; Tidd *et al.*, 2005). La utilización sistemática de estos procesos y actividades en las organizaciones conduce a la obtención de mejores resultados en los

¹ Para evitar que se confundan las funciones propias de una OTT con las funciones de gestión de tecnología del modelo del Premio Nacional de Tecnología e Innovación de México (PNTi) que se utiliza en este artículo como referencia, en adelante a las funciones de la OTT se les denominará responsabilidades de la OTT.

² Este modelo del PNTi de México se utiliza en este trabajo para facilitar la agrupación funcional de las actividades identificadas de gestión de tecnología de las OTT.

proyectos de mejora operativa, pero también en la búsqueda de ventajas que conduzcan a una mejor posición competitiva, respaldada ésta por actividades, soluciones de compromiso y adaptaciones personalizadas (Porter, 2015, p. 206).

Tabla 1. Funciones y procesos del Modelo de Gestión de Tecnología e Innovación del PNTi

Funciones	Procesos de gestión de tecnología
Vigilar	Vigilancia de tecnologías: <ul style="list-style-type: none"> - Benchmarking. - Elaboración de estudios estratégicos de mercados y clientes. - Elaboración de estudios estratégicos de competitividad. - Monitoreo tecnológico.
Planear	Planeación de tecnología: <ul style="list-style-type: none"> - Elaboración del plan tecnológico.
Habilitar	Habilitación de tecnologías y recursos: <ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de tecnología: compra, licencia, alianzas, otros. - Asimilación de tecnología. - Desarrollo de tecnología: investigación y desarrollo tecnológico, escalamiento. - Transferencia de tecnología. - Gestión de cartera de proyectos tecnológicos. - Gestión de personal tecnológico. - Gestión de recursos financieros. - Gestión del conocimiento.
Proteger	Protección del patrimonio tecnológico: <ul style="list-style-type: none"> - Gestión de la propiedad intelectual.
Implantar	Implantación de la innovación: <ul style="list-style-type: none"> - Innovación de proceso. - Innovación de producto. - Innovación en mercadotecnia. - Innovación organizacional.

Fuente: Premio Nacional de Tecnología e Innovación, 2016, p. 4.

1.2 La operación de las OTT

Una de las principales modalidades de vinculación en las universidades es la transferencia de tecnología cuya responsabilidad recae en las oficinas de transferencia de tecnología (OTT), cuyo rol primario es “facilitar la interacción entre la universidad y el sector privado” (Innes, 2006, p. 1). Las OTT son responsables de identificar, proteger y transferir conocimiento creado en las universidades a empresas que pueden utilizarlo para desarrollar productos y servicios que beneficien a la sociedad (House of Commons, 2017). En ese sentido Solleiro y Ritter (2014, p. 25), han planteado que el objetivo principal de una OTT es “lograr que se establezca un flujo de conocimientos de la universidad o centro de investigación hacia empresas, sea a través de canales comerciales o no comerciales”.

Se ha considerado desde hace años que las actividades de una OTT están asociadas con la identificación, documentación, evaluación, protección, comercialización de tecnología, la gestión de la propiedad intelectual, así como actividades asociadas a la operación diaria de la oficina, tales como negociación de acuerdos, elaboración de convenios, informes sobre invenciones y creación de start-ups (The Association of University Technology Managers, 2000, p. 33). En México la Secretaría de Economía y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través de su Fondo Sectorial de Innovación, impulsaron en años recientes la creación y certificación de Oficinas de Transferencia de Conocimientos, después

denominadas Oficinas de Transferencia de Tecnología. Las actividades de transferencia que le atribuyeron a las OTT fueron: licenciamiento, consultoría y creación de spin-offs (CONACYT, 2012, p. 5).

Diversos factores se han identificado que determinan el éxito estas oficinas. Así, por ejemplo, York y Ahn (2012, p. 28) revisaron la literatura que estudia los factores que conducen al éxito de las OTT y encontraron los siguientes ocho: Estrategia de negocios y mercadotecnia, protección de la propiedad intelectual, comparación del desempeño (benchmarking), enfoque de generación de ingresos, prestigio institucional, relación con los principales actores de los negocios (stakeholders), alineación con los intereses institucionales y soporte institucional. Cabe observar que el diseño de estrategias de negocios, el marketing tecnológico, la protección intelectual, el monitoreo tecnológico, las relaciones con otros actores y las actividades de alineación organizacional son actividades propias de la gestión de tecnología que llevan a cabo gestores de tecnología, gestores de transferencia de tecnología o como se denomine a estos actores.

1.3 Servicios de las OTT

Dada su misión, funciones y características, es evidente que para la operación efectiva de las OTT en las universidades públicas, pero también privadas, se requiere que los profesionales que trabajan en ellas, realicen actividades de gestión de tecnología referidas a la prestación de servicios de consultoría, la creación de spin-offs y, en el caso de transferencia de tecnología, actividades tales como: protección industrial, integración de paquetes tecnológicos, elaboración de estudios de mercado y financieros, evaluación y valoración de tecnología, promoción de patentes y tecnologías con empresas, identificación de licenciarios, negociación y elaboración de contratos tecnológicos, apoyo en la creación de empresas de base tecnológica (Medellín y Arellano, 2019, p. 11). Es conveniente, por ello, que los gestores cuenten con el perfil adecuado y estén debidamente capacitados para realizar dichas actividades (Ritter, 2005; Manderieux, 2011; González, 2015). Como ha planteado Withnell (2019): “En muchos sentidos, las habilidades de la persona encargada de la transferencia de tecnología son el aspecto más importante del proceso”; para ello, señala dicho autor, el gestor debe entre otras cuestiones saber construir y mantener redes personales, elaborar casos de negocio, mantenerse actualizado y participar en redes profesionales sobre la materia. Además, el personal de la OTT debe contar con el soporte institucional adecuado, el compromiso y apoyo efectivo (con recursos) de los directivos de la institución así como autonomía en la toma de decisiones para poder llevar a cabo su trabajo (Manderieux, 2011; Young, 2010; Ísmodes, 2015; McMillan, 2016).

En México existe la Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología que agrupa a 84 OTT provenientes de Universidades públicas y privadas, de centros públicos de I+D y de empresas de consultoría que funcionan como OTT o en las que alguna de sus líneas de negocio está enfocada a prestar servicios propios de una OTT. Entre otras acciones, esta Red ha elaborado dos encuestas sobre el funcionamiento de las OTT en el país: Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología Encuesta 2015 y Encuesta de Indicadores de Transferencia de Tecnología, Reporte de resultados. Comparativo 2016-2017 (Ortiz, 2018). Esta última fue aplicada en 2018 y fue respondida por 62 OTT que forman parte de la Red. Con esta encuesta se recabó información sobre los tipos de OTT, ubicación geográfica, personal de las OTT, relaciones con el ecosistema y mecanismos de transferencia. Estos últimos referidos a los servicios que prestan las OTT, a saber: asistencia técnica, capacitación, investigación por contrato, licenciamiento, transferencia de know-how y transferencia que apoya la creación de

spin-offs. El servicio que más prestaron las OTT entre 2016 y 2017 fue el de consultoría; seguida de ensayos de laboratorio, plantas piloto o pruebas de campo; estudios enfocados a producto, proceso y aspectos organizacionales; asistencia a clientes para la obtención de certificaciones; servicios de ingeniería; y análisis de muestras y prototipos. La investigación contratada en 2017 la realizaron sobre todo para empresas (524 contratos) y entidades del sector público (228), resaltando también los contratos firmados con instituciones de educación superior (104) y centros de investigación (93). No obstante lo anterior, el reporte de la encuesta no informa sobre qué actividades de gestión de tecnología se realizaron en las OTT para la prestación de todos estos servicios³.

1.4 Objetivo del trabajo

Tomando en consideración lo anterior, este artículo busca responder a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son las principales actividades de gestión de tecnología que se llevan a cabo en la operación de una OTT universitaria de carácter público? Para ello se utilizaron datos de las encuestas mencionadas, información obtenida del análisis de la operación de cuatro OTT de una universidad pública mexicana e información disponible en archivos estudiada con un propósito exploratorio con el fin de identificar las actividades de gestión de tecnología que realizan las OTT en el cumplimiento de sus responsabilidades, proponer matrices de correlación entre dichas actividades y las funciones que plantea el PNTi, así como sugerir propuestas para posteriores investigaciones (Yin, 1994; Hernández *et al.*, 2006).

No obstante la existencia de literatura sobre transferencia de tecnología, se encontró escasa evidencia empírica sobre el tipo de actividades de gestión de tecnología que se realizan en las OTT para el cumplimiento de sus responsabilidades⁴. Con ello en mente, el objetivo de este trabajo es identificar cuáles son las principales actividades de gestión de tecnología que se realizan en OTT universitarias con el fin de proponer un marco práctico de referencia que aporte elementos para mejorar su diseño y operación. Se considera que contar con dicha información puede ser de utilidad para mejorar el diseño de las OTT, para optimizar su funcionamiento y para capacitar de forma más efectiva a los gestores de tecnología que trabajan en ellas. Por supuesto, se entiende que hay otros factores que influyen en la operación de las OTT: su misión y objetivos, su contexto, el marco normativo bajo el que operan, su filosofía de operación, las estrategias y estructuras que adoptan, los recursos con los que cuentan, el perfil de su responsable y del personal que colabora con él, entre otros, pero el análisis de estos factores está fuera del alcance de este trabajo.

En esta investigación se identificó un conjunto de actividades de gestión tecnológica que se llevan a cabo en el cumplimiento de las principales responsabilidades de las OTT (transferencia de tecnología, creación de spin-offs y consultoría). Hay actividades comunes entre estas responsabilidades, actividades que son transversales a todas las funciones de gestión de tecnología que conforman el modelo del PNTi (planear, vigilar, habilitar, proteger e implantar) y actividades muy especializadas que sólo se llevan a cabo para apoyar alguna de las responsabilidades de la OTT.

Además de este capítulo, el artículo incluye una descripción de la metodología

³ Cabe resaltar el tamaño de estas oficinas. El 58% de las OTT de la red OTT en México cuentan con más de seis empleados, una de ellas con 82 empleados, otra con 23, tres con 19 y una más con 18. En el otro extremo hay dos oficinas con sólo un empleado y tres con dos empleados.

⁴ Lo que normalmente está disponible en las páginas Web de las OTT son sus objetivos y servicios. Sin embargo, algunas publican guías donde se describen ampliamente sus actividades, por ejemplo la OTT de la Universidad de Purdue (Purdue Research Foundation, 2008).

utilizada, se continúa con un apartado de análisis y discusión de los resultados y al final se presentan las conclusiones y sugerencias para trabajos futuros.

2. Metodología

Para la elaboración de este trabajo, de naturaleza exploratoria, se realizó un análisis de archivos debidamente documentados, se participó en reuniones de trabajo e intercambio de experiencias con los responsables de cuatro OTT de una universidad pública mexicana en las cuáles se discutió su problemática, formas de operación, actividades realizadas y resultados. Además, se llevaron a cabo observaciones directas del funcionamiento de dos ellas, aunque no de forma continua, durante un periodo de dos años.

Se utilizó información encontrada en la escasa literatura publicada sobre la temática, datos disponibles de las encuestas de 2015, 2016-2017 de la Red OTT México e información sobre la operación entre 2013 y 2018 de la OTT de la rectoría de una universidad pública mexicana. El análisis de dicha información tuvo el propósito específico de identificar las actividades de gestión de tecnología realizadas para el cumplimiento de sus responsabilidades.

- OTT analizadas

Las OTT analizadas pertenecen a una universidad pública mexicana que cuenta con cinco campus o unidades académicas. Una de las OTT se localiza en la rectoría y las otras tres en las coordinaciones de vinculación de tres de sus campus. Una cuarta unidad académica de dicha Universidad cuenta con una Unidad de Gestión de Servicios Tecnológicos (UGST) que en la práctica tiene las mismas funciones que una OTT. La quinta unidad académica no cuenta con una OTT.

Las OTT de dicha universidad no forman parte de la RedOTT México y operan todas ellas con sólo un gestor capacitado en ciertos temas de transferencia de tecnología⁵, aunque para llevar a cabo sus actividades han recibido el apoyo de los responsables de las oficinas de vinculación a las que pertenecen y de otros colaboradores de las mismas. La dirección de vinculación con la industria de la rectoría de la universidad les prestó, de 2013 a 2018, asistencia técnica a dichas OTT y capacitó a su personal, gracias a que contaba en el periodo analizado con seis gestores con experiencia en transferencia de tecnología, propiedad intelectual, realización de estudios de mercado, valoración de tecnología, promoción de tecnologías, negociación y elaboración de contratos tecnológicos, emprendimiento y vinculación universidad-empresa⁶.

3. Análisis y discusión de los resultados

3.1 La gestión de tecnología en las OTT

Con el fin de profundizar sobre el tema, se llevó a cabo el análisis a profundidad de un caso en particular, el de la OTT de la rectoría de la universidad pública mencionada, y se encontró que las principales actividades de gestión de tecnología realizadas durante su

⁵ Lo que dificulta enormemente su operación. Para su buen funcionamiento, las OTT deben contar con el personal necesario y preparado (Allan, 2001; Manderieux, 2011, Solleiro y Ritter, 2014).

⁶ Entre otras responsabilidades, además de contar con su OTT, la dirección de vinculación de la rectoría de dicha universidad se encargaba también de la elaboración, obtención y mantenimiento de patentes y otras figuras de propiedad industrial en país y el extranjero para toda la universidad.

operación fueron las siguientes:

- Promoción de servicios y capacidades de I+D+i.
- Atención a requerimientos de empresas y organismos públicos.
- Negociación con organizaciones solicitantes de servicios especializados.
- Elaboración, envío y seguimiento de cotizaciones.
- Elaboración de fichas técnicas de desarrollos tecnológicos y patentes.
- Elaboración y envío de materiales para la difusión y promoción de desarrollos tecnológicos y patentes.
- Marketing tecnológico por diversos medios: ferias, exposiciones, periódicos, revistas especializadas, programas de radio y televisión, páginas Web, redes sociales, visitas recíprocas, trato directo con directivos de empresas, conferencias, seminarios.
- Apoyo a profesores-investigadores en la integración de paquetes tecnológicos.
- Asesoría sobre propiedad industrial a profesores-investigadores y emprendedores.
- Elaboración de perfiles y estudios de mercado, así como planes de negocio.
- Evaluación de tecnologías para identificar sus características y ventajas competitivas.
- Valoración de tecnologías para determinar rangos de regalías y formas de pago.
- Búsqueda de licenciarios en el país y en el extranjero.
- Presentación de propuestas y negociación con posibles licenciarios.
- Elaboración de términos para la transferencia de tecnología.
- Negociación con licenciarios.
- Elaboración, negociación y firma de convenios y contratos tecnológicos: de confidencialidad y secrecía, transferencia de material biológico, transferencia de tecnología, licencia de patentes, licencia de marcas.
- Apoyo a profesores-investigadores en la creación de empresas de base tecnológica.
- Organización y promoción de actividades de emprendimiento para alumnos y profesores.
- Construcción de una métrica de desempeño.
- Realización de ejercicios de *benchmarking*.

Algunas de estas actividades se realizaron en coordinación con las oficinas de vinculación de las cinco unidades académicas de dicha universidad. Además, en los años 2014 a 2016, la dirección de vinculación con la industria organizó con el apoyo de su OTT y de una oficina de emprendimiento e innovación de una de las unidades académicas un programa de formación de gestores de transferencia de tecnología en el que se capacitaron 74 colaboradores de OTT provenientes de la propia universidad así como de otras organizaciones públicas y privadas.

Por su parte, las OTT de las unidades académicas reportaron la realización, en diferentes proyectos, de las siguientes actividades de gestión de tecnología: promoción de servicios especializados, contactos con empresas, atención a solicitudes de servicios de empresas y organizaciones públicas y sociales, elaboración de contratos de prestación de servicios, gestión de convenios patrocinados, participación en negociación y elaboración de contratos de investigación y asistencia técnica, apoyo a profesores y alumnos emprendedores en la elaboración de planes de negocio, participación en convocatorias públicas para obtener recursos para desarrollo y escalamiento de tecnologías, apoyo a profesores-investigadores en la creación de spin-offs.

La mayor parte de las actividades de gestión de tecnología identificadas por este estudio coinciden con las reportadas en la literatura en la mayoría de los casos como

objetivos, funciones o servicios de las OTT (Rubin *et al.*, 2003; Cárdenas *et al.*, 2012; Solleiro y Ritter, 2014; Conacyt, 2012; Ísmodes, 2015), y con los factores de éxito encontrados por York y Ahn (2012). Tales actividades constituyen la base de una plataforma cognitiva y metodológica para la operación de las oficinas de transferencia de tecnología.

Con la información obtenida se construyeron las tablas 2, 3 y 4 que presentan las principales actividades de gestión de tecnología que se realizan en las OTT, agrupadas según las funciones del modelo del PNTi. Esta agrupación de responsabilidades, funciones y actividades conforma un marco práctico de referencia para los gestores de tecnología que laboran en dichas oficinas, así como para los responsables de diseñarlas y ponerlas en marcha.

- Responsabilidades y actividades en las OTT

En la Tabla 2 se muestran las actividades de gestión de tecnología que se realizan en las OTT para la transferencia de tecnología, coincidentes con las actividades básicas de una OTT señaladas por Young (2010, pp. 195-196). Estas actividades se llevan a cabo con el fin de: a) Dotar de un marco estratégico al funcionamiento de la OTT; b) Obtener información clave que permita elaborar análisis de patentabilidad, valorar los desarrollos tecnológicos y conocer mejor a posibles licenciarios; c) Hacerse de recursos que faciliten la ejecución de los proyectos de la OTT; d) Diseñar estrategias de protección intelectual; e) Integrar propuestas de transferencia de tecnología para empresas interesadas.

Tabla 2. Actividades de gestión de tecnología en una OTT relativas a la transferencia de tecnología

Responsabilidad de la OTT	Funciones de gestión de tecnología (Modelo del PNTi)				
	Planear	Vigilar	Habilitar	Proteger	Implantar
Transferencia de tecnología	Diagnóstico tecnológico	Estudio de mercado	Obtención de recursos para escalamiento	Estrategia de protección intelectual	Elaboración de términos para la transferencia
	Integración de cartera de proyectos	Conocimiento del estado del arte	Obtención de recursos para patentamiento	Gestión de la propiedad industrial	Elaboración de modelo de negocio
	Plan de mercadotecnia	Identificación de tomadores de decisiones (licenciarios)	Integración del paquete tecnológico	Elaboración y trámite de patentes	Negociación
		Identificación de transacciones	Evaluación de la tecnología	Registro de marcas	Elaboración de contratos
			Valoración de la tecnología	Manejo del secreto industrial	Apoyo en el desarrollo de producto

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se presentan actividades de gestión tecnológica llevadas a cabo en las OTT para apoyar la creación de spin-offs por profesores-investigadores, compatibles con actividades identificadas por Rasmussen y Wright (2015, p. 31) y Weckowska (2015). Estas actividades se realizan con el fin de: a) Contar con una cartera de proyectos de creación de spin-offs y apoyar la elaboración de planes de negocio de los emprendedores; b) Contar con información sobre capital de riesgo para las empresas y sobre los mercados en los que competirán; c) Obtener recursos (humanos, materiales, financieros, logísticos) con los cuales

apoyar la creación de empresas de base tecnológica; d) Integrar redes de contactos en la industria y organismos financieros que apoyen como mentores o en el desarrollo de oportunidades; e) Definir estrategias de protección intelectual y acordar los términos de licenciamiento con los creadores de las spin-offs; f) Lograr acuerdos entre la universidad y los socios de la empresa, y formalizarlos en contratos.

Tabla 3. Actividades de gestión de tecnología en una OTT relativas a la creación de spin-offs

Responsabilidad de la OTT	Funciones de gestión de tecnología (Modelo del PNTi)				
	Planear	Vigilar	Habilitar	Proteger	Implantar
Creación de spin-offs	Integración de carteras	Monitoreo tecnológico	Formulación de proyectos	Estrategia de protección	Desarrollo de canales de comercialización
	Elaboración del plan de negocio	Identificación del ecosistema	Obtención de recursos financieros	Patentamiento	Búsqueda de socios
	Elaboración del plan de mercadotecnia	Conocimiento de mercado	Integración de red de mentores	Manejo del secreto industrial	Acuerdo con universidad y emprendedores
	Armado del modelo de negocio	Conocimiento de fuentes de financiamiento	Alianzas para incubación	Convenios de confidencialidad	Elaboración de contratos

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se muestran actividades de gestión de tecnología que los gestores realizan para la prestación de servicios de consultoría. Estas actividades se llevan a cabo para: a) Integrar una cartera de servicios de consultoría y planes de mercadotecnia; b) Obtener información sobre el estado de la técnica, mercados y clientes para hacer evaluaciones competitivas; c) Obtener recursos (humanos, materiales, de infraestructura) para la ejecución de los proyectos; d) Proteger los conocimientos y saberes de las partes, así como los resultados obtenidos; e) Apoyar en la implantación de los resultados del proyecto.

Tabla 4. Actividades de gestión de tecnología en una OTT relativas a la consultoría

Responsabilidad de la OTT	Funciones de gestión de tecnología (Modelo del PNTi)				
	Planear	Vigilar	Habilitar	Proteger	Implantar
Consultoría	Integración de cartera de servicios	Conocimiento del mercado	Formulación de propuestas	Convenios de confidencialidad	Elaboración y entrega de reportes
	Elaboración de plan de mercadotecnia	Conocimiento del estado del arte	Obtención de recursos (cotización)	Patentamiento	Validación de resultados del proyecto
	Elaboración de planes de trabajo	Realización de estudios de benchmarking	Realización de pruebas y estudios	Registro de marcas	Asistencia técnica
		Conocimiento de fondos públicos	Ejecución de proyectos		Apoyo en el desarrollo de productos

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Actividades comunes y transversales de gestión de tecnología

Se pudo identificar también que se llevan a cabo actividades de gestión de tecnología que son comunes a las tres responsabilidades de las OTT (transferencia de tecnología, creación de spin- offs y consultoría) que se muestran en la primera columna de las Tablas 2, 3 y 4, y que se agruparon, de acuerdo a su naturaleza, con las funciones del modelo del PNTi que se incluyen en las demás columnas de las tablas: a) Relativas a planeación tecnológica: Integración de carteras, definición del modelo de negocio, elaboración de planes de mercadotecnia, planes de trabajo, b) Relativas a la vigilancia tecnológica: Elaboración de perfiles y estudios de mercado, conocimiento del estado del arte, participación en convocatorias de financiamiento, c) Sobre habilitación: Negociación, elaboración de convenios y contratos tecnológicos, obtención de recursos para la ejecución de proyectos, d) En protección intelectual: Elaboración de estrategias de protección, elaboración y trámites para la obtención de patentes, manejo del secreto industrial, firma de convenios de confidencialidad, y d) Relativas a la implantación de la innovación: actividades de apoyo en el desarrollo de producto, desarrollo de modelos de negocio, búsqueda de socios, negociación y elaboración de contratos.

Puede observarse también que hay actividades de la OTT que se presentan transversalmente a las funciones del modelo del PNTi; esto es, que se repiten en las columnas de las tablas 2, 3 y 4. Por ejemplo, para la transferencia de tecnología (Tabla 2) se realizan actividades de evaluación de tecnología como parte del proceso de integración de cartera de proyectos (función planear)⁷, para la realización de análisis de patentabilidad (proteger), para conocer a fondo la tecnología y contar con elementos para su valoración (habilitar), para identificar las ventajas competitivas y plasmarlas en el modelo de negocio (implantar). De igual forma, en la Tabla 3 se pueden identificar actividades que tienen un carácter transversal, tal como el conocimiento del mercado de la tecnología, necesario para elaborar el plan de negocio (planear), que forma parte de las actividades de vigilancia tecnológica (vigilar), que es útil para elaborar un mejor análisis de patentabilidad (proteger) y que aporta elementos para la transferencia de la tecnología (implantar). En el caso de la consultoría (Tabla 4), se pueden identificar actividades transversales, tal como la elaboración de convenios con terceros para la obtención de fondos para proyectos (habilitar), para cesión de derechos de propiedad industrial (proteger), para realizar servicios de análisis de nuevos productos o hacer estudios de benchmarking (implantar).

3.3 Actividades especializadas de gestión de tecnología

También se puede señalar que hay actividades que son propias de una función de gestión tecnológica, que utilizan herramientas ad hoc o información difícil de conseguir, agregan valor a la tecnología que se transfiere o a los servicios que se prestan, que requieren de gestores bien capacitados para realizarlas tal como ha sido señalado por Allan (2001), Manderieux (2011) y Wang (2016), entre otros. Así, en relación a la transferencia de tecnología (Tabla 2), se encontraron las siguientes actividades especiales: identificación de los tomadores de decisiones en empresas licenciatarias (vigilar), obtención de información sobre transacciones de transferencia de tecnología (vigilar), integración de paquetes tecnológicos

⁷ En este y los siguientes tres párrafos se pondrán entre paréntesis las funciones del modelo del Premio Nacional de Tecnología e Innovación con el fin de indicar la correspondencia existente entre la actividad de gestión tecnológica de la OTT y cada una de dichas funciones.

(habilitar), valoración de tecnología (habilitar), elaboración de términos para la transferencia de tecnología (implantar).

Actividades de gestión de tecnología muy especializadas que se identificaron en la creación de spin-offs son, como se muestra en la Tabla 3: Elaboración de modelos de negocios (planear), identificación de los actores que conforman el ecosistema de innovación (vigilar); y con respecto a la función de habilitación: el diseño organizacional de la empresa, la obtención de capital de riesgo y la incorporación de mentores especializados que orienten al emprendedor. Esto es significativo dado que es fundamental apoyar al emprendedor en el desarrollo o adquisición de habilidades necesarias para que su empresa tenga éxito (Van Norman y Eisenkot, 2017), pero también es importante prestar atención al desarrollo de capacidades emprendedoras del personal de las OTT (McMillan, 2016).

En relación a la consultoría, como se puede ver en la Tabla 4, se identificaron las siguientes actividades especializadas de gestión de tecnología: Elaboración de estudios de benchmarking (vigilar), realización de estudios diversos tales como pruebas, evaluaciones, tercerías (habilitar), desarrollo de diseños y marcas (proteger).

4. Conclusiones

Este artículo ha identificado un conjunto de actividades de gestión de tecnología que se realizan en OTT universitarias que, una vez agrupadas, pueden correlacionarse con las funciones del modelo de gestión de tecnología del PNTi. Esta agrupación de responsabilidades, funciones y actividades constituye un marco práctico de referencia que puede servir para mejorar el diseño y operación de las OTT, así como para una mejor capacitación de los gestores de transferencia de tecnología que laboran en ellas.

Los resultados obtenidos complementan los hallazgos reportados en la escasa literatura encontrada sobre el tema y contribuyen a la teoría con información empírica sobre las actividades de gestión tecnológica que se llevan a cabo en OTT universitarias.

Gracias a las OTT estudiadas se pudieron identificar actividades de gestión de tecnología que se llevan a cabo en ellas para el cumplimiento de sus responsabilidades, a pesar de su tamaño pequeño. Los gestores tecnológicos han tenido que aprender, la mayoría de las veces en la práctica, a utilizar métodos, técnicas y herramientas de gestión para poder realizarlas.

Por otro lado, llama la atención que hay otras actividades de gestión de tecnología que no se identificaron en la práctica de las OTT evaluadas, pero que podrían ser de utilidad para las mismas. Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

a) Relativas a la planeación tecnológica: la elaboración de planes tecnológicos y de roadmaps que permitan definir estrategias de innovación y rutas de evolución de las tecnologías y sus aplicaciones.

b) Sobre vigilancia tecnológica: el desarrollo de sistemas de inteligencia competitiva que proporcionen información sobre tendencias tecnológicas y de mercado, permita la identificación de licenciatarios y clientes, y aporte datos sobre transacciones de transferencia.

c) Sobre habilitación: la creación de alianzas estratégicas con “ángeles inversores” que aporten capital semilla para la creación de spin-offs, el escalamiento de desarrollos tecnológicos o para la realización de pruebas clínicas.

d) Sobre protección intelectual: el diseño de estrategias de protección intelectual para inventos con mayor potencial de comercialización, la consecución de

acuerdos con bufetes especializados que apoyen en la evaluación de tecnologías, búsqueda y negociación con licenciatariaos.

e) Sobre implantación de la innovación: la creación de un consejo asesor de negocios con profesionistas experimentados dispuestos a apoyar a la universidad, en formato pro bono, que orienten al personal de la OTT y emprendedores sobre la creación de negocios innovadores.

Es evidente que para profundizar en la comprensión de la operación de las OTT en nuestro entorno se requiere más investigación de campo, a realizarse en las OTT de otras universidades, que pruebe y valide los resultados aquí presentados.

Cabe precisar que en este trabajo no se pretendió analizar la efectividad de las OTT, ni sus características organizacionales, ni el contexto en el que operan, ni el perfil del personal que labora en ellas, ni los resultados que logran. Lo que se buscó fue identificar el tipo de gestión de tecnología que se realiza en ellas, que es un tema poco investigado y cuyo conocimiento sobre el mismo es exiguo. Se partió del presupuesto de que cuanto más se utilicen herramientas y prácticas de gestión de tecnología en las OTT mejores resultados se tendrán. Puede ser objeto de otras investigaciones verificar la relación que existe entre el contexto, estrategia, estructura, marco normativo y operación de las OTT con sus resultados e impactos, así como la importancia de la gestión de tecnología en ese marco de análisis.

5. Referencias

- Anderson T.R., Daim, T.U., and Lavoie, F.F. (2007). Measuring the efficiency of university technology transfer. *Technovation*, 27, 306–318.
- Ankrah, S. and Al-Tabbaa, O. (2015). Universities—industry collaboration: A systematic review. *Scandinavian Journal of Management*, 31, 387-408.
- Allan, M.F. (2001). A Review of Best Practices in University Technology Licensing Offices. *The Journal of Association of University Technology Managers*, 13, 57-69.
- Burgelman, R.A., Christensen, C.M., and Wheelwright, S.C. (2004). *Strategic management of technology and innovation*. 4th edition, New York: McGraw-Hill.
- Cárdenas, S., Cabrero, E. y Arellano, D. (editores) (2012). *La difícil vinculación universidad-empresa en México. ¿Hacia la construcción de la triple hélice?.* México: CIDE.
- Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., and Wright, M. (2005). Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: parametric and non-parametric evidence. *Research Policy*, 34 (3), 369–384.
- Conacyt (2012). *Guía para la certificación de una Oficina de Transferencia de Conocimiento (OT)*. México: Fondo Sectorial de Innovación Secretaría de Economía-Conacyt.
- Cotec (2003). *Las infraestructuras de provisión de tecnología a las empresas*. Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- Cotec (1999). *Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la Innovación para Empresas – Temaguide*. Tomo 2, Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- Edmondson, G., Valigra, L., Kenward, M., Hudson, R.L., and Belfield, H. (2012). *Making industry-university partnerships work. Lessons from successful collaborations*. Science|Business Innovation Board AISBL.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw- Hill, Cuarta edición.
- House of Commons (2017). *Managing intellectual property and technology transfer*. Tenth Report of Session 2016– 1, London: House of Commons Science and Technology Committee.
- Innes, C. (2006). Technology Transfer Office Models: An Introduction. En AUTM, *Technology Transfer Practice Manual*, Volume 2, Part 1, Chapter 2, 3rd Edition, USA: Association of University Technology Managers.
- Ísmodes, E. (2015). *Estudio sobre modelo de oficinas de transferencia tecnológica en el Perú*. Lima: CONCYTEC.
- Jarábková, J., Chreneková, M., and Roháčiková, O. (2019). University and Practice – Cooperation in Research and Science: Case study of the Slovak University of Agriculture in Nitra. *Quality Innovation Prosperity*, 23/1, 136- 154.
- Lilischkis, S. and Selhofer, H. (2014). *Knowledge transfer office co-operation and intellectual property markets in*

- Europe. Bonn: DLA Piper, Empirica GmbH.
- López-Martínez, R.E., Medellín, E., Scanlon, A.P., and Solleiro, J.L. (1994). Motivations and obstacles to university industry cooperation (UIC): A Mexican case. *R&D Management*, Volume 24, Number 1, 17–31.
- Manderieux, L. (2011). *Guía práctica para la creación y la gestión de oficinas de transferencia de tecnología en universidades y centros de investigación de América Latina. El rol de la propiedad intelectual*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.
- McMillan, T. (2016). *University Knowledge Exchange (KE) Framework: good practice in technology transfer*. England: Higher Education Funding Council for England.
- Medellín, E.A. (2013). *Construir la innovación. Gestión de tecnología en la empresa*. México: Siglo XXI Editores, Fundación Educación Superior-Empresa.
- Medellín, E.A. y Arellano, A. (2019). Technology valuation at universities: Difficulties and proposals. *Contaduría y Administración*, Vol. 64, Núm. 1, Especial Innovación, enero-marzo, 1-17.
- Mora, J.-G, Detmer, A., and Vieira, M.J. (2010). *Good Practices in University-Enterprise Partnerships GOODUEP*. Valencia: European Commission, Education and Culture DG.
- National Research Council (1987). *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage, Task Force on Management of Technology*. Washington, D.C: National Academy Press.
- Ortiz, C.S. (2018). *Encuesta de Indicadores de Transferencia de Tecnología. Reporte de Resultados Comparativo 2016-2017*. México: Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología México.
- Ponce J.I. (2017). *Reasons to collaborate and factors of university-industry collaboration process with structural equations modeling*. Dissertation to obtain the degree of Doctor of Philosophy in Engineering Sciences, México: Tecnológico de Monterrey.
- Porter, M.E. (2005). *Estrategia y ventaja competitiva*. Buenos Aires: Deusto.
- Premio Nacional de Tecnología e Innovación (2016). *Modelo Nacional de Gestión de Tecnología*. México: Fundación Premio Nacional de Tecnología e Innovación.
- Purdue Research Foundation (2008). *Technology Transfer at Purdue University*. West Lafayette: Office of Technology Commercialization.
- Rama M., S. (2011). Understanding Interactions Between Research Institutes and Industry: Indian Perspective. *Journal of Technology Management for Growing Economies*, Volume 2, Number 2, October, 113-138.
- Rasmussen, E. and Wright, M. (2015). How can universities facilitate academic spin-offs? An entrepreneurial competency perspective. *The Journal of Technology Transfer*, Volume 40, Issue 5, 782-799.
- Ritter dos Santos, E. (2005). *La Gestión de la Transferencia de Tecnología de la Universidad al Sector Productivo: Un Modelo para Brasil*. Tesis de Doctorado en Ciencias de la Administración, México: Facultad de Contaduría y Administración, UNAM.
- Rocha M.A. (2013). *The efficiency of Portuguese Technology Transfer Offices and the importance of universities' characteristics*. Master Thesis in Innovation Economics and Management, Portugal: Faculdade de Economia, Universidade do Porto.
- Rubin, H., Bukofzer, A., and Helms, S. (2003). From Ivory Tower to Wall Street-University Technology Transfer in the US, Britain, China, Japan, Germany, and Israel. *International Journal of Law and Information Technology*, Vol. 11, No. 1, 59-86.
- Scott, L. (2014). *The intersection of academia and industry: avoiding pitfalls and navigating successful partnerships*. Dissertation to obtain the degree of Doctor of Public Health, Chapel Hill: Gillings School of Global Public Health, University of North Carolina.
- Siegel, D.S., Waldman, D., and Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32, 27-48.
- Solleiro, J.L. y Ritter dos Santos, E. (2014). *Diseño y operación de oficinas de transferencia de tecnología. Guía del participante*. Diplomado en Formación de Gestores de Transferencia de Tecnología, México: UAM-Azcapotzalco.
- The Association of University Technology Managers (2000). *AUTM Licensing Survey, FY 1999 Survey Summary*. Northbrook, IL: The Association of University Technology Managers, Inc.
- Tidd, J., Bessant, J., and Pavitt, K. (2005). *Managing innovation. Integrating technological, market and organizational change*. Third edition, England: John Wiley & Sons.
- Van Norman, G.A. and Eisenkot, R. (2017). Technology Transfer: From the Research Bench to Commercialization Part 2: The Commercialization Process. *JACC: Basic to Translational Science*, Vol. 2, No. 2, 197-208.
- Vázquez, J. y Vázquez, A. (2012). Beneficios y obstáculos de la vinculación con universidades. En Medellín, E., Soto, R. y López, E. (Coordinadores). *Vinculación para la innovación. Reflexiones y experiencias*. México:

- FESE-ANUIES, 179-188.
- Vega-González, L.R., Qureshi, N., Kolokoltsev, O.V., Ortega-Martínez, R., y Saniger Blesa, J.M. (2010). Technology valuation of a scanning probe microscope developed at a university in a developing country. *Technovation*, 30, 533-539.
- Wang, M.Y. (2016). The Valuation Methods and Applications for Academic Technologies in Taiwan. *2016 Proceedings of PICMET'16: Technology Management for Social Innovation*, 1320-1327.
- Weckowska, D.M. (2015). Learning in university technology transfer offices: transactions-focused and relations-focused approaches to commercialization of academic research. *Technovation* 41-42, 62-74.
- Withnell, T. (2019). Technology Transfer Management – The Ingredients of a Successful Technology Transfer Model. En: <https://blog.uiin.org/2019/04/technology-transfer-management-ingredients-successful-technology-transfer-model/> (Consultado el 30 de abril de 2019).
- Yin, R.K. (1994). *Case Study Research. Design y Methods*. USA: Sage Publications, Second Edition.
- York, A.S. and Ahn, M.J. (2012). University technology transfer office success factors: a comparative case study. *Int. J. Technology Transfer & Commercialisation*, 11(1/2), 26-50.
- Young T.A. (2010). El Establecimiento de una Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT). En Anguita, P., Díaz, F. y Chi-Ham, C.L. (Coordinadores Edición Español), *Gestión de la Propiedad Intelectual e Innovación en Agricultura y en Salud: Un Manual de Buenas Prácticas*. Chile: Fundación para la Innovación Agraria, PIPRA, 183-198.

Key elements for the future of technology sourcing in the Peruvian industry: a prospective study

Rony Cabrera

Pontifical Catholic University of Peru, Department of Engineering, Lima, Peru
rony.cabrera@pucp.pe

Domingo González

Pontifical Catholic University of Peru, Department of Engineering, Lima, Peru
dgonzal@pucp.edu.pe

Carlos Hernández

Pontifical Catholic University of Peru, Department of Engineering, Lima, Peru
carlos.hernandez@pucp.edu.pe

Diego Mendoza

Antonio Nariño University, Industrial Engineering Faculty, Bogota, Colombia
diego.mendoza@uan.edu.co

Abstract

This article explore the future of technology sourcing in the Peruvian industry until 2030 in order to determine key elements to strategic formulation. Based on tool of prospective, we found the following axes of uncertainty that matter in the future of Peruvian technology sourcing: technological innovation, market dynamism and skilled people in R&D. Finally, and ideal scenario is described and present a discussion of the results and conclusions with limitations and futures directions.

Keywords

Technology sourcing, strategic prospective, Peruvian industry

1. Introduction

Peruvian technology procurement is attracting widespread attention due to recent evidences described by scholars (Cabrera, Corrales, Balarezo, & Almeyda, 2016; Heredia-Pérez, Geldes, Kunc, & Flores, 2018). Cabrera's case study report states that the sector is highly emphasizing in an external sourcing strategy meanwhile, Heredia's quantitative study found that Peru continues to concentrate its expenditure on machinery acquisition (78%) with minimal attention on R&D internal (3%) and R& D external (2%) compared to its neighboring country, Chile, who exhibits progress in transitioning to technological innovation reflected in its expenditure on R&D internal (37%), R&D external (28%) and machinery acquisition (27%).

Researchers have always seen external sourcing, in developing context, as a way to access to state of the art technology because most of the technology they use are outside their resources capabilities. In this sense, developing economies heavily engaged in gradual adoption and assimilation of incumbent technologies from advanced economies through the importation and purchasing of technology, technology outsourcing (local or overseas) or foreign direct investments. The excessively rely on external technology sourcing will soon be an issue for Peruvian firm due to increasingly rapid technological and environmental changes.

Few researchers have addressed the question of the key elements for the future of technology sourcing in developing countries. In this report, we explore possible scenarios of the technology sourcing in low-technological contexts like Peru. Authors believe that the temporal horizon until 2030 is a good starting point for an explorative and applicative-type study. The results can motivate manufacturing firms to take on the challenge of building a sustainable future for the management of their governance mode.

This paper is organized as divided into five sections. The first section have given a brief overview of the problematic. The second section conceptualize technology sourcing and tools of strategic prospective literature that will be used. In the third section, the application of the prospective approach is presented. Finalizing with discussions and conclusion.

2. Theoretical Framework

- Technology Sourcing

When firms establish the most appropriate source of technology acquisition, they are embarking on technology sourcing process. A firm's technology sourcing strategy is to choose between either external or internal technology acquisitions.

Internal acquisition is executed within the limits of the company and involves high degree of integration which generates that the company turns into a "real expert" (Haro, Ortega, & Tamayo, 2010). Reference (Pisano, 1990) states that it is considered as an ability to develop and take advantage of technological knowledge to transform it in innovation that helps the company to attain greater efficiency through differentiation (high prices) or productive processes (lower unit cost). For this reason, studies link it with the company's innovative performance (Laursen & Salter, 2006; Leiponen, 2005; Peeters & Martin, 2015; Tsai & Wang, 2007).

On the other hand, the acquisition by external sources (purchase of technology, outsourcing or collaboration) could make easier the fast development of products while the state of the art of the technology is accessed (Jones, Lanctot, & Teegen, 2001) and, the knowledge acquired, is integrated with that being currently generated internally (Peeters & Martin, 2015). Reference (Granstrand, Bohlin, Oskarsson, & Sjoberg, 1992) indicates that high costs and demand of highly qualified people in R&D have generated a clear tendency towards external acquisition. However, if a company relies too much on an external acquisition method, then it could have a negative effect on its long term internal capabilities (Ford, 1988) and alter its innovation incentives (Blonigen & Taylor, 2000).

- Strategic Prospective

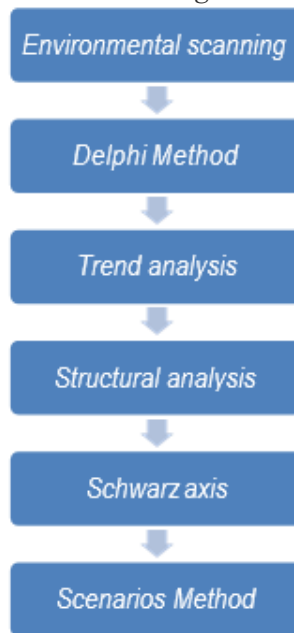
Gaston Berger (1973) presented the term "Prospective" in 1957 claiming that the accelerating pace of technological and social change raises the significance of the need to envision the future and devise new techniques to do this. After, Michel Godet describes Strategic Prospective as acting as a management tool from anticipation to action through appropriation and participation (Godet, 2001). Such participation being structured and organised in as transparent and efficient manner as possible. He also recommends that the techniques used for the exploration of the future should: stimulate the imagination, reduce inconsistency, build a common language, structure the collective thinking process and enable appropriation. Likewise, Hines and Bishop (2006) outlines that the stages of a strategic foresight activity are framing, scanning, forecasting, visioning, planning and acting. And Horton (1999) conceptualize it as a process of developing a range of views of possible ways in which the future could develop, and understanding these sufficiently well to be able to decide

what decisions can be taken today to create the best possible tomorrow. Overall, definition of strategic prospective is about creating a clear vision of what future is desired.

3. Methodology

Our steps proceed very much in the same way as indicated in (Ortega San Martín, 2013). Figure 1 indicates exactly the methodological process of the study.

Figure 1. Methodological Process.



Source: The Author.

The methodological tools used were:

- Environmental scanning: It is based on the identification of change variables (drivers) using different thematic approaches.
- Delphi Method: the method consists of asking the group of experts their opinions about the future behavior of a certain group of drivers in order to have an idea as clear as possible of the future situation. The Delphi method aims to maximize the advantages of the methods based on groups of experts and minimize their drawbacks. In this way, the method obtain the most reliable consensus possible from the group of experts.
- Trend analysis: the method permits the identification of drivers with long-term impact from identifying relevant trends.
- Structural analysis: applying the structural analysis method it will be possible to observe the interrelation and influence among different variables which will let us classify them in order to understand the most relevant ones for the development of a specific area.
- Schwartz axes: drivers are analyzed and categorized into a scenario axis with high and low importance in y-axis and more or less uncertainty in the x-axis. As a result, it defines possibly four different scenarios, one scenario for each quadrant of the x-y axes.
- Scenarios Method: This method was proposed by Michel Godet and is based on the construction of narrative descriptions of a future, with a high probability of realization, a focus of specific attention on processes and decision points. These

descriptions are called scenarios. In other words, "it's about conceiving and describing a future (a possible future) and exploring the means that lead to that future."

4. Results

To assess the future of technology sourcing in the Peruvian industry until 2030, a strategic prospective method was used. First, Environmental Scanning was employed to determine key drivers by the selection of forces. For our study, four forces were selected: technology, social, economic and political forces. We initially identify twelve drivers.

The next step was the identification of relevant trends that would affect the future of technology sourcing. In the literature ("Tendencias mundiales hasta 2030," 2016; Quintero, 2013), trends usually refers to Asian and Emerging Markets Influence (T1), Shorter Product Life Cycle (T2), Industrial Revolution and new technologies (T3) and USA and European markets influence (T4). Once the trends were selected, we identified new drivers factors by applying again the Environmental Scanning method. It allowed reaching the 19 drivers that were validated by the Delphi Method.

Seven experts were recruited for interviews. We attempted to obtain multiple type of respondents to better ensure that the data represented different points of view. For our interviews, data came from three consultants, two academics and two industrialist. Moreover, concerns about potential reliability were further mitigated by relying qualified individuals that concern about the Peruvian innovation system and technology sourcing issues. The Delphi method represents a useful alternative to not only to validate drivers, but also it help to assign its level of importance and uncertainty that will be used in Schwartz Axes Method. Therefore, respondents evaluate the asseveration of each drivers regarding its importance (1: low importance, 2: medium importance, 3: high importance), their related expertise with the drivers (1: low expertise, 2: medium expertise, 3: high expertise) and indicated the range of years in which the fact described by the asseveration will occur (2019-2022, 2023-2026, 2027-2030). We added two additional option as 'already happened' and 'never'. Figure 1 presents the structure of the Delphi interview.

As a result of the application of the Delphi Method, it should be noted that three drivers was eliminated due to lack of relevance. Finally, sixteen drivers will used for the construction of the scenarios. These drivers is shown in Table 1 and the relation between drives and tendencies in Table 2.

Figure 1. Delphi Method.

	Asseveration	Importance			Expertise			Uncertainty				
		HIGH	MEDIUM	LOW	HIGH	MEDIUM	LOW	HAPPENED	2019-2022	2023-2026	2027-2030	NEVER
D1	1. In 2030, Peruvian manufacturing companies will manufacture products with technological added value in response to rapid global technological changes.	7	0	0	4	3	0	0	0	4	3	0
D2	2. In 2030, Peruvian manufacturing companies will engage on both internal and external R&D strategies in the manner of which they will balance them without neglecting one another.	6	1	0	6	1	0	0	1	0	6	0

Source: The Author.

Table 1. Final Drives.

Forces			
Technology	Social	Economical	Political
D1: Technological Intensity in products	D6: Number of Engineers and technicians	D10: Financial resources	D15: international commercial treaties
D2: Ambidexterity in R&D strategy	D7: Graduate employees	D11: Peruvian competitiveness	D16: R&D Government Funds
D3: Balance in innovation Activities	D8: Inter-firm mobility of employees	D12: Foreign Direct Investment (FDI) in Peru	
D4: Technological Importation Intensity	D9: Capacity of Local Suppliers	D13: Market Dynamism	
D5: Technological Change in the sector		D14: Availability of Venture Capital	

Source: The Author.

Table 2. Tendencies and Final Drives.

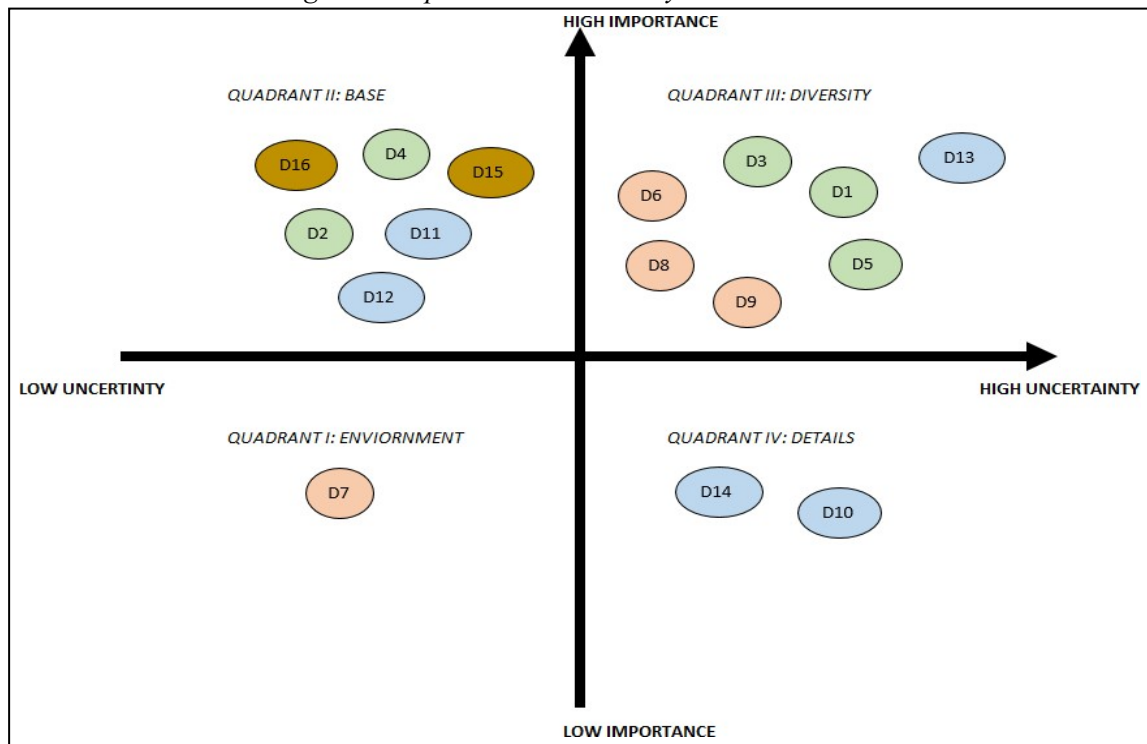
Forces	Tendencies			
	T1	T2	T3	T4
Technology	D4	D5	D1 D2	D3
Social		D8	D6 D7	D9
Economical	D11	D13	D10	D12 D14
Political	D15		D16	

Source: The Author.

For the construction of the scenarios, two methods were used: the Schwartz Axes and the Structural Analysis. According to the results obtained from the application of the Delphi Method, the 16 validated drivers were distributed among the four quadrants according to their level of importance and uncertainty (we consider 80% of consensus, meaning that five experts must have the same responses) as represented in Figure 2.

As the present study is exploratory, the next step was to apply the Structural Analysis Method to drivers located in Quadrant III (Diversity). The following criteria were chosen to assess the dependency relationships between drivers: 4 when the relationship was highly dependent, 2 when the relationship was moderately dependent, 1 when the relationship was lowly dependent and zero for non-dependent relationships. Hence, the Structural Analysis was constructed with the 7 drivers of quadrant 3, as detailed in Table 3.

Figure 2. Importance-Uncertainty Axes.



Source: The Author.

Table 3. Structural Analysis for quadrant III-drivers.

	D1	D3	D5	D6	D8	D9	D13	Influence
D1		0	4	4	1	1	0	10
D3	0		1	2	0	1	1	5
D5	1	1		0	2	2	4	10
D6	4	4	1		0	0	0	9
D8	4	2	2	4		1	4	17
D9	2	2	1	2	0		2	9
D13	2	2	4	0	2	2		12
Dependence	13	11	13	12	5	7	11	72

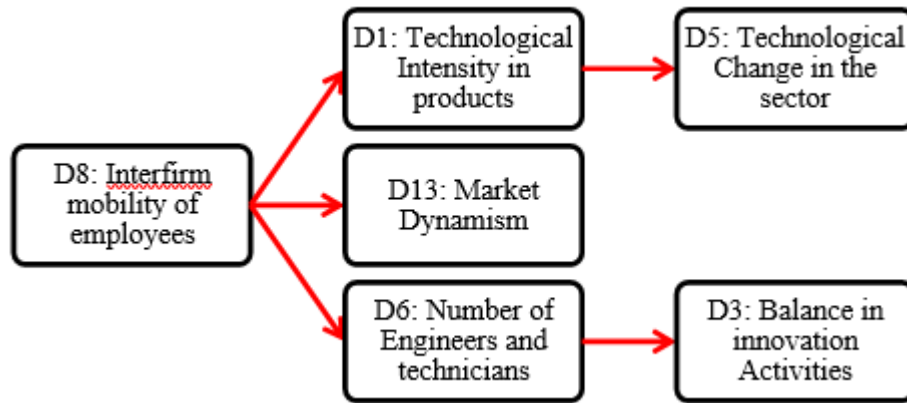
Source: The Author.

The relationships of the Structural Analysis Matrix determined the existence of three axes of uncertainty, which are drivers strongly linked to each other. These axes can be described as follow:

- Technological innovation axis: composed by drives D8, D1 and D5. Transitioning to technological innovation will permit Peruvian firms to manufacture high value-technological added products and catch-up with more complex technologies and reap a global technological spillover from more advanced countries.
- Dynamism market axis: composed by drives D8 and D13. A Peruvian market characterized by its dynamism may allow Peruvian manufacturing firm to maintain innovative against technological changes and new competitor's entries. This

innovativeness would be related with an increase in new products introductions and number of patents.

Figure 3. Axes of uncertainty.



Source: The Author.

- Skilled people in R&D axis: composed by drives D8, D6 and D3. The level of human resources provides the intellectual skills needed for technology development. The possession of essential human resources is important for the internal development of key technologies within developing countries.

After the characterization of the axes of uncertainty, a morphological box of combinations was established (see Table 4). Moreover, using dichotomous criteria, we generated eight total scenarios (2³=8). However, scenarios No. 2, 3, 4, 6 and 7 turned out to be not possible because inconsistent.

Table 4. Scenarios generated from the three axis of uncertainty.

Scenario	Technological innovation axis	Dynamism market axis	Skilled people in R&D axis	Analysis
1	+	+	+	Possible
2	+	+	-	Not possible
3	+	-	+	Not possible
4	+	-	-	Not possible
5	-	+	+	Possible
6	-	+	-	Not possible
7	-	-	+	Not possible
8	-	-	-	Possible

Source: The Author.

These tools highlight that scenario No. 1 is the ideal scenario as possible future. This scenario describes that a technological change occur in the Peruvian industry that arise firms to manufacture high value-technological added products. Products that are difficult to maintain profitable due to market dynamism that arises from this technological changes and new competitor entries. For that reason, the presence of skilled people in R&D and their inter-firm mobility (generating firm spillovers) engage firms to invest in both internal and external R&D in a balanced fashion.

5. Discussion and Conclusion

As far as we aware this is the first time that future of technology sourcing is investigated in the Peruvian Industry. This result has further strengthened our confidence in transitioning to technological innovation, in establishing a more dynamic market and in continuing investments in human capital in R&D. Transitioning to technological innovation will permit Peruvian firms to manufacture high value-technological added products and catch-up with more complex technologies. In addition, a Peruvian market characterized by its dynamism may allow Peruvian manufacturing firm to maintain innovative against technological changes and new competitor's entries. This innovativeness may be related with an increase in new products introductions and number of patents. Finally, Peruvian industry must consider that the future of science and engineering, and Peru's ability to contribute significantly to the solution of global problems, depends on human capital.

These considerations have several implications for the future of technology sourcing. First, if Peruvian manufacturing firms become organizational entities that are in line with the technological state of art, their technology sourcing strategy will be influenced. This is in good agreement with Blonigen and Taylor (2000, p. 68) who argue that firms in high-technology industries may have different sourcing strategies for survival and growth. This diversity of technology sourcing is defined as the extent to which firms decentralize in technology search from a variety of sources (Guo, Li, & Chen, 2016, p. 755). Second, if Peruvian market becomes more dynamic and less established, then technology-sourcing strategies will shift away from manufacturing process technology to more technological-base product technology. The current situation of Peruvian technology sourcing strategy is characterized by an excessively rely on external sourcing of machinery (78% percent of the sample firms in the 2015-innovation survey) with minimal attention on internal R&D (3%) and external R&D (2%) (Heredia-Pérez et al., 2018). Then, this procurement of process technology is explained by their focuses on cost and productivity factors in which their products are mainly low technology-intensive and further along in its life cycle. Peruvian industry is seemingly characterized by a dominant design in which product architecture does not significantly vary in futures product introductions (Abernathy & Utterback, 1978). Hence, a more dynamic market may allow Peruvian firms to achieve ambidexterity using both exploration and exploitation strategies to manufacture more technological products. Finally, as mentioned in (Calantone & Stanko, 2007; Cánez, Platts, & Probert, 2000; Cho & Yu, 2000; Haro et al., 2010; Stock & Tatikonda, 2004) industry's participants that has great value in training and high level of knowledge is unlikely to outsource innovation activities. For this reason, capacities in R&D and technical know-how are an important source of heterogeneity that results in competitive advantage (Mahoney & Pandian, 1992).

Our work clearly has some limitations. The most important limitation lies in the fact that respondents were only interviewed to validate the first drivers found in the environmental scanning method. Respondents can validate each step's outcomes across prospective study (Ortega San Martín, 2013). Further studies, which take technology sourcing into account, will need to be undertaken in other developing countries may broaden our understanding of the matter and show the variation of the axes of uncertainty.

To sum up, our work has stressed the importance of technological innovation, market dynamism and skilled people in R&D as relevant axes in the future of technology sourcing in the Peruvian industry until 2030. Creating strategies to pursuit those axis will allow Peruvian manufacturing firms to enrich their menu of technology sources and growth. The diversity of technology sources that Peruvian industry can explore, are the follow:

- Domestic technology transfer.
- Foreign technology transfer.

- Inter-industry R&D spillover.
- Intra-industry foreign direct investment (FDI) spillover.
- Inter-industry FDI spillover.
- Internal development.
- Technology purchasing.
- Technology outsourcing.
- Technology Licensing.
- Technological Joint Venture.
- Technological Alliance.
- Technology Cooperation.
- Merge and Acquisitions.

6. Acknowledgments

The corresponding author wish to thank Dr. Diego Mendoza, who gave me much valuable advice and warm welcome at Antonio Nariño University in Bogota, Colombia. We also thank Alejandro Pompa, Lisset Cangalaya, David Santos, Cesar Lengua, Roberto Deza and Antonio Angulo for their ongoing collaboration with the early stages of this work.

7. References

- Abernathy, W., & Utterback, J. (1978). Patterns of Industrial Innovation. *Technology Review*, 80(7).
- Berger, G. (1973). Social science and forecasting. In A. Cournand & M. Lévy (Eds.), *Current topics of contemporary thought*, v. 11. *Shaping the future: Gaston Berger and the concept of Prospective*. London, New York: Gordon and Breach Science Publishers.
- Blonigen, B., & Taylor, C. (2000). R&D intensity and acquisitions in high-technology industries: evidence from the US electronic and electrical equipment industries. *The Journal of Industrial Economics*, 48(1), 47–70.
- Cabrera, R., Corrales, C., Balarezo, B., & Almeyda, E. (2016). Ingeniería inversa para la adaptación tecnológica en una empresa manufacturera peruana, estudio de caso. In E. Bravo (Ed.), *Congreso Internacional de Gestión Tecnológica y de la Innovación COGESTEC*. Universidad Industrial de Santander.
- Calantone, R., & Stanko, M. (2007). Drivers of Outsourced Innovation: An Exploratory Study. *Journal of Product Innovation Management*, 24, 230–241.
- Cáñez, L., Platts, K., & Probert, D. (2000). Developing a framework for make-or-buy decisions. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(11), 1313–1330.
- Cho, D., & Yu, P. (2000). Influential factors in the choice of technology acquisition mode: an empirical analysis of small and medium size firms in the Korean telecommunication industry. *Technovation*, 20, 691–704.
- Ford, D. (1988). Develop your technology strategy. *Long Range Planning*, 21(5), 85–95.
- Godet, M. (2001). *Creating futures: Scenario planning as a strategic management tool* (1th ed.). London: Economica.
- Granstrand, O., Bohlin, E., Oskarsson, C., & Sjoberg, N. (1992). External technology acquisition in large multi-technology corporations. *R&D Management*, 22(2), 111–133.
- Guo, B., Li, Q., & Chen, X. (2016). Diversity of technology acquisition in technological catch-up: an industry-level analysis of Chinese manufacturing. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28(7), 755–767.
- Haro, C., Ortega, T., & Tamayo, I. (2010). Proactive orientation and its influence for technology acquisition. *Industrial Management & Data Systems*, 110(7), 953–970.
- Heredia-Pérez, J., Geldes, C., Kunc, M., & Flores, A. (2018). New approach to the innovation process in emerging economies: The manufacturing sector case in Chile and Peru. *Technovation*.
- Hines, A., & Bishop, P. J. (2006). *Thinking about the future: Guidelines for strategic foresight*. Washington, DC:

Social Technologies.

- Horton, A. (1999). A simple guide to successful foresight. *Foresight*, 1(1), 5–9. <https://doi.org/10.1108/14636689910802052>
- Jones, G., Lanctot, A., & Teege, H. (2001). Determinants and performance impacts of external technology acquisition. *Journal of Business Venturing*, 16(3), 255–283.
- Laursen, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131–150.
- Leiponen, A. (2005). Skills and innovation. *International Journal of Industrial Organization*, 23(5–6), 303–323.
- Mahoney, J., & Pandian, J. (1992). The resource-based view within the conversation of strategic management. *Strategic Management Journal*, 13(5), 363–380.
- Ortega San Martín, F. (2013). *Prospectiva empresarial: Manual de "corporate foresight" para América Latina* (1ª ed.). Colección Textos universitarios. Lima: Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- Peeters, T., & Martin, X. (2015). Strategies for knowledge use in R&D and their implications for innovative performance. *R&D Management*, 47(1), 47–60.
- Pisano, G. (1990). The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 153–176.
- Quintero, N. (2013). Escenarios futuros y el informe Tendencias Globales 2030: Mundos alternativos. *Revista Pizarrón Latinoamericano*, 4, 93–108.
- Stock, G., & Tatikonda, M. (2004). External technology integration in product and process development. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(7), 642–665.
- Tendencias mundiales hasta 2030: ¿puede la Unión Europea hacer frente a los retos que tiene por delante? (2016). Luxembourg: Publications Office.
- Tsai, K., & Wang, J. (2007). A longitudinal examination of performance of two ways on innovation in Taiwan: internal R&D investment and external technology acquisition. *International Journal of Technology Management*, 9(3/4), 235–247.

Proceso para la gestión del conocimiento en los grupos de investigación de instituciones de educación superior

Jaime León Tobón Vélez
Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ingenierías, Colombia
jaimetobon@itm.edu.co

Resumen

Gestionar el conocimiento en los grupos de investigación de las Instituciones de Educación Superior – IES, implica una serie de actividades que deben estar inmersas en las etapas del ciclo del conocimiento, el objetivo es definir un proceso para establecer una dinámica colaborativa hacia la generación de resultados de investigación y transferencia tecnológica, fundamentadas en los conceptos y modelos de gestión del conocimiento, herramientas colaborativas, transferencia de conocimiento y aprendizaje organizacional; teniendo como referencia: la planeación estratégica y los objetivos organizacionales, la caracterización de los procesos, las fuentes de información, las políticas y la información estratégica de cada uno de los grupos de investigación. Se establecen estrategias para identificar y potencializar el conocimiento tácito, como son las habilidades, destrezas, conocimientos, competencias que tienen los investigadores con el fin de exteriorizarlas y socializar el conocimiento que se encuentra en cada uno de ellos y que requiere ser amplificado y convertido en conocimiento explícito. Como resultado, el proceso permite identificar, valorar, crear, capturar, compartir y usar el conocimiento de los grupos de investigación, y que ese conocimiento este alienado y en correspondencia con los objetivos estratégicos de la IES, a través del aprendizaje organizacional, orientados a la creación y desarrollo de generadores de valor basados en el conocimiento e incrementar así el capital intelectual de la organización, y que ese conocimiento permita realizar transferencia tecnológica, desde el diseño, el desarrollo, la producción y la comercialización de productos y servicios que provengan de resultados de investigación, para contribuir a la transferencia de hallazgos científicos y tecnológicos hacia el sector productivo y la sociedad.

Palabras clave

Gestión del conocimiento, aprendizaje organizacional, grupos de investigación, resultados de investigación, universidad.

1. Introducción

Las IES gestionan proyectos mediante sus procesos de investigación, de los cuales se obtienen una gran variedad de resultados, cuya transformación en productos y servicios, sujetos de producción y comercialización a través de la infraestructura institucional, se obstaculiza por diversos factores que dificultan la misión investigativa de fomentar la producción de conocimiento científico y tecnológico con criterios de pertinencia, calidad e innovación que procuren su máximo impacto y apropiación social.

En los procesos de investigación se empieza a evidenciar con mayor frecuencia el desarrollo de nuevo conocimiento que puede ser materializado en nuevos productos o servicios que pueden ser de interés de algunas comunidades, del sector público y privado, o de entidades sin ánimo de lucro, o aportar a satisfacer las necesidades que desde el conocimiento la sociedad

demande. Por otro lado, los investigadores en algunos casos no tienen habilidades comerciales para concebir las posibilidades productivas de los resultados de su trabajo, y pocas veces cuentan con los vínculos o relaciones en la esfera empresarial para convertir una iniciativa en un proyecto o en una realidad empresarial. Se hace necesario generar mecanismos para potenciar y gestionar el conocimiento generado por la academia y los grupos de investigación, que incentive el desarrollo de nuevos productos y servicios, nuevos negocios entre estudiantes, investigadores, empresarios y el sector público. Cuya misión sea el desarrollo de productos y servicios a través de la gestión y transferencia tecnológica con participación de universidad, estado y empresa, que, de manera mancomunada, transformen los proyectos de investigación en procesos de desarrollo económico para la región y el país.

Para ello es necesario intervenir el proceso desde la base, debido a que uno de los inconvenientes que puede darse es que no se está dando la suficiente importancia en tener el conocimiento tácito de manera explícita, con el fin de que toda la organización conozca acerca de los temas llevados a cabo, además, se hace indispensable utilizar metodologías para obtener este conocimiento y que se vuelva tangible. Por lo tanto, el foco de estudio es el sistema de investigación en su conjunto al interior de una IES con el fin de buscar mecanismos en la gestión institucional que permita una completa integración y formalización de procesos para la gestión y transferencia de conocimiento.

2. Metodología

Se analizaron datos y características del objeto de estudio, con instrumentos que permitieron conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas involucradas en la gestión investigativa. No solo se limitó a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre las diferentes variables. Se identificaron los conocimientos generados en los procesos de investigación para su posterior aplicación, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad y/o sector empresarial.

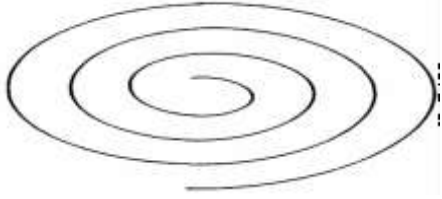
Para el desarrollo de la investigación se estimó la utilización del método analítico, ya que tiene en cuenta todo el sistema de investigación y cada uno de sus componentes, y especialmente con la filosofía y estrategia de la IES, para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como las relaciones entre sí y con el todo, para este proyecto se llevaron a cabo las siguientes actividades: estado del arte, identificar procesos de gestión del conocimiento, análisis y calificación de la información, entrevista a grupos de investigación, consulta en archivos físicos, consulta de CvLac y Gruplac en la plataforma Colciencias, tabulación de información, estructuración de la información, diseño del proceso, inventario de conocimiento y análisis de resultados.

3. Desarrollo

El proceso modelado en el gráfico 2 para gestionar el conocimiento en los grupos de investigación, está inmerso en tres componentes: ciclo del conocimiento, aprendizaje organizacional y el espiral de conocimiento. Cada actividad está enmarcada en una etapa del ciclo del conocimiento y en una etapa del aprendizaje organizacional, cuando se ejecutan todas las actividades del proceso, se avanza un peldaño en el espiral del conocimiento, es decir, que ejecutar de nuevo el proceso implica un avance en el espiral, el gráfico 1 esquematiza

estos componentes y es la base para el diseño del proceso de gestión del conocimiento, modelado en el gráfico 2.

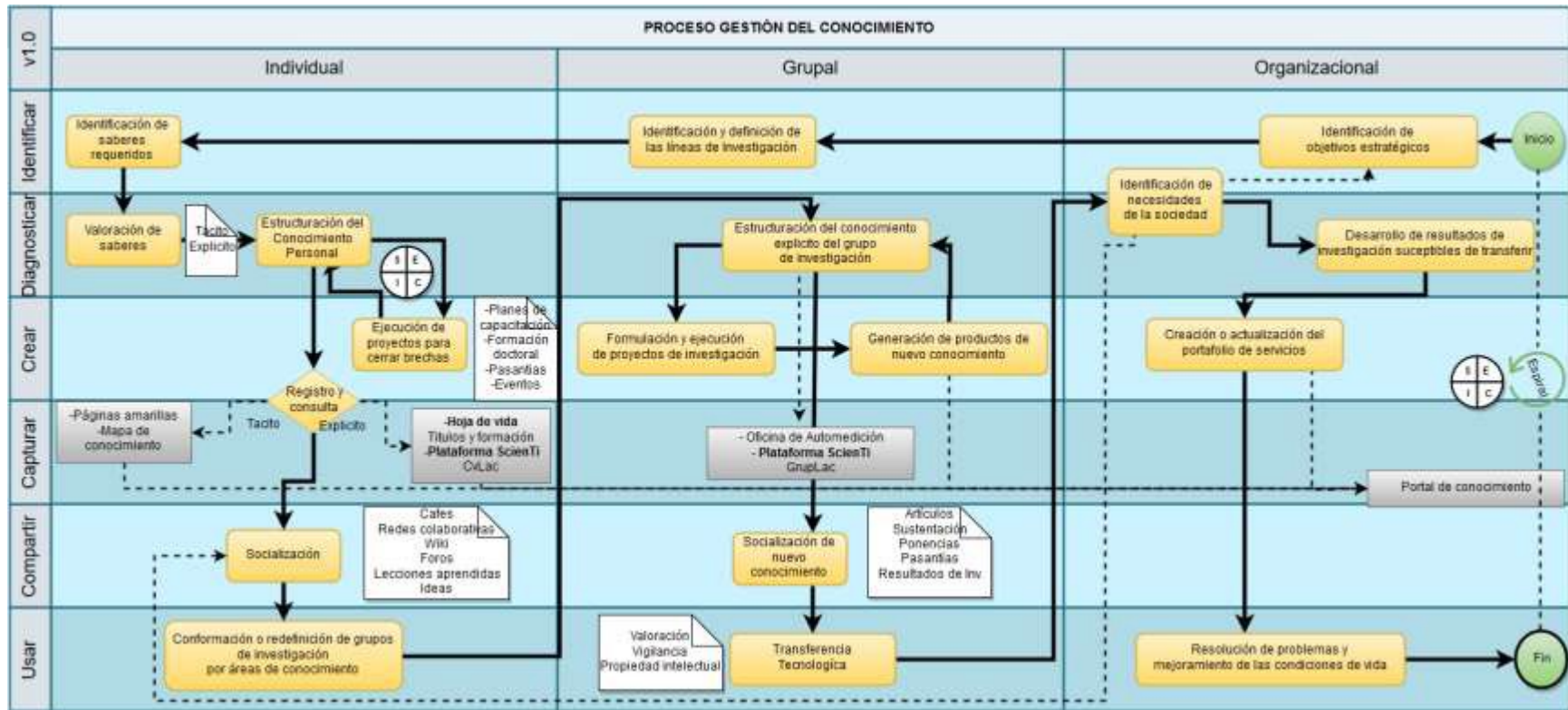
Gráfico 1. Esquema del proceso

Ciclo del conocimiento Aprendizaje organizacional	Individual	Grupal	Organizacional
	Identificar Diagnosticar Crear Capturar Compartir Usar	Actividades 	

Fuente: Elaboración propia

Con el diseño e implementación del proceso, el cual se modela en el gráfico 2, se pretende establecer un mecanismo de gestión del conocimiento para el apoyo a los grupos de investigación, el cual inicia por el conocimiento de cada investigador (individual) y culmina con la transferencia de conocimiento a la sociedad (organizacional).

Gráfico 2. Proceso para la gestión del conocimiento



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se dará una breve introducción de los elementos generales del proceso para la gestión del conocimiento que se modela en el Gráfico 2.

En primera instancia con las actividades Identificación de objetivos estratégicos, Identificación y definición de las líneas de investigación y Identificación de saberes requeridos, se pretende identificar los conocimientos requeridos en la organización, estos insumos o activos organizacionales son el primer componente a tener en cuenta para la ejecución del proceso. Con base en los conocimientos requeridos, se realiza el diagnóstico del conocimiento de cada investigador a través de la actividad Valoración de saberes, tanto del conocimiento explícito, cómo del conocimiento tácito y se clasifica y organiza en la actividad Estructuración del Conocimiento Personal. Se analiza el conocimiento obtenido de cada investigador y el conocimiento requerido para proceder a emprender proyectos o tácticas, actividad Ejecución de proyectos para cerrar brechas de conocimiento, con el fin de cerrar las brechas de conocimiento, estas tácticas se realizan con el modelo SECI (Socialización, Externalización, Combinación e Interiorización), tácticas en cada cuadrante. De acuerdo a la efectividad de los resultados, se inicia de nuevo el proceso, y continúa de manera cíclica (espiral de conocimiento), ya que el conocimiento requerido es susceptible de cambio de acuerdo a las nuevas dinámicas sociales y productivas.

Por medio de la actividad Registro y consulta, el conocimiento se registra en diferentes herramientas tecnológicas como: páginas amarillas, plataforma ScienTI de Colciencias, Mapas de Conocimiento, Portal de Conocimiento, entre otras.

La entrada para la actividad Socialización es el conocimiento de los investigadores, los cuales deberán contar con espacios y herramientas para la Socialización, como: Cafés de conocimiento, redes colaborativas, wiki, foros, lecciones aprendidas, entre otros. Esto con el fin que como producto de esa socialización se formulen ideas, conceptos, grupos de interés, y demás que permitan materializar el conocimiento de forma explícita.

En las actividades Conformación o redefinición de grupos de investigación por área de conocimiento, Estructuración del conocimiento explícito del grupo de investigación, Formulación y ejecución de proyectos de investigación, Productos de nuevo conocimiento y Socialización de nuevo conocimiento, se pretende articular a los investigadores para generar nuevo conocimiento, se proponen los proyectos de investigación como mecanismo para llevar una idea hasta la implementación y posterior aplicación en el entorno. Para esto, se usan diferentes estrategias que permitan combinar el conocimiento interno de los investigadores y grupos de investigación con comunidades académicas externas.

Finalmente, se propone en la actividad Transferencia tecnológica, que la Institución implemente estrategias para la vigilancia tecnológica, propiedad intelectual, valoración de conocimiento, entre otras, pero sobre todo que cuente con las herramientas para identificar el nuevo conocimiento generado por la institución y tenga la capacidad de transferirlo y aplicarlo en la sociedad, que haya una apropiación social del conocimiento, que ubique a la IES como una entidad que genera innovación en el ámbito social y productivo, que dé respuesta a las necesidades del entorno, como se describe en la actividad Identificación de necesidades de la sociedad y Desarrollo de resultados de investigación susceptibles de transferir.

Actividades del proceso:

Actividad 1. Identificación de objetivos estratégicos

En esta actividad relacionada en el gráfico 2 y esquematizada en el gráfico 3, se pretende identificar cuáles son los objetivos estratégicos y las áreas de conocimiento a las que le apunta la IES, las cuales deben estar inmersas en la estrategia organizacional. El proceso de Gestión

del Conocimiento debe estar en sintonía con la estrategia y los objetivos institucionales. Teniendo claros cuáles son los conocimientos o saberes requeridos se empieza a desarrollar las demás actividades, siempre teniendo como punto de referencia la estrategia organizacional.

Gráfico 3. Objetivos estratégicos



Fuente: Elaboración propia

Para identificar la razón de ser de la organización y cuál es su propósito, con el fin de establecer cuáles son los objetivos organizacionales y cuales áreas de conocimiento se deben tener como referencia para desarrollar la misión organizacional, se identifica la siguiente información: principios, valores, misión, visión, objetivos, estrategia y ejes temáticos.

Actividad 2. Identificación y definición de las líneas de investigación

Con base en los objetivos estratégicos identificados en la actividad 1 (Identificación de objetivos estratégicos), se direccionan las líneas de investigación sobre las cuales los grupos de investigación desarrollarán las actividades investigativas. El objetivo es que el desarrollo de la investigación institucional no se realice con base en intereses personales o de grupos específicos, sino con base en los fines organizacionales sobre los cuales se desea posicionar y diferenciar la Institución, a su vez, estos fines organizacionales surgen de las fortalezas internas y de las necesidades del entorno social y productivo. Las líneas de investigación deben definirse y articularse de manera concreta por áreas de conocimiento y una vez definidas, queda establecido sobre cuáles conocimientos se debe hacer gestión del conocimiento.

Actividad 3. Identificación de saberes requeridos.

Una vez identificado la estrategia organizacional, misión, visión, programas, proyectos, ejes temáticos y líneas de investigación, se identifica cuáles son los conocimientos requeridos para lograrlo, para lo cual, se organiza de manera estructurada el camino a seguir a través de planes de desarrollo, planes de acción y planes formación.

Actividad 4. Valoración de saberes

Esta actividad tiene como fin diagnosticar y valorar el conocimiento existente tanto tácito como explícito en cada uno de los actores involucrados. Identificado el conocimiento existente y el conocimiento requerido, se deben emprender proyectos de formación y capacitación para cerrar las brechas de conocimiento.

Conocimiento explícito: El conocimiento explícito debe quedar documentado en artículos de investigación, libros y capítulos de libros, resultados de investigación, productos de formación de recurso humano, ponencias, productos I+D+I, entre otros. Para tener el control de dicha información es necesario que cada investigador registre de manera constante

en la Plataforma ScienTI de Colciencias y puntualmente en la herramienta CvLac la producción académica derivada de su actividad investigativa. Dicho registro de manera oportuna permite a la Institución tener identificado el conocimiento explícito de cada investigador. A través de la plataforma ScienTI se puede identificar el conocimiento explícito de cada investigador, por tal motivo, es conveniente crear una cultura en la Institución para que los investigadores registren de manera oportuna y organizada su producción académica.

Conocimiento Tácito: Debido a que el conocimiento tácito es personal e individual, almacenado en la mente, no formalizado, ni sistematizado, ni estructurado, difícil de expresar y comunicar formalmente a otros, es necesario utilizar instrumentos y herramientas para identificar dicho conocimiento y posteriormente tratar de hacerlo explícito. Se propone utilizar el instrumento Página de Conocimiento Personal de la gráfica 4.

Gráfico 4. Instrumento página de Conocimiento Personal

PÁGINA DE CONOCIMIENTO PERSONAL				
1. Nombre:				
2. Cargo:				
3. Medios de contacto:				
4. Profesión:				
5. Conocimiento relacionado con el trabajo:				
a. Medular				
DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	REQUERIDO	DISPONIBLE	BRECHA	ACCIÓN
Conocimiento 1				
Conocimiento 2				
Conocimiento 3				
Conocimiento 4				
Conocimiento ...				
b. Gerencial				
c. Organizacional				
d. Relacional				
e. TICs				
f. Idiomas				
g. Descripción del trabajo y/o descripción de lo que usualmente ha trabajado				
h. Cualificaciones profesionales relevantes.				
i. Principales áreas de interés				
6. Temas de experto				
7. Experiencia				
a. Proyectos presentes				
b. Proyectos futuros				
c. Proyectos destacados que haya realizado				
8. Conocimientos no relacionado con el trabajo				
a. Hobbies				
b. Otros				
9. Educación formal, informal y autoaprendizaje				
10. Redes Sociales - Comunidades de práctica u otras redes de conocimiento				
11. Publicaciones y reconocimientos				

Fuente: Elaboración propia

Actividad 5. Estructuración de conocimiento personal

Con base en la actividad 4 (Valoración de saberes), se clasifica y organiza el conocimiento explícito y tácito, por medio de herramientas tecnológicas que permitan publicar y que esté al alcance de todo el personal de la organización el conocimiento que tiene cada investigador.

El conocimiento actual de cada investigador se contrasta con la información de las actividades 1 (Identificación de objetivos estratégicos) y 3 (Identificación de saberes requeridos), con el fin de saber cuáles son las brechas de conocimiento de cada investigador y sobre las cuales se deben emprender acciones de mejoramiento para cerrarlas.

Actividad 6. Ejecución de proyectos para cerrar brechas de conocimiento

Con base en el diagnóstico que evidencia el conocimiento actual y teniendo como referencia las expectativas y el conocimiento requerido en la organización, se emprenderán en el marco del modelo SECI proyectos que busquen cualificar a los investigadores y cerrar las brechas de conocimiento. Se proponen los siguientes proyectos:

- Planes de capacitación
- Jornadas de socialización de saberes
- Formación doctoral
- Pasantías
- Movilidad nacional e internacional
- Participación en congresos, seminarios, entre otros.
- Trabajo colaborativo
- Lecciones aprendidas
- Jóvenes investigadores
- Relevos generacional
- Formación de posgrado
- Semilleros de investigación
- Formación de pregrado

Actividad 7. Registro y consulta

Con la información capturada en la actividad 5 (Estructuración de conocimiento personal), se registra el conocimiento tácito en herramientas web para la gestión del conocimiento, en las Páginas Amarillas se publica el conocimiento de cada investigador y en los Mapas esquematizados, el conocimiento que tiene la IES disponible para toda la comunidad académica y para la sociedad en general. El conocimiento explícito se registra en el expediente de cada investigador en las respectivas dependencias de la IES, además en el aplicativo CvLac de la plataforma ScienTi de Colciencias.

Actividad 8. Socialización

Con el objetivo de exteriorizar y compartir el conocimiento adquirido, esta actividad pretende que los diferentes actores compartan información, conocimiento, experiencias, buenas prácticas, entre otros, y puedan establecerse sinergias y buscar alternativas para el trabajo colaborativo.

El objetivo es que con las herramientas colaborativas puedan intercambiar conocimiento e información y, tal vez lo más importante, producir nuevo conocimiento de forma conjunta entre varias personas, para lo cual cada investigador debe entender su utilidad y comprender el significado de la colaboración. Se proponen las siguientes herramientas para

esta actividad:

- Sistemas de Gestión de Contenidos (CMS)
- Comunidades de conocimiento
- Wiki
- Video conferencias
- Redes académicas
- Sistema de Biblioteca física y digital
- Comunicaciones
- Foros
- Cafés de conocimiento
- Jornadas de investigación (Workshop)
- Encuentros de investigadores
- Seminarios y talleres de investigación

Existen diferentes tipos de herramientas colaborativas como los blogs, wiki, redes sociales, entre otras, que pueden ser muy adecuadas y su aplicación en la gestión del conocimiento en IES es muy versátil, ya que, en este tipo de organizaciones, su uso como herramientas de socialización y su manejo cotidiano las ha popularizado, convirtiéndose en un recurso económico y accesible a toda la comunidad universitaria. Como resultado de la socialización se pueden crear y justificar conceptos, que estén articulados y enmarcados en la estrategia organizacional o incluso que puedan reorientar dicha estrategia. Dichos conceptos pueden eventualmente hacer parte de los Saberes Requeridos por la Institución.

Actividad 9. Conformación o redefinición de grupos de investigación por área de conocimiento

La actividad 8 (Socialización) debe dar como resultados la integración de los investigadores en grupos de investigación, que de manera mancomunada y a través de las líneas de investigación, propendan por la identificación, creación, desarrollo y transferencia de nuevo conocimiento que contribuya a alcanzar los objetivos organizacionales, y por ende a la transformación social y productiva. La mejor manera de obtener productos de nuevo conocimiento es a través de los resultados de los proyectos de investigación. Por ello, es indispensable contar con un proceso que permita gestionar de manera adecuada las ideas de investigación, los proyectos y finalmente los resultados de investigación.

Actividad 10. Estructuración del conocimiento explícito del grupo de investigación

Para la estructuración del conocimiento explícito del grupo de investigación y especialmente de los productos de I+D+I se tendrá como referencia la tipología de productos establecida por Colciencias en el Modelo de Medición de Grupos de Investigación, y para el registro de los resultados de investigación, se utilizarán los aplicativos que proporciona la Plataforma ScienTi de Colciencias.

Actividad 11. Formulación y ejecución de proyectos de investigación

Con el fin de establecer mecanismos para la generación de nuevo conocimiento, se define un procedimiento para la formulación y ejecución de proyectos de investigación, que contenga las etapas como: financiación para el desarrollo de proyectos de investigación, promoción de convocatoria y aprobación de proyectos de investigación, identificación de proyectos sin financiación (Banco de proyectos), desarrollo, finalización, evaluación y

resultados de investigación.

Actividad 12. Socialización de nuevo conocimiento

Una vez obtenidos los resultados de investigación, estos deberán ser socializados a la comunidad académica y a la sociedad, de acuerdo con el tipo de producto: generación de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, apropiación social del conocimiento o formación de recurso humano. Se procede con la sustentación de resultados de investigación a la comunidad académica, la publicación de artículos y la realización de ponencias en diferentes eventos académicos, además, de buscar la articulación con la actividad 13 (Transferencia tecnológica).

Actividad 13. Transferencia tecnológica

El objetivo es generar mecanismos para la protección de los resultados de investigación, la transferencia y apropiación del conocimiento en el sector social y productivo. Además, de identificar y suplir las necesidades que demande la sociedad y la industria a través de los procesos de investigación e innovación, contribuyendo así a mejorar las condiciones de vida y al desarrollo de la región. En la actividad de Transferencia Tecnológica se debe realizar las siguientes actividades:

- Identificar las necesidades del medio y fomentar proyectos I+D.
- Identificar los resultados de investigación susceptibles de transferir a la sociedad.
- Gestionar convenios de investigación.
- Fomentar los servicios de consultoría.
- Gestionar la propiedad intelectual de los resultados de investigación.
- Fomentar la creación de empresas de Spin Off.
- Gestionar fuentes de financiación para la formulación y ejecución de proyectos de investigación e innovación.
- Valorar los resultados de investigación y productos de innovación.
- Vigilancia Tecnológica.
- Implementar procesos que permitan la adecuada transferencia tecnológica y la obtención de beneficios a partir de los resultados de investigación.
- Comercializar los resultados de investigación y productos de innovación.

Con los resultados de investigación se procede a valorar cuales son susceptibles de transferir. Además, crear un inventario y grado de comercialización de los productos o servicios potencialmente comercializables de los grupos de investigación

Con la utilización del instrumento explicado en el Gráfico 5, se pretende identificar los siguientes aspectos:

- La primera etapa es identificar cómo comparten el conocimiento tácito, el cual corresponde a la socialización de conocimiento que se encuentra en cada uno de los miembros del grupo y que requiere ser amplificado.
- La segunda etapa se pretende identificar como los grupos crean conceptos, en la cual el conocimiento tácito ha sido convertido en un nuevo concepto explícito, proceso similar a la exteriorización.
- El concepto creado debe ser justificado, determinando si en verdad vale la pena desarrollar el nuevo concepto. Una vez aceptado el concepto se convierten en arquetipos que pueden adoptar la forma de prototipo si es un producto físico (hard), o de un mecanismo operacional si se trata de una innovación abstracta (soft), como un valor

corporativo, un nuevo sistema administrativo o una nueva estructura organizacional innovadora.

- La última etapa es saber cómo distribuyen el conocimiento, el cual puede ser en una misma facultad, entre personas de otros grupos de investigación, entre grupos de interés, empresas, sector público o comunidad en general.

Gráfico 5. Modelo de Cinco Fases del Proceso de Creación de Conocimiento Organizacional

INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN						
Estudio de los actuales y posibles productos y/o servicios potencialmente comercializables por el grupo de investigación provenientes de las actividades de docencia e investigación						
Grupo de Investigación:						
Líder del grupo de Investigación:						
Identifique aquellos productos y/o servicios que hoy comercializa o que son potencialmente comercializables en su grupo de investigación, y el público al que considera es, o debe ser dirigido:						
Fase de Creación de Conocimiento	¿Qué producto o Servicio ha desarrollado en esta fase de creación de conocimiento?	No comercial	Comercia lizado	Es Comercia lizable	¿Cuál es el mercado al que va dirigido, o debe dirigirse?	¿Cuál es el soporte o respaldo del Producto o servicio en el grupo?
Compartir el conocimiento tácito						
Crear Conceptos						
Justificar los conceptos						
Construir un arquetipo						
Distribuir el conocimiento						

Fuente: Basado en el Modelo de Cinco Fases del Proceso de Creación de Conocimiento Organizacional (Nonaka y Takeuchi).

Actividad 14. Identificación de necesidades de la sociedad

La filosofía organizacional y los objetivos estratégicos de una universidad deben apuntar a solucionar las necesidades de la sociedad desde el conocimiento, y mucho más teniendo como referencia el literal b, del artículo 6 de la Ley 30 de 1992, el cual expresa que uno de los objetivos de la Educación Superior es “Trabajar por la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento en todas sus formas y expresiones y, promover su utilización en todos los campos para solucionar las necesidades del país”. Por tal motivo, es conveniente que

las IES implementen mecanismos para identificar las necesidades de la sociedad y cómo estas pueden ser cubiertas desde las fortalezas y capacidades organizacionales.

Para la presente actividad se recomienda utilizar una herramienta web y que, bajo el concepto de crowdsourcing, cualquier actor del sector social o productivo pueda publicar sus problemas y necesidades, y estas puedan ser resueltas desde los procesos internos de investigación y desarrollo o por cualquier actor externo. Se debe contar con un mecanismo abierto de comunicación y colaboración donde los recursos y las capacidades científicas y tecnológicas estén al servicio del mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, mediante el uso de metodologías participativas, que busquen:

- Canalizar ideas
- Analizar la línea de intervención pertinente
- Identificar equipos de trabajo y posibles aliados
- Desarrollar técnicas de creatividad en grupo y solución de problemas para una formulación inicial
- Planear actividades y recursos
- Formular proyectos de co-creación
- Proponer alternativas de implementación y sostenibilidad
- Articular soluciones con redes de conocimiento
- Realizar dinámicas de orientación y seguimiento a las iniciativas
- Vigilar el entorno tecnológico y asesorar la toma de inteligente de decisiones
- Buscar fuentes de financiación de los proyectos.

De acuerdo con el modelo de conversión del conocimiento SECI, se proponen varias estrategias de crowdsourcing esquematizadas en el Gráfico 6 que se podrían implementar para resolver las necesidades que se tengan en algunos de los procesos de conversión del conocimiento.

Gráfico 6. Propuesta Crowdsourcing





T: Tácito - E: Explícito

Fuente: Elaboración propia

Los insumos de entrada a este modelo son las necesidades y problemas que demanda la sociedad y el sector productivo. En T-T los expertos comparten ideas, conocimientos, intuiciones, lógicas, modelos abstractos, pensamientos. Es en este cuadrante a donde se lanzan las necesidades para encontrar soluciones, por medio de herramientas para crowdsourcing. Fruto de esta socialización surgen conceptos, propuestas, soluciones explícitas, esto se da en T-E, lo tácito se estructura de manera sistémica, se documenta, pasa a ser explícito. En E-E se combina explícito con explícito, se contrastan con otras soluciones existentes o incluso con los requisitos explícitos que se requieren de la solución. Por último, en E-T se interioriza el conocimiento resultante, dando pie a convertirlo en tácito e iniciar un nuevo ciclo de conversión del conocimiento.

Actividad 15. Desarrollo de resultados de investigación susceptibles de transferir

Con el fin de identificar los resultados de investigación susceptibles de transferir, se recomienda elaborar un inventario de proyectos de investigación, el cual contenga los siguientes campos: grupo, líneas de investigación, ID del proyecto, nombre del proyecto, objetivo, descripción, tipo de proyecto, estado, investigadores, duración, fecha de inicio, fecha de finalización, compromisos y/o producción científica, impactos (social, científico, tecnológico, económico, productivo o ambiental) y valor total del proyecto.

Actividad 16. Creación o actualización de portafolio de servicios

El portafolio de servicios se presentará por cada grupo de investigación y deberá tener: nombre del grupo, líneas de investigación, objetivos del grupo, capacidades del grupo, grupos pares, oferta de servicios, principales logros y relación con la empresa y contacto.

Actividad 17. Resolución de problemas o mejoramiento de las condiciones de vida

Esta actividad en sí misma es el resultado deseado de la implementación de un proceso de gestión del conocimiento que ayude a la consecución de la visión y de los objetivos de la

institución. Como resultado, se concluye que la gestión del conocimiento debe ser una característica intrínseca de la IES, ya que la obtención, aplicación y distribución del conocimiento son la razón de ser de dichas instituciones y deben permear sus funciones sustantivas: docencia, investigación y extensión. Para la gestión del conocimiento es importante buscar estrategias para identificar y potencializar en los docentes, investigadores y estudiantes, el conocimiento tácito, esas habilidades, destrezas, conocimientos, competencias, que tienen las personas pero que muchas veces no se exterioriza, buscar estrategias de socialización de conocimiento que se encuentra en cada uno de los miembros del grupo y que requiere ser amplificado y convertirlo en conocimiento explícito. El conocimiento es una fuente de riqueza y debe ser el reflejo de calidad de una IES, por eso la importancia de contar con procesos idóneos para su gestión y para el impacto positivo en la sociedad.

- Portal de conocimiento

Finalmente, en esta etapa, la implementación de un sitio Web de investigación permite a la comunidad académica de la IES y a la sociedad en general, identificar, valorar, crear, capturar, compartir y usar el conocimiento, conocer los procesos, resultados y productos o servicios desde los procesos de investigación potencialmente transferibles a la sociedad y a la industria.

En este espacio la información concerniente al sistema de investigación, debe estar centralizada y está dispuesta de forma clara y lógica para la comunidad en general. Se busca que este sistema pueda ser una base fundamental para conocer e interactuar en los procesos de gestión del conocimiento y que los resultados de investigación pueden impactar la sociedad, que se convierta en un espacio donde los grupos de investigación den a conocer sus trabajos, proyectos, publicaciones, portafolio de servicios, entre otros.

El portal del conocimiento debe permitir al sistema de investigación manipular la información de una manera intuitiva y amigable, y así dar la posibilidad a la sociedad de conocer la información del conocimiento generado desde los procesos de investigación. Se sugiere implementar un sistema de administración de contenidos que contenga los siguientes componentes:

- Páginas amarillas
- Mapa de conocimiento
- Sistema de comunicación interna investigadores y estudiantes
- Productos y servicios de los grupos de investigación
- Galería de imágenes y videos
- Encuestas
- Gestor de documentos
- Administrador de usuarios (exclusividad de información)

4. Resultados

En la IES donde se aplicó el proceso se evidencia que cuenta con un sistema de investigación bien estructurado y alineado con la estrategia organizacional, se encuentran definidas las políticas para los grupos de investigación, las líneas de investigación, los laboratorios, los medios de divulgación, entre otros. Se han gestado una cantidad importante de proyectos de investigación en las diferentes facultades, pero esos proyectos no son equivalentes

a los resultados y el impacto generado. Se evidencia la falta de transferencia de conocimiento, los resultados se quedan en artículos que, si bien generan impacto en producción académica para la institución, no generan impacto en la sociedad y en la industria. Los investigadores se limitan a entregar el producto resultado, pero no hay una estrategia para tomar ese resultado y convertirlo en un servicio o producto que pueda ser aplicado a la comunidad.

En los investigadores no se evidenciaron competencias para comercializar resultados de investigación, por lo que se implementó en el proceso la actividad denominada *Transferencia tecnológica*, cuyo objetivo es generar mecanismos para la gestión tecnológica, protección de los resultados de investigación, la transferencia y apropiación del conocimiento en el sector social y productivo, debido a que no todos los grupos están en capacidad de transferir conocimiento, ya que se encuentran en una etapa donde están definiendo conceptos y gestionando el conocimiento al interior del grupo.

Con el levantamiento del inventario de productos y/o servicios se encontraron grupos muy maduros que tienen larga trayectoria en la actividad investigativa y están en la capacidad de ofrecer a la comunidad servicios y/o productos que ya están bien estructurados y algunos han sido validados.

Finalmente, se generó un proceso integral que facilita la identificación, creación, uso y difusión del conocimiento, y estructurado de acuerdo con las etapas del ciclo del conocimiento: identificación, adquisición, creación, almacenamiento, distribución y uso del conocimiento.

5. Discusión y análisis

La implementación de un proceso como apoyo a la gestión del conocimiento implica la realización de una serie de actividades para cumplir con los objetivos organizacionales, y se hace por medio de la movilización, motivación, dirección de los diferentes elementos de una organización: estructura, recursos humanos, físicos, económicos, sociales, entre otros.

Uno de los inconvenientes que surgen en las IES y en general en cualquier organización, es poder tener un adecuado manejo de la información y el conocimiento, es necesario la identificación de la información, a qué proceso o dependencia le corresponde suministrarlo, qué sistema lo almacena, cómo evitar la duplicidad o información errónea. Aunque para este propósito existen diferentes sistemas de información, infraestructura y personal humano encargado del manejo, es indispensable contar con políticas, documentación, procesos, procedimientos que regulen el manejo de la información, pero sobre todo definir procesos y herramientas para poder gestionar el conocimiento, debido a que la información y el conocimiento son el capital más importante hoy en día de las organizaciones.

Las IES debe contar con los sistemas idóneos que garanticen la disponibilidad de los datos y la información, en cualquier lugar y momento, y organizar y poner en uso los recursos de información de la organización para permitir operar, aprender y adaptarse a los cambios del entorno. Partiendo de contar con una estructura organizacional que permita soportar y manejar adecuadamente la información, además de identificar las necesidades de información, las fuentes, su organización y almacenamiento, el desarrollo de productos y servicios, su distribución y uso, que es la base de la creación del conocimiento, los cuales son concebidos así por la capacidad humana de razonar, interpretar, saber, analizar y que son estratégicos para la toma de decisiones y consecución de los fines organizacionales.

6. Conclusiones

Con el presente trabajo se concluye que es necesario contar con los recursos y herramientas para identificar, valorar, crear, capturar, compartir y usar el conocimiento, y que ese conocimiento sea de toda la organización y no solo de una persona o pequeños grupos, por medio del aprendizaje organizacional, orientados a la creación y desarrollo de generadores de valor basados en el conocimiento e incrementar el capital intelectual de la organización.

El conocimiento requiere de comprensión y reflexión, asociándose generalmente con la forma o manera de llevar a cabo las actividades y procesos de la organización; el conocimiento es información transformada por medio del razonamiento, el conocimiento sólo puede existir en la mente de las personas, siendo el resultado de la experiencia humana. Por lo tanto, el conocimiento va ligado al talento humano, los cuales requieren de un proceso de formación y aprendizaje, ya que la forma que tienen los individuos y las organizaciones de apropiación del conocimiento se da por medio del aprendizaje, por lo que la capacidad de aumentar el conocimiento va a depender de la capacidad que tenga la persona o la organización de aprender y compartirlo.

La propuesta que se presenta en este trabajo es solo un paso, como trabajos futuros se puede investigar y estructurar modelos que permitan definir la adopción de nuevas prácticas, procedimientos, herramientas y principalmente una nueva manera de ver y desarrollar el objeto de las organizaciones, de transferir el conocimiento adquirido y compartido en la organización, hacia la sociedad.

7. Referencias

- Acevedo, M. (2005). Un análisis de la transferencia y apropiación del conocimiento en la investigación de universidades colombianas. *Investigación y Desarrollo. Vol. 13 N° 001. Barranquilla: Universidad del Norte.*
- Andersen, A. (1999). El management en el siglo XXI, herramientas para los desafíos empresariales de la próxima década. *Buenos Aires: Granica.*
- Angulo, E., & Negrón, M. (2008). Modelo Holístico para la Gestión del Conocimiento. *Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales*, 38-51.
- Castañeda, D. (2007). Validación de una escala de niveles de condiciones de aprendizaje organizacional. *Univ. Psychol. Vol. 6 N° 12*, 245-254.
- De Freitas, V., & Yáber, G. (2014). Modelo holístico de sistema de gestión del conocimiento para las instituciones de educación superior. *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 123-154.
- Flores, J. (2010). La Gestión del conocimiento y las herramientas colaborativas: una alternativa de aplicación en Instituciones de Educación Superior. *Revista de Investigación N° 71 Vol 34.*
- Galvis Lista, E., & Sánchez Torres, M. (2014). Revisión Sistemática de literatura sobre procesos de gestión de conocimiento. *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, 45-67.
- Gómez Vargas, M., & García Alsina, M. (2015). Factores influyentes de la gestión del conocimiento en el contexto de la investigación universitaria. *Información, cultura y sociedad*, 29-46.
- González, J., & Rodríguez, M. (2013). Gestión del Conocimiento y Capital Intelectual, a través de modelos universitarios. *Revista Económicas CUC, Vol. 34, No. 1.*, 88-116.
- Hernández Luque, E., Ciudad Ricardo, F., & Yordanys, P. (2015). Sistema de actividades de formación para la aplicación de la gestión del conocimiento en el Centro de Innovación y Calidad de la Educación. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 128-137.
- Hurtado, J. (2010). Líneas de investigación y gerencia del conocimiento: premisas de la cultura de la investigación. *Revista Trilogía*, 83-91.
- Nonaka, I. (2007). La empresa creadora de conocimiento. *Harvard Business School Publishing, Universidad de Harvard.*
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento: Cómo las compañías Japonesas*

- cran la dinámica de la innovación*. Oxford University Press.
- Rodríguez Castellanos, A., Araujo, A., & Urrutia, J. (2001). La gestión del conocimiento científico en la universidad: un caso y un proyecto. *Cuadernos de Gestión Vol. 1. N. 1*, 13-29.
- Rodríguez, D. (2006). Modelo para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica. *Educar* 37, 25- 39.
- Rodríguez, M. (2013). Caracterización y medición del nivel de gestión del conocimiento en los grupos de investigación de las universidades públicas y privadas del Departamento de Boyacá, Colombia. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración, Volumen IX, número 17*, 86-105.
- Tiwana, A. (2002). The 10-Step Knowledge Management Road Map. *Pearson Education*.
- Valhondo, D. (2010). *Gestión del conocimiento. Del mito a la realidad*. Madrid: Ediciones Díaz Santo.

Procesos e instrumentos facilitadores de la gestión del conocimiento en el marco de las alianzas tecnológicas: un enfoque desde las Instituciones de Educación Superior

Silvia Lizet Quiroz Ramírez
Universidad Industrial de Santander, Colombia
silvia.quiroz@correo.uis.edu.co

Piedad Arenas Diaz
Universidad Industrial de Santander
Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Colombia
parenasd@uis.edu.co

Luis Eduardo Becerra Ardila
Universidad Industrial de Santander
Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Colombia
lbecerra@uis.edu.co

Resumen

Las alianzas tecnológicas para la investigación son estrategias de innovación abierta que posibilitan el flujo de conocimiento entre socios estratégicos permitiendo el desarrollo de tecnología y creando ventajas competitivas. La literatura científica ha demostrado que la cooperación en I+D+i tiene numerosos beneficios, así como desafíos inherentes a la naturaleza de las organizaciones asociadas. En este sentido, el objetivo de este artículo es contribuir a la extensión de la literatura referente a la capacidad de innovación en cuanto a la adaptación al cambio y gestión organizacional interna, en la consolidación de alianzas tecnológicas entre Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas y la industria, ayudando a los tomadores de decisiones particularmente de las oficinas de vinculación tecnológica de las IES con el sector empresarial. Para lograr este propósito se analizó la experiencia de la Universidad Industrial de Santander (UIS), la metodología empleada fue la revisión de contenidos cualitativos la cual se dividió en 6 etapas, durante las cuales se recolectó documentación de los procesos plasmados en el Sistema de Gestión Integrado (SGI) así como también se efectuaron entrevistas a algunos actores directamente involucrados en los procesos que inciden en la construcción y ejecución de alianzas tecnológicas de la Institución.

Los resultados muestran cuáles fueron los procesos críticos en la Universidad para la conformación de alianzas tecnológicas estratégicas y los subprocesos implicados para la gestión de las mismas. Igualmente se logró identificar qué instrumentos apoyan la gestión del conocimiento en el marco de una alianza tecnológica desde la perspectiva de la Universidad.

Palabras clave

Gestión del conocimiento, instrumentalización, alianzas tecnológicas, cooperación en I+D+i, innovación abierta, Instituciones de Educación Superior

1. Introducción

Las alianzas estratégicas entre Instituciones de Educación Superior (IES) y corporaciones tienen numerosos beneficios potenciales, vinculan los recursos intelectuales de la universidad con las necesidades de resolución de problemas de la empresa. Las IES interactúan principalmente con las empresas para desarrollar y traer tecnologías al mercado,

también colaboran para obtener experiencia industrial, exposición para obtener fondos de investigación básica, acceso a tecnología patentada, herramientas de investigación, problemas prácticos y a oportunidades de empleo para graduados universitarios (Elmuti, Abebe, & Nicolosi, 2005).

La literatura menciona que las alianzas estratégicas de tecnología en donde dos o más organizaciones trabajan juntas tratan de lograr sus objetivos mediante la cooperación. Esta estrategia se centra en el mecanismo de ejecución y las ventajas que se pueden lograr mediante la cooperación, la cual contrae grandes beneficios para las organizaciones que necesitan una determinada competencia, capacidad o activos a través de vínculos con otros. Más aún, propone también recursos complementarios y oportunidades de sinergia y aprendizaje comunes (Sompong & Udomvitid, 2015).

Las innovaciones organizacionales discutidas en la literatura de educación superior pueden interpretarse como una respuesta a las demandas apremiantes de nuevas formas de organizar e implementar las innovaciones en la enseñanza y la investigación (Cai, 2017).

De acuerdo con los resultados de la investigación de Pudjiarti (2018) se puede concluir que “existe una relación de aprendizaje organizacional con el rendimiento de la universidad de manera positiva y significativa, directa o indirectamente, a través de la capacidad de cambio organizativo y la capacidad innovadora. Los hallazgos mostraron que la capacidad de cambio organizativo y la capacidad innovadora son capaces de abordar la brecha entre el aprendizaje organizacional y el desempeño organizacional, igualmente se muestra que la capacidad de adaptación al cambio de la organización tiene un impacto significativo en el desempeño de la organización” (Pudjiarti, 2018).

El presente trabajo tiene como objetivo identificar a partir de la revisión de la experiencia de la Universidad Industrial de Santander (UIS), instrumentos prácticos que pueden facilitar la planificación y gestión de las alianzas tecnológicas, enfocándose en los procesos de las universidades que intervienen para la consolidación de la cooperación en I+D+i, y de esta formar contribuir a la toma de decisiones de las oficinas de vinculación tecnológica de las IES con el sector empresarial.

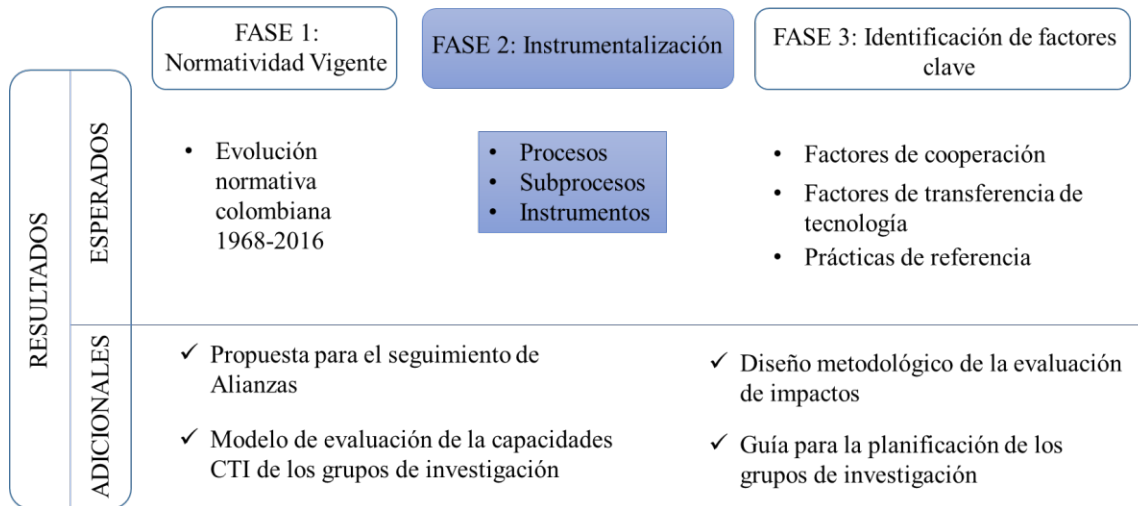
Para lograr el objetivo anteriormente mencionado, se tomó la experiencia de la UIS en el convenio marco de cooperación tecnológica y científica ICP-UIS No. 5222395 del año 2015, del anterior convenio en el año 2017, se ejecutó el estudio denominado “Conceptualización e instrumentalización del modelo de cooperación para la innovación alianza uis-ecopetrol”, que tiene como propósitos sistematizar la experiencia de cooperación UIS-ECP como herramienta de gestión del conocimiento, identificar oportunidades de mejora en la cooperación y conceptualizar la experiencia de cooperación en I+D+i para la difusión.

Para el presente documento se hizo énfasis en el segundo componente del estudio anteriormente mencionado, el cual se nombró como: “Marco de trabajo para la transferencia de tecnología: Caso Cooperación Alianza Regional UIS-ECP”, donde se utilizó información recolectada a partir de fuentes primarias y secundarias de ambos aliados como parte del estudio principal de conceptualización del modelo de cooperación.

En la Figura 1 se aprecian las 3 fases que constituyen el marco de trabajo para la transferencia de tecnología en la cooperación en I+D+i de la Universidad con su aliado estratégico, para fines del presente estudio se hará énfasis en la fase 2, en la cual se logró determinar cuáles eran los procesos, subprocesos e instrumentos necesarios para que la Instituciones pudiera establecer con éxito una alianza estratégica tecnológica.

Figura 1. Fases del marco de trabajo para la transferencia de tecnología

MARCO DE TRABAJO PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA: CASO COOPERACIÓN ALIANZA REGIONAL UIS-ECP



Fuente: Elaboración propia

2. Marco teórico

En el contexto económico actual, el conocimiento es un recurso vital para la competitividad de las organizaciones. La creciente importancia del conocimiento como factor determinante del éxito y la competitividad de la organización ha dado lugar a la formación de una economía basada en el conocimiento y ha transformado la gestión de este importante activo en la tarea más fundamental de la organización (Khajeh, Mahallati, Shaibani, & Khodarahmi, 2014). Las universidades, también son organizaciones que necesitan la gestión del conocimiento como apalancamiento estratégico para sobrevivir en un entorno cada vez más competitivo (Asma & Abdellatif, 2016).

La gestión del conocimiento se refiere a los esfuerzos que se realizan sistemáticamente para encontrar, organizar y hacer accesible el capital intelectual de la organización y para fortalecer la cultura de aprendizaje y el intercambio de conocimientos (Khajeh et al., 2014). La implementación exitosa de la gestión del conocimiento para la organización requiere una perspectiva sistemática y completa sobre diversos factores organizativos. La adecuación de estos factores y su integración y coordinación es un requisito vital para la implementación efectiva de la gestión del conocimiento (Khajeh et al., 2014).

El siglo XXI es una economía del conocimiento que se ha convertido en un entorno competitivo desafiante para empresas, universidades y gobierno; incluso el carácter y las funciones de las universidades han sido empujados en una nueva dirección como resultado de los dramáticos cambios del entorno. En consecuencia, las universidades se ven obligadas a reconocer y responder a sus roles cambiantes en una sociedad basada en el conocimiento mediante la integración de la gestión del conocimiento (Ayodele, Yao, & Haron, 2018).

“La capacidad organizativa para gestionar el conocimiento a través del proceso de aprendizaje se considera importante hoy en día para lograr una organización más flexible. A pesar de que está altamente asociado con la capacidad de adaptación al cambio, la capacidad de

innovación también necesita una respuesta organizativa más efectiva a un cambio específico del entorno en la gestión de riesgos y oportunidades” (Pudjiarti, 2018).

Es importante destacar que la gestión del conocimiento tiene el potencial de permitir a la universidad repensar su enfoque metodológico y desarrollar procesos y competencias internos proactivos que son los más críticos para las ventajas comparativas. Aprovechar las estrategias de gestión del conocimiento permite a las universidades obtener valor económico de su colección de activos de conocimiento para una mejor adaptabilidad, eficiencia, efectividad, generación de ingresos y conocimiento competitivo sostenido, es por ello que existió un aumento en la agenda para la investigación sobre gestión del conocimiento universitaria (Ayodele et al., 2018).

Para sobrevivir en un entorno cada vez más competitivo, la universidad debe adaptar “nuevos tipos de gestión”, los cuales se definen como nuevas visiones, estrategias y teorías en términos de innovación, mejora de la calidad y el rendimiento. La educación superior es una de las organizaciones interesadas en utilizar la gestión del conocimiento para administrar sus abundantes activos intelectuales, particularmente cuando enfrenta muchos desafíos nacionales e internacionales para mejorar el rendimiento de la calidad educativa, reforzar la posición como universidad de investigación, competir como universidad de clase mundial, para obtener reconocimiento y acreditación, etc. (Asma & Abdellatif, 2016).

La globalización, la intensa competencia, el aumento de los costos de investigación y desarrollo (I + D) y la mayor conciencia de la necesidad de aprovechar diversas fuentes de innovación han fomentado la formación de alianzas de investigación (Barnes, Pashby, & Gibbons, 2006). Las organizaciones dependen cada vez más de fuentes externas de innovación participando en redes compuestas por múltiples organizaciones creadas para fomentar la innovación abierta (Chesbrough, 2003) ya que se ha demostrado que la colaboración en investigación produce numerosas recompensas (Davis, Bryant, & Zaharieva, 2013).

Las alianzas estratégicas evolucionan como un medio importante para lograr una ventaja competitiva sostenible, por ello la tasa de formación de alianzas ha aumentado significativamente en los últimos años y las alianzas se han extendido en varias industrias, particularmente en las industrias de alta tecnología (Leischnig, Geigenmueller, & Lohmann, 2014). De ahí nace la importancia de saber gestionar adecuadamente las alianzas para que su ejecución sea exitosa.

Desde la gestión del conocimiento, de acuerdo con Robledo (2012), se han realizado varios estudios que exploran la utilidad de las herramientas de gestión del conocimiento como instrumentos que dinamizan el desarrollo productivo y competitivo de las organizaciones. El autor concluye que “una adecuada gestión tanto de la información como del conocimiento en las organizaciones cooperativas brinda mayores posibilidades a estas en los procesos económicos emergentes en el marco de la globalización. Al respecto, el uso de la tecnología no debe ser sobrevalorado sino apropiarse por parte del talento humano o colaboradores de la empresa para mejorar su desempeño en el proceso de gestar el conocimiento, lo cual conlleva a la mejora de la comunicación entre empleados y asociados, facilitando los procesos colaborativos y solidarios en el intercambio de información con externos” (Robledo, 2012).

Dentro del proceso de transferencia es necesario hacer una desagregación de la tecnología, es decir, “llevar la tecnología a una mínima unidad que permita su entendimiento, esto es un diseño, un plano, una fórmula, o cualquier otro instrumento que permita su estructuración, esta fase en términos generales debe llevar al receptor de la tecnología a una aproximación de lo desarrollado en el proceso de investigación, en la etapa anterior al desarrollo. Con estos diseños o unidades básicas el receptor debe tratar de entender la

tecnología, su funcionalidad y estar en capacidad de agregarla nuevamente, es decir lograr la fase de desarrollo de la tecnología, en este momento, se logra el entendimiento de la base tecnológica, a esa fase se le denomina asimilación, que consiste en lograr avanzar un paso más sobre la tecnología adquirida inicialmente, cuando se logra avanzar en una nueva aplicación o una innovación de la tecnología adquirida se dice que se ha logrado la verdadera transferencia” (Camacho Pico, Becerra Ardila, & Arenas Díaz, 2010).

Por otro lado, todavía hay poca orientación en la literatura existente, tanto teórica como empírica, sobre la explotación del sistema de gestión del conocimiento en las instituciones de educación superior (Asma & Abdellatif, 2016). Estas lagunas en la literatura existente resaltan la necesidad de la investigación actual.

3. Metodología

En la presente investigación se tuvo como referencia el modelo para la gestión del conocimiento y la propiedad intelectual propuesto por Jaime Arias (2005) en su trabajo doctoral, el cual ha sido la guía seleccionada para interpretar el manejo del conocimiento al desarrollar actividades de investigación en una alianza tecnológica enfocada en actividades I+D+i. En el modelo, la autora tiene como unidad de análisis a un centro de investigación universitario, y uno de los propósitos de su trabajo es capitalizar parte de los conocimientos utilizados y producidos a través del desarrollo de proyectos de investigación y de esta forma apoyar a los investigadores en la gestión de contenidos científicos (Jaime Arias, 2005).

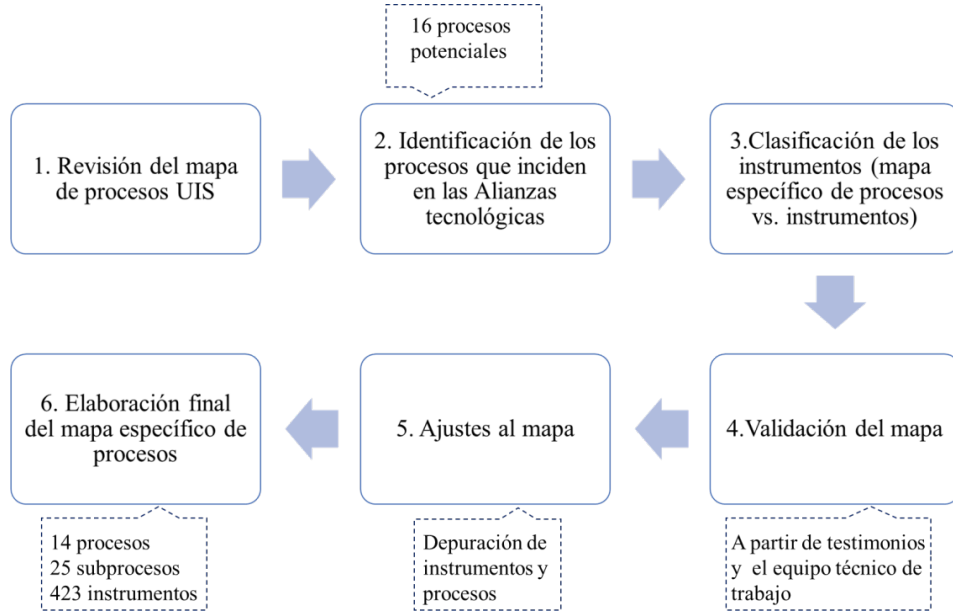
En su trabajo, Jaime Arias demostró que en los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) se concentran en las actividades de apoyo a la actividad de investigación. En este trabajo se señalan los documentos que proporcionan directrices para la implementación del SGC en las organizaciones de investigación. Estos documentos se centran principalmente en tres tipos de problemas: pruebas de laboratorio, gestión de proyectos y gestión de la calidad en sí. Aunque existe un número de documentos y estándares para los laboratorios, el trabajo de campo realizado determinó que el modelo más utilizado para la implementación del SGC es la ISO 9001: 2000 (Jaime Arias, 2005).

En este estudio se realizó un análisis de contenido cualitativo de la documentación del Sistema de Gestión Integrado de la Universidad Industrial de Santander, institución que cuenta con acreditación de la norma ISO 9001: 2008, teniendo en cuenta la experiencia de la alianza UIS- ECOPEPETROL que se materializó con la firma del CONVENIO MARCO DE COOPERACIÓN TECNOLÓGICA Y CIENTÍFICA ICP-UIS No. 5222395 en el año 2015, donde se pudo identificar la existencia de instrumentos prácticos utilizados como facilitadores en la gestión del conocimiento en alianzas tecnológicas de I+D+i.

De acuerdo con Mayer & Ouellet (1992), el análisis de contenido cualitativo permite verificar la presencia de palabras, temas o de conceptos en un contenido. En cada documento se determinó cuáles datos eran susceptibles de analizar, cómo se definen y de qué población se extraen; los datos deben cumplir ciertos requisitos para servir de base del análisis de contenido, básicamente deben poder distinguirse y separarse en unidades para finalmente registrar los resultados (Babbie, 2004).

El proceso para la identificación de los instrumentos facilitadores de la gestión del conocimiento en el marco de una alianza tecnológica consistió en 6 etapas:

Figura 2. Etapas metodológicas



Fuente: Elaboración propia.

- Revisión del mapa de procesos: se revisó el mapa de procesos de la Universidad Industrial de Santander que se encuentra en el Sistema de Gestión Integrado (SGI) como se muestra en la Figura 3, esta revisión tenía como fin de identificar los procesos que tuvieron alguna incidencia en la planeación, implementación y ejecución de la alianza. De la primera revisión se logró determinar a 16 procesos como potenciales.

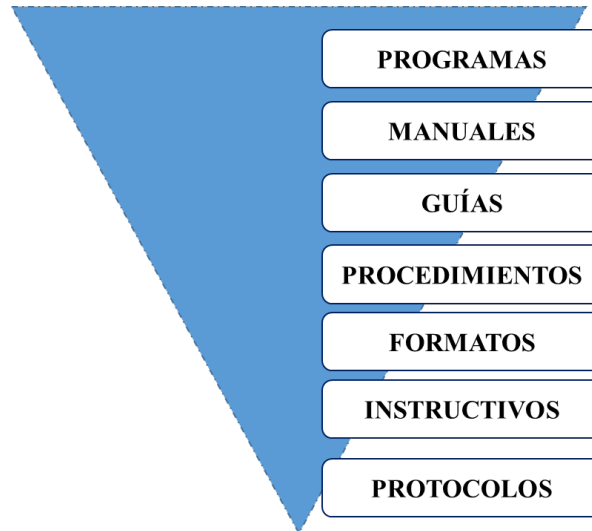
Figura 3. Mapa de procesos de la Universidad Industrial de Santander



Fuente: Sistema de Gestión Integrado de la UIS, año 2017.

- Luego se revisaron los 16 procesos y se construyó una primera matriz con los instrumentos registrados en el SGI relacionados con cada proceso, los cuales pueden ser: programas, manuales, guías, procedimientos, formatos, instructivos o protocolos.

Figura 4. Instrumentos del Sistema de Gestión Integrado



Fuente: Sistema de Gestión Integrado de la UIS, año 2017.

- Con los testimonios obtenidos en entrevistas efectuadas bajo el proyecto “Conceptualización e Instrumentalización del Modelo de Cooperación para la Innovación Alianza UIS-ECOPETROL” y la información de cada instrumento ofrecida por el SGI, se procedió a utilizar un código de colores para determinar cuáles de estos instrumentos eran necesarios en la gestión de la alianza y cuáles se utilizaban para la operación diaria de los procesos.
- Validación: la validación se hizo teniendo en cuenta los testimonios de los actores gestores involucrados en la consolidación de la alianza, posteriormente el equipo técnico de trabajo realizó una revisión exhaustiva de los procesos e instrumentos para determinar aquellos que sufrieron alguna modificación antes y después de la alianza tecnológica.
- De la validación se redujo la cantidad de procesos a 14 y se eliminaron instrumentos que se consideraron no sufrieron cambio alguno en cada proceso, es decir no se vieron afectados por la alianza. Se procedió a indagar con mayor profundidad aquellos instrumentos de los cuales quedaron inquietudes, para ello se realizó la consulta con el funcionario del proceso en específico.
- Mapa final de procesos: una vez efectuadas las correcciones de la segunda validación se construyó la matriz instrumental final la cual está conformada por 14 procesos, 25 subprocesos y 423 instrumentos (entre programas, manuales, guías, procedimientos, formatos, instructivos o protocolos).

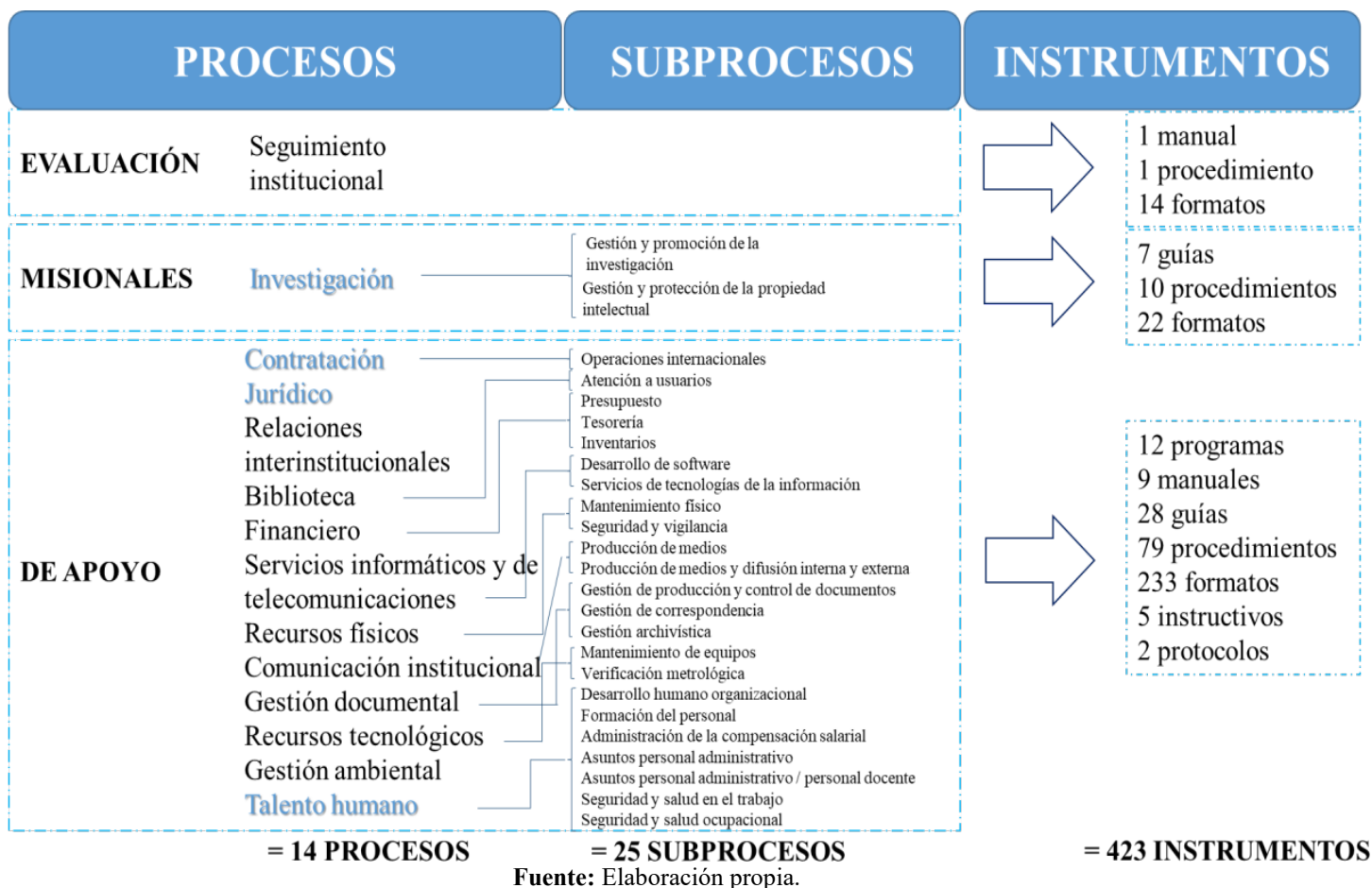
4. Resultados

Con el objetivo de realizar una instrumentalización en el marco de la gestión del conocimiento para las alianzas tecnológicas, se trabajó con los testimonios de las entrevistas efectuadas a funcionarios implicados en los procesos que tuvieron incidencia en la

planificación y puesta en marcha del convenio marco de cooperación, esto permitió hacer un completo análisis del mapa de procesos de la Universidad Industrial de Santander. La revisión se hizo para cada uno de los procesos y se creó una matriz instrumental donde se especifica cuáles procesos tienen relación directa o son necesarios tanto para la planificación de una alianza como para la ejecución de la misma, la Figura 5 muestra los resultados finales de esta investigación, donde se resaltan los 4 procesos que tuvieron una mayor afectación en la planificación de la alianza: investigación¹, contratación, jurídico y talento humano.

En la Figura 5 se muestra los procesos y sub-procesos que tienen relación e incidencia para la planificación y ejecución de alianzas tecnológicas. Para llegar a estos resultados se utilizaron como criterios de decisión los testimonios de las personas entrevistadas (funcionarios de los procesos implicados en la planificación y ejecución de la alianza), los cuales fueron decisivos para los ajustes realizados después de cada validación, donde en algunos casos se consultó directamente con el funcionario específico del proceso para aclarar inquietudes.

Figura 5. Resultados finales



¹ Hace referencia a la “Unidad de gestión de la investigación” la cual tiene como objetivo “Promover el desarrollo de las políticas de investigación y propiedad intelectual de la Universidad reafirmando la prioridad y el valor estratégico y misional que la Institución reconoce en estas actividades”, y lidera los subprocesos de Gestión y Promoción de la Investigación, y Gestión y Protección de la Propiedad Intelectual.

Fuente: Sistema de Gestión Integrado UIS, fecha de consulta: 30 abril 2019

A manera de ejemplo, en el proceso jurídico, a partir de los testimonios se estableció la importancia para la Universidad de la Ley de Ciencia y Tecnología de 2009 donde se menciona en el “Artículo 33. Las actividades, contratos y convenios que tengan por objeto la realización de actividades definidas como de ciencia, tecnología e innovación que celebren las entidades estatales, continuarán rigiéndose por las normas especiales que les sean aplicables. En consecuencia, tales contratos se celebrarán directamente” (Colombia, 2009). Gracias a la Ley 1286 de 2009, los procesos de contratación y talento humano cobraron gran relevancia, convirtiéndose en los procesos críticos para dar inicio al convenio marco de cooperación, esto en gran parte debido a que la Universidad debió uniformar modos de contratación y tarifas salariales que eran novedosas tanto para la institución como su asociado tecnológico.

El proceso jurídico se consideró como crítico debido a la incidencia del mismo para la formulación del convenio marco de cooperación tecnológica, el equipo jurídico realizó reiteradamente revisiones a la minuta de dicho documento para efectuar modificaciones que permitieran el desarrollo de la alianza, esto debido a que este tipo de convenio era pionero tanto para la UIS como para su socio tecnológico.

5. Conclusiones

A partir de la investigación realizada en la Universidad Industrial de Santander, se concluye que la instrumentalización del conocimiento es importante para lograr el principal objetivo de una alianza de cooperación en I+D+i, el cual es lograr una exitosa transferencia de tecnología que beneficie a ambas partes, en este caso se resalta que los instrumentos identificados sirvieron como herramientas que facilitaron los procesos de transferencia entre los centros, grupos de investigación y la industria, donde ambos aliados desempeñaron los roles de emisores y receptores de tecnología.

La instrumentalización demostró ser una herramienta indispensable que permitió capitalizar el conocimiento generado a partir de la experiencia analizada, simultáneamente conduce a la generación de nuevo conocimiento que es de utilidad para los asociados. Con la instrumentalización se obtuvieron importantes elementos que contribuyen a la creación de nuevas alianzas y fortalece la capacidad de innovación de ambos socios

Con este trabajo se determinó que en las primeras fases para la puesta en marcha de las alianzas tecnológicas estratégicas es vital para la universidad realizar una exhaustiva planificación de las acciones que se requieren en la ejecución de la alianza. Con los resultados obtenidos se tiene un mapa propuesto de los procesos que deben ser analizados con mayor atención (14 procesos y 25 subprocesos) para poder coordinar las actividades de inicio y la articulación con el socio de la alianza.

Como ya se ha mencionado, para una Institución de Educación Superior que desea mejorar su desempeño y adquirir ventajas competitivas a través de la cooperación en I+D+i, debe examinar a profundidad los procesos esenciales en la planificación de una alianza tecnológica que son contratación, talento humano, jurídica y la unidad de gestión de la investigación.

Para futuras investigaciones se propone analizar el impacto y cumplimiento de los propósitos de la alianza desde los procesos misionales de la Universidad, como es el caso del proceso misional de formación o docencia, el cual durante la etapa de planificación de la alianza no se vio afectado, sin embargo en la etapa de ejecución si tuvo incidencia debido al involucramiento de funcionarios por parte del socio tecnológico en la formación de estudiantes a través del desarrollo de proyectos de investigación específicos; igualmente los profesores

investigadores obtuvieron acceso a recursos, laboratorios e información de la industria, lo cual complementa su trabajo del aula de clases.

6. Referencias

- Asma, K., & Abdellatif, M. (2016). A New Model for the Impact of Knowledge Management on University Performance. *Journal of Information & Knowledge Management*, 15(04), 1650041. <https://doi.org/10.1142/S0219649216500416>
- Ayodele, F. O., Yao, L., & Haron, H. B. (2018). University Knowledge Management: Proposal for Broaden Integrative Perspective. *Journal of Information & Knowledge Management*, 17(03), 1850032. <https://doi.org/10.1142/S0219649218500326>
- Babbie, E. R. (2004). *The practice of social research*. (T. U. of Michigan, Ed.) (Décima Ed.). Thomson/Wadsworth.
- Barnes, T. A., Pashby, I. R., & Gibbons, A. M. (2006). Managing collaborative R&D projects development of a practical management tool. *International Journal of Project Management*, 24(5), 395–404. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.03.003>
- Cai, Y. (2017). From an Analytical Framework for Understanding the Innovation Process in Higher Education to an Emerging Research Field of Innovations in Higher Education. *The Review of Higher Education*, 40(4), 585–616. <https://doi.org/10.1353/rhe.2017.0023>
- Camacho Pico, J. A., Becerra Ardila, L. E., & Arenas Díaz, P. (2010). La transferencia de tecnología en los procesos de investigación de la Universidad Industrial de Santander. *Gerencia Tecnológica Informática (GTI)*, 8(21), 23–33.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and Profiting from technology*. Harvard Business School Press (Primera Ed, Vol. 1). Boston, Massachusetts: Harvard Business School Publishing Corporation. Retrieved from <https://cb.hbsp.harvard.edu>
- Colombia, C. de la R. (2009). Ley 1286 de 2009. *Diario Oficial*. Retrieved from http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1286_2009.html
- Davis, D. D., Bryant, J. L., & Zaharieva, J. (2013). Leadership relationships between center directors and university administrators in cooperative research centers: a multilevel analysis. In *Cooperative Research Centers and Technical Innovation* (pp. 149–173). New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4388-9_7
- Elmuti, D., Abebe, M., & Nicolosi, M. (2005). An overview of strategic alliances between universities and corporations. *Journal of Workplace Learning*, 17(1/2), 115–129. <https://doi.org/10.1108/13665620510574504>
- Jaime Arias, A. (2005). From Quality Management to Knowledge Management in Research Projects: An Approach through the Management of Contents in Bibliographical Research. INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE N°. Retrieved from <http://pagesperso.g-scop.grenoble-inp.fr/~tollenam/thesis/Memoire-Astrid-Jaime.pdf>
- Khajeh, M., Mahallati, T., Shaibani, A., & Khodarahmi, S. (2014). The Role of Intellectual Capital in Facilitating Knowledge Management Practices. *Journal of Management and Sustainability*, 4(3), 184–192. <https://doi.org/10.5539/jms.v4n3p184>
- Leischnig, A., Geigenmueller, A., & Lohmann, S. (2014). On the role of alliance management capability, organizational compatibility, and interaction quality in interorganizational technology transfer. *Journal of Business Research*, 67(6), 1049–1057. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.06.007>
- Mayer, R., & Ouellet, F. (1992). *Méthodologie de recherche pour les intervenants sociaux*. Service Social, 41(2).
- Pudjiarti, E. S. (2018). Elements of Entrepreneurship in Private Universities: Organizational Change Capacity, Innovative Capability and the Performance. *Journal of Entrepreneurship Education*, 21(2), 1–15. Retrieved from <https://www.abacademies.org/articles/Elements-of-entrepreneurship-in-private-universities-1528-2651-21-2-150.pdf>
- Robledo, J. C. (2012). *Facilitadores de la Creación de Conocimiento Organizacional*. Universidad EAFIT. Retrieved from https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/1473/RobledoFernandez_JuanCarlos_2013.pdf?sequence=1
- Sompong, K., & Udomvitid, K. (2015). Challenges of R&D institutions for technology collaboration with alliances in an emerging economy. In *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology* (Vol. 2015–Septe, pp. 280–286). <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273260>

Diagnóstico de madurez del proceso de gestión del conocimiento aplicado a una Institución de Educación Superior

Jair Hernan Ramirez Duque
Universidad Pontificia Bolivariana, Maestría en Gestión Tecnológica, Colombia
ramirez_jh@hotmail.com

Jhon F Escobar
Corporación Universitaria Remington, Facultad de Ciencias Empresariales, Colombia
Jfescob1@gmail.com

Rubén Edgar Corvalán
Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Argentina
rcorvalan@exa.unne.edu.ar

Resumen

La gestión del conocimiento (GC) debe considerarse como eje articulador de los tres componentes básicos del rol de una institución de educación superior (IES), dado que es el mecanismo que permite que el conocimiento producto del proceso de investigación se apropie e incorpore a las soluciones tecnológicas y sociales que el país demanda, mediante la formación y la extensión. El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) es una IES del orden nacional con procesos normalizados, estructuras definidas, sistemas organizados y repositorios consolidados, pero sin una estrategia para lograr la adecuada apropiación e incorporación del conocimiento. El SENA en los últimos años ha consolidado un sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación denominado SENNOVA, el cual ha sido exitoso en la generación de productos de conocimiento, pero sin una metodología para gestionarlos adecuadamente. Es por lo que este trabajo presenta una metodología de diagnóstico basado en escalas de madurez para reconocer el estado actual de SENNOVA frente a la GC.

Palabras clave

Gestión del conocimiento; innovación; desarrollo tecnológico; Análisis cualitativo.

1. Introducción:

En la actualidad las instituciones, las empresas y, en general, las organizaciones, están dando mayor importancia al valor que tiene el conocimiento como un activo estratégico generador de valor y de ventajas competitivas sostenibles en el largo plazo (Fernández and Borjas, 2008); a pesar de ello, muchas organizaciones no dimensionan los conocimientos que poseen, no saben dónde reposan, e inclusive, desconocen su existencia (Visbal et al., 2013).

- Conocimiento

Encontrar una definición para el término “conocimiento” ha sido una preocupación que data de mucho tiempo atrás, desde Platón (428-347 a. de .c) Soret Los Santos, (2007). Hasta nuestros días, el problema de la definición reside en

encontrar un punto válido para distintos escenarios tal que perduren a medida que avanzan las disciplinas. Bender y Fish, (2000) parten del hecho que el conocimiento se puede entender como un flujo continuo que pasa desde los datos a la información y llega al conocimiento.

Para Drucker, (1996 p. 12), el conocimiento es un “conjunto de Informaciones sintetizadas con aplicación concreta en situaciones reales, este se almacena y está disponible para solucionar problemas específicos”. Muñoz and Riverola, (1997) plantean que el conocimiento es la capacidad de resolver un determinado conjunto de problemas con una efectividad determinada. En las organizaciones, el conocimiento se encuentra en rutinas organizativas, procesos, prácticas y normas empresariales, además de encontrarse en documentos o bases de datos (Liberona and Ruiz, 2013).

Entre las características del conocimiento sobresalen que es transferible porque sus aprendizajes pueden compartirse a través de procesos de comunicación, es reutilizable porque permite darle solución a diferentes necesidades que se suceden en el tiempo, puede replicarse ya que puede enseñarse y aprenderse, puede documentarse, y por lo tanto, puede capitalizarse como un activo transferible que reposa en las personas y organizaciones, y que se manifiesta como una habilidad o saber específico que sirve para solucionar problemas con una eficacia determinada (Arboleda and Olaya Dávila, 2012; Rocha and Salgado, 2013; Tordecilla Díaz, 2014). Este permite unir sinergias entre personas, procesos y recursos, de tal manera que las actividades y tareas se desarrollen con cierta efectividad deseada (Ramos Lara, 2012).

- Gestión del conocimiento

La Gestión del Conocimiento (GC) es un concepto dinámico orientado al crecimiento y valoración de todos los activos intelectuales (Pérez and Gutiérrez, 2008). Se define como un “conjunto de procesos sistemáticos, orientados al desarrollo organizacional y/o personal y, consecuentemente, a la generación de una ventaja competitiva para la organización y/o el individuo” (Rodríguez, 2006, p. 29). y tiene que ver con procesos relacionados de una u otra forma con la captación, estructuración y transmisión del conocimiento, adoptando como principal herramienta el aprendizaje organizacional (Zuleyma Lattuf, 2012). Como modelo de GC diversos autores han propuesto perspectivas diferentes como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelos de Gestión del Conocimiento

Nombre del Modelo	Aportes	Autor(es)
La organización creadora de conocimiento	La conversión entre el conocimiento tácito y explícito no es unidireccional.	I. Nonaka & H. Takeuchi, 1999
The 10-Step Road Map	Creación de redes de colaboración y comunicación.	A. Tiwana, (2002)
Modelo de GC desde una visión «humanista»	Da una importancia primordial a la persona, a su estabilidad dentro de la organización y asu implicación y alineación con los objetivos generales y con el proyecto organizativo.	R. de Tena, (2004)
Modelo de implantación de GC desde la cultura organizacional	La información no es una fuente de poder, da poder de decisión a los miembros y fomenta la libre comunicación en todos los niveles organizativos.	Marsal& Molina, (2002)

Diseño de un sistema de GC en una organización escolar	Auditoria de la cultura organizacional	Durán, (2004)
La gestión del conocimiento en educación	Clasificación del conocimiento organizativo en cuatro estadios.	Sallis& Jones, (2002).

Fuente: Adaptado de D. Rodríguez, (2006, pp. 32–35)

Sin importar el modelo, Davenport & Prusak, (1998) de la Universidad de Texas, proponen algunos principios generales para la GC:

- Gestionar el conocimiento requiere inversión.
- La gestión efectiva del conocimiento requiere soluciones híbridas de gente y tecnología.
- Compartir y utilizar conocimiento con frecuencia son acciones no naturales
- La GC significa mejorar los procesos del negocio que se basan en conocimiento
- El acceso al conocimiento es sólo el principio
- La GC nunca termina

- Modelos de GC aplicados en IES

La GC en las IES es una práctica que por las condiciones de éste tipo de organizaciones se configura en un elemento medular, dado su carácter de generadora de conocimiento (Escobar et al., 2017), y su papel en la transferencia e incorporación del conocimiento como aprendizaje donde “gestionan la innovación, la creación de rutinas organizativas más eficaces, el crecimiento empresarial, la sostenibilidad, las capacidades adaptativas al entorno (...). Todo ello proporciona productos más exitosos, excelentes profesionales y un nivel de calidad en la educación” (Ríos, 2012, p. 45).

Dentro de los muchos casos particulares de GC en IES con un enfoque principal en la gestión científica, se encuentran los siguientes:

- En la Universidad del País Vasco: La GC tiene como propósito la organización eficiente de la producción científica y técnica producida por la universidad (Rodríguez and González, 2013).
- En la Universidad de Pamplona: Buscan recopilar, organizar, analizar y compartir el conocimiento, producido por los investigadores, poniéndolo a disposición de otras instituciones, centros de investigación y desarrollo, grupos de investigación, gremios, incubadoras de empresas, parques tecnológicos, tanques de pensamiento y personas, con la finalidad de consolidar una comunidad de conocimiento a nivel nacional e internacional (Tordecilla Díaz, 2014).
- Para la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Córdoba el modelo, en su contexto, contribuye a optimizar el uso y socialización del conocimiento en esta facultad, con el fin de impactar los procesos misionales de investigación, docencia, extensión, gestión organizacional y el entorno local y nacional (Tordecilla Díaz, 2014).
- En la Universidad de Antioquia, se encuentra la propuesta de un modelo de gestión del conocimiento enfocada en la producción científica (Mejía Correa et al., 2018).
- En la Universidad Pontificia Bolivariana el proceso se enfoca hacia identificar, asegurar y transferir el conocimiento crítico que se identifica dentro del proceso de investigación y transferencia (CIDI, 2019).

Esto evidencia que la GC como práctica dentro de las IES es una constante y que muchas evolucionan de la gestión del conocimiento de su producción científica, a esquemas que articulan toda la institución, sin embargo, los métodos, las orientaciones, la destinación de recursos es disímil, respondiendo a particularidades de la organización.

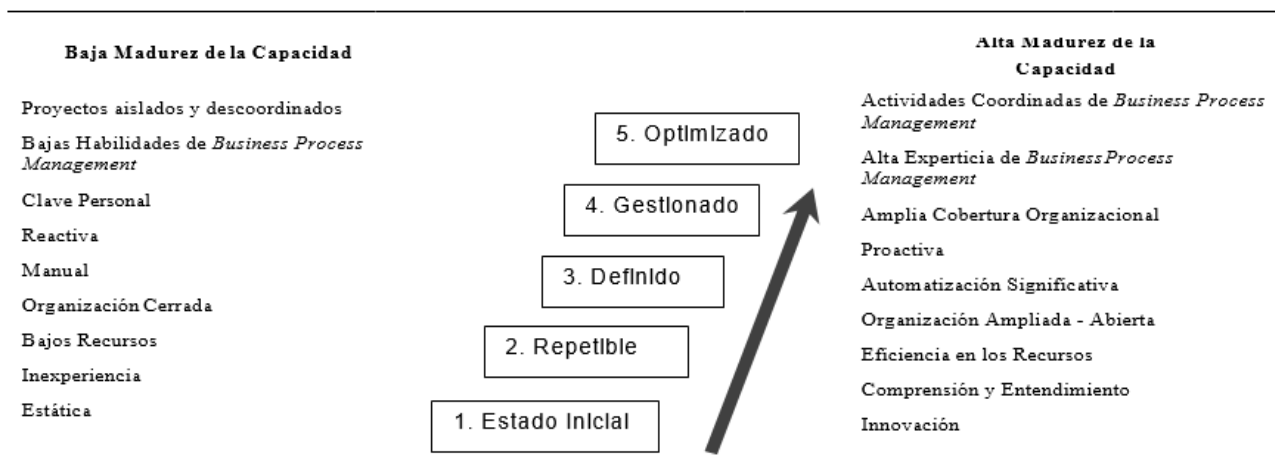
- Metodologías de diagnóstico de GC

Un componente esencial en la innovación es la mejora continua, dado que es un elemento de evolución y maduración de los procesos y con ello de consolidación de los mismos (Domínguez and Brown, 2004).

Para entender los procesos de mejora, las métricas están asociadas generalmente a esquemas o escalas de maduración, tipo Likert como se puede observar en la Figura 1, como tal como lo definió John and Nelis Johan, (2008, p. 315) para los niveles de madurez asociados a procesos de gerencia del negocio, que pueden ser adaptados para cualquier proceso gerencial y de gestión.

En cuanto a la GC, diversos autores proponen metodologías de diagnóstico (Durango and Pérez, 2013; Durango Yepes et al., 2015; Medina Noguera et al., 2016; Perez-Soltero et al., 2013; Perez- Soltero and Soto, 2011) las cuales coinciden en identificar y valorar las actividades propias de la GC así como la madurez de la organización en cada una de ellas.

Figura 1. Las cinco etapas de la madurez asociadas a procesos de gerencia de negocio.



Fuente: Traducido de John and Nelis Johan, (2008, p. 315)

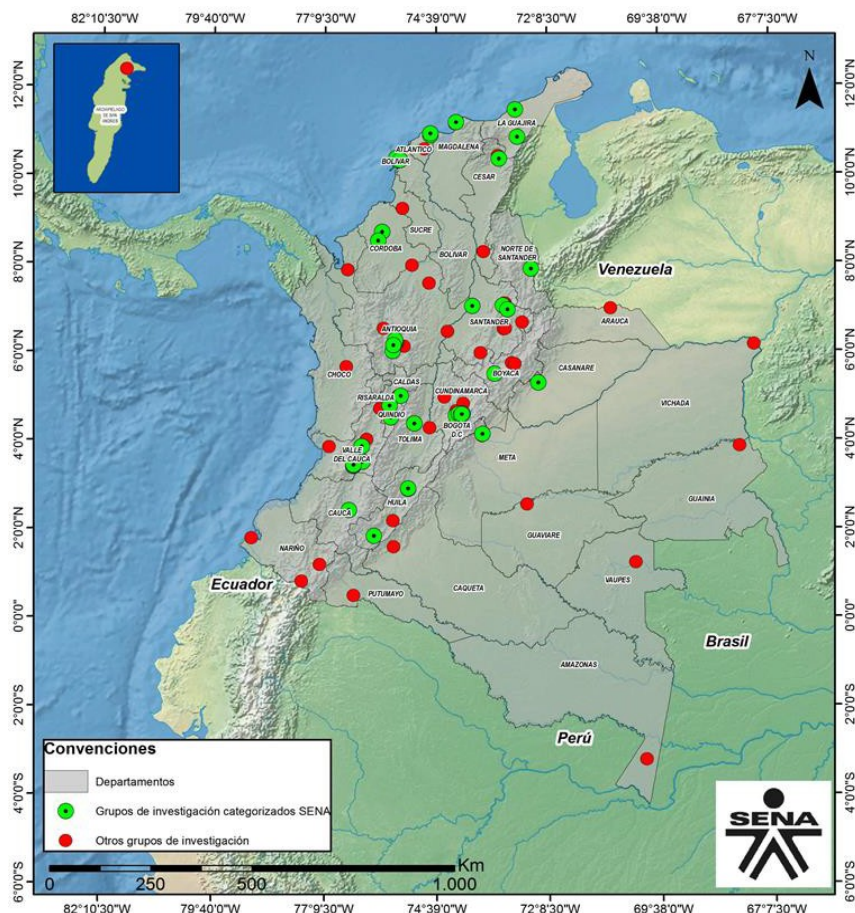
En el documento se presenta un ejercicio de diagnóstico de la evolución de los procesos asociados a la gestión del conocimiento en una IES del orden nacional mediante un proceso de reconocimiento, diagnóstico de las actividades de GC y construcción de escenarios frente a los mismos, para tres momentos clave de la organización. Con ello se pretende presentar la evolución de la GC en la organización a la par de la maduración en la creación de conocimiento.

2. Metodología

- Descripción del objeto de estudio

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) es una entidad pública del orden nacional y presencia en todo el territorio, como se puede observar en la Figura 2, que tiene como función adelantar procesos de formación y de desarrollo orientados a la competitividad del país. Funciona como una Institución de Educación Superior (IES) en el marco de la Ley 30 de 1992.

Figura 2: Mapa de presencia del programa SENNOVA en Colombia.



Fuente: Elaboración propia en el marco del proyecto evaluación del impacto de SENNOVA, 2018

En cumplimiento de su misión el SENA ejecuta acciones asociadas a ciencia, tecnología e innovación (CTi), para ello la Ley 344 de 1996, definió la destinación de un 20% de su presupuesto producto de parafiscalidad a programas de competitividad y desarrollo tecnológico, el cual es administrado por una área denominada Sistema de investigación, desarrollo e innovación del SENA (SENNOVA) que está dividido en tres líneas: Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación, y que desde su consolidación ha logrado 119 grupos de investigación avalados, 3 categorizados b, 60 categorizados c y 10 reconocidos; 60 investigadores junior; 2 senior, según el modelo de medición de Colombia (Colciencias, 2017), con productos de alta calidad científica

y tecnológica (SENNOVA, 2017). Para liderar las acciones de GC, SENNOVA vinculó un grupo de gestores de conocimiento los cuales son responsables de la implementación de políticas y acciones en el ámbito nacional.

Identificación de la producción de conocimiento en SENNOVA durante 2014-2017, especificando los tipos de productos: Para ello se tomó como referencia el Modelo de reconocimiento de grupos de investigación 2018 (Colciencias, 2018) que identifica cuatro grupos de productos: Los resultados de actividades de generación de nuevo conocimiento; los resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación; los resultados de actividades de apropiación social del conocimiento; y las actividades relacionadas con la formación de recurso humano para la CTi, para los cuales, teniendo el nivel de formación del SENA, no se tuvieron en cuenta.

Priorización de líneas SENNOVA para GC: SENNOVA está estructurada con tres programas y 9 líneas, tal como aparece en la Figura 3, y por ello antes de iniciar un proceso de GC fue fundamental identificar mediante un taller con expertos, las líneas de SENNOVA con mayor madurez frente a las acciones propias de este proceso (Identificar, crear, almacenar, compartir y utilizar (Probst et al., 2000)).

Figura 3. Estructura SENNOVA, programas y líneas



Fuente: (SENNOVA, 2017)

Para la calificación se utilizó una matriz de impacto cruzado y se determinó el grado de madurez de cada una de las líneas mediante una escala Likert siguiendo de acuerdo a la escala presentada en la Figura 1, en cuanto a niveles de madurez de procesos.

Definición de momentos de medición y proyección: Dado que SENNOVA es un proceso en maduración y consolidación, y por tanto su modelo de GC presenta el mismo comportamiento, en taller con los expertos institucionales, se definieron dos momentos para la medición y uno de proyección:

- 2012 con el acuerdo 003 de 2012 Políticas y Directrices para el manejo de la inversión para la competitividad (SENA, 2012), se establecen los elementos esenciales para madurar el proceso de gestión de la innovación y la competitividad, que posteriormente será denominado SENNOVA.
- 2018 como el momento en el cual desde SENNOVA se ha consolidado un equipo nacional de GC, se está finalizando la implementación de una plataforma informática de GC y se ha formado a la comunidad SENA en términos de lo que significa la GC.
- 2028 se definió como el año en el cual el sistema de GC no solo hace parte del SENNOVA, si no que ha sido transferido e implementado en toda la institución.

Diagnóstico de GC: La aplicación se dio por medio de dos formularios a los gestores del conocimiento, dos expertos por cada línea SENNOVA y a directivos. Los formularios fueron adaptadas por la empresa TecKnowledge en 2013 a partir de Durango Yepes, (2009).

El primer formulario (ver Tabla 2) se orientó a la identificación de la frecuencia e importancia de algunas actividades de GC, lo que permite identificar la relación entre la importancia percibida y el desarrollo de actividades propias de la GC.

Tabla 2. Formulario para identificar la frecuencia e importancia de algunas actividades asociadas con GC en Investigación y Desarrollo.

FRECUENCIA						IMPORTANCIA						
SIEMPRE	FRECUENTEMENTE	ALGUNAS VECES	RARAS VECES	NUNCA	NO SÉ	¿Con que frecuencia está usted creando nuevo conocimiento con respecto a su trabajo diario?	MUY IMPORTANTE	IMPORTANTE	INDECISO	MENOS	SIN IMPORTANCIA	NO SE
1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
						La creación de nuevo conocimiento está soportada por...						
						Conversaciones con expertos realmente aplicadas						
						Realización de simposios conjuntos entre Centros						
						Realización de proyectos innovadores en asocio con otros Centros						
						Elaboración de proyectos innovadores con base en las ideas de investigación generadas en los grupos de investigación o por los programas del Centro						
						Utilización de un inventario de habilidades y expertos.						
						Referenciación del trabajo de otros Centros						
						Referenciación de trabajo de los grupos de investigación de otros Centros						
						Creación de equipo de trabajo interdisciplinario						
						Trabajo interdisciplinario entre áreas						

						Creación de estrategias para la transferencia de conocimiento de SENNOVA a otros programas								
						Creación de un sistema, por parte del SENA para la transferencia de conocimiento entre áreas								
						Asociación formal con otras entidades, entes u organismos investigadores								
						Difusión de datos, metodologías, resultados o proyectos a través de Sistemas de Información dentro del Centro hacia otras áreas o Centros de Formación								
						Participación del Centro en eventos académicos								
						Banco de ideas, de historias, lecciones aprendidas, mapas de la Unidad								
						Documentación de manejo de proyectos formulados y/o ejecutados por el Centro								
						Utilización de bases de datos								
						Publicación de los resultados de las investigaciones o ejercicios prácticos en revistas indexadas								
						Capacitación aprendices e instructores sobre procesos y temas de interés general para la comunidad								
						Seguimiento de resultados de las acciones implementadas por SENNOVA								
						Apoyo por parte del Centro a SENNOVA para la participación en eventos académicos								
						Presentación de los proyectos del Centro en ambientes virtuales, redes, eventos internacionales, entre otros								
						Seguimiento de nuevas ideas o temas de investigación surgidos de los proyectos terminados								
						Ejecución de trabajos de grado en maestrías y tesis de estudiantes de la Universidades aliadas								
						Software que ayude al grupo a organizar sus actividades								
						Intranets								
						Herramientas de simulación								
						Minería de datos								

Fuente: adaptado por TecKnowledge, 2013 a partir de Durango Yepes, (2009)

El segundo formulario se diseñó para determinar el grado de madurez del programa SENNOVA en cuanto a nueve actividades propias de GC, tal como se presenta en la . Tabla 3. La escala de madurez se configuró adaptando lo planteado en la Figura 1, de manera descriptiva a las condiciones particulares de SENNOVA en relación a GC.

Tabla 3: Formulario de valoración en relación con la madurez en GC de SENNOVA

ESCALA	5	4	3	2	1
Recolección de conocimiento	SENNOVA incentiva al personal médico e investigadores en la recolección de conocimiento interno y externo.	El personal docente e investigadores están involucrados en la recolección de conocimiento interno y externo	SENNOVA está considerando motivar al personal médico e investigadores en la recolección de conocimiento interno y externo	SENNOVA sabe la importancia, pero no se lleva a cabo la motivación a los médicos e investigadores en la recolección de conocimiento interno y externo	SENNOVA no tiene interés en motivar al personal médico e investigadores en la recolección de conocimiento interno y externo
Creación de nuevo conocimiento	SENNOVA anima al personal docente, investigadores, grupos de investigación en la producción de nuevo conocimiento	El personal docente e investigadores están involucrados en la producción de nuevo conocimiento	SENNOVA está considerando animar a los médicos e investigadores para lograr involucrarlos en la producción de conocimiento	SENNOVA sabe la importancia, pero no se lleva a cabo la incentivación a los médicos e investigadores en la producción de nuevo conocimiento	SENNOVA no tiene interés en incentivar la producción de nuevo conocimiento de su personal médico e investigadores
Transferencia de conocimiento	Los modos interpersonales, mecánicos y electrónicos de Transferencia del conocimiento (*TC) son usados totalmente	Los modos interpersonales, mecánicos y electrónicos de TC son usados parcialmente	El Centro está considerando el uso de los modos interpersonales, mecánicos y electrónicos de TC	El Centro conoce la importancia de la transición de conocimiento a través de modos interpersonales, mecánicos y electrónicos, pero no la trabaja	El Centro no considera importante la transferencia de conocimiento
Compartir conocimiento	SENNOVA anima al personal a pensar creativamente, interactuar en equipo y demostrar trabajos y visiones que otros puedan entender fácilmente	SENNOVA anima parcialmente al personal a pensar creativamente, interactuar en equipo y demostrar trabajos y visiones que otros puedan entender fácilmente	SENNOVA está considerando animar al personal a pensar creativamente, interactuar en equipo y demostrar trabajos y visiones que otros puedan entender fácilmente.	SENNOVA conoce la importancia, pero no anima al personal a pensar creativamente, interactuar en equipo y demostrar trabajos y visiones que otros puedan entender fácilmente.	SENNOVA no está interesada en estimular al personal a pensar creativamente, interactuar en equipo y demostrar trabajos y visiones que otros puedan entender fácilmente
Almacenamiento de conocimiento en depósitos	SENNOVA almacena conocimiento formal e informal en un proceso organizado y sistematizado	SENNOVA almacena parcialmente conocimiento formal e informal	SENNOVA está planeando un proceso organizado y sistematizado para almacenar conocimiento	SENNOVA conoce la importancia, pero no está llevando a cabo el proceso de almacenamiento de conocimiento formal e informal	No existen depósitos para el almacenamiento del conocimiento
Utilización del conocimiento	El personal usa conocimiento creado y capturado para mejorar la efectividad en sus procesos médicos y administrativos	El personal usa parcialmente conocimiento creado y capturado para mejorar la efectividad en sus procesos médicos y administrativos	El personal está considerando el uso de conocimiento creado y capturado para mejorar la efectividad en sus procesos médicos y administrativos	El personal conoce la importancia, pero no está usando el conocimiento creado y capturado para mejorar la efectividad en sus procesos médicos y administrativos	El personal no tiene interés en mejorar los procesos médicos y/o administrativos a través de la gestión del conocimiento

Recompensa por nuevo conocimiento	SENNOVA recompensa a su personal por las ideas creativas o los nuevos proyectos	SENNOVA recompensa parcialmente a su personal por las ideas creativas o los nuevos proyectos	SENNOVA está considerando recompensar a su personal por las ideas creativas o los nuevos proyectos	SENNOVA conoce la importancia, pero no recompensa las ideas creativas o los nuevos proyectos emprendidos por su personal	SENNOVA no recompensa a su personal por las ideas creativas o nuevos proyectos
Visión compartida en el conocimiento	El desarrollo de conocimiento de SENNOVA está basado en una visión compartida	El desarrollo de conocimiento de SENNOVA está parcialmente basado en una visión compartida	SENNOVA está considerando el desarrollo de conocimiento basado en una visión compartida	SENNOVA conoce la importancia del desarrollo de conocimiento basado en una visión compartida pero no lo lleva a cabo	SENNOVA no tiene interés en el desarrollo de conocimiento basado en una visión compartida
Liderazgo reconocido hacia la Gestión del Conocimiento	La dirección de SENNOVA está comprometida en adquirir, crear, compartir, utilizar y almacenar conocimiento	La dirección de SENNOVA y está parcialmente comprometida en adquirir, crear, compartir, utilizar y almacenar conocimiento	SENNOVA quiere comprometerse con el proceso de adquirir, crear, compartir y almacenar conocimiento	SENNOVA conoce la importancia de adquirir, crear, compartir y almacenar conocimiento, pero no lo lleva a cabo	SENNOVA no tiene interés por el proceso de gestión del conocimiento: adquirir, crear, compartir y almacenar

Fuente: adaptado por TecKnowledge, 2013 a partir de Durango Yepes, (2009)

3. Desarrollo y resultados:

Identificación de la producción de conocimiento en SENNOVA durante 2014-2017, especificando los tipos de productos: Para la identificación y contabilización de los productos SENNOVA se usaron los datos reportados en el Geoportal Estadístico¹ SENNOVA, (2019). Siguiendo la estructura definida por Colciencias, (2018); cómo se puede observar en la Tabla 4 el crecimiento de la producción en las diferentes tipologías de productos es significativo para el periodo analizado, lo que es un indicador indirecto del aprendizaje de la organización.

Tabla 4. Productos resultado de la generación de conocimiento en el marco de SENNOVA, 2014-2017

Producto	Año				Total general
	2014	2015	2016	2017	
Artículos de investigación A1	4	3	14	24	45
Artículos de investigación A2	8	6	12	12	38
Artículos de investigación B	2	13	12	20	47
Artículos de investigación C	8	13	16	14	51
Artículos de investigación D	11	38	72	89	210
Capítulos de libro resultado de investigación	10	36	64	37	147
Contenidos multimedia	1	16	61	100	178
Diseños Industriales Otorgados	0	0	0	1	1
Diseños Industriales Solicitados	1	2	5	4	12

Eventos de divulgación científica para empresas.	12	43	94	121	270
Eventos de divulgación científica y tecnológica propios	21	101	199	216	537
Informes técnicos entregados a la industria	7	37	64	44	152
Informes técnicos vinculados al laboratorio	27	61	96	82	266
Libros resultado de investigación	7	24	38	29	98
Marcas registradas	0	7	2	5	14
Modelos de Utilidad Otorgados	0	0	0	1	1
Modelos de Utilidad Solicitados	0	0	2	0	2
Normas técnicas certificadas	0	30	55	10	95
Nuevas razas animales	0	0	1	0	1
Nuevos desarrollos alrededor de metodologías de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	5	28	39	46	118
Obras o productos de investigación-creación en artes, arquitectura y diseño	1	14	28	36	79
Patentes Solicitadas	1	1	3	2	7
Prototipos funcionales desarrollados	24	61	158	172	415
Publicaciones en libros de divulgación	13	30	63	58	164
Publicaciones en revistas de divulgación	53	114	245	297	709
Variedades vegetales	0	0	1	12	13
Software registrado	1	12	23	24	60
Start-ups y spin-offs	6	0	7	6	19
Funcionarios que participan en los eventos de divulgación	391	844	1605	2175	5015
Aprendices que participan en los eventos de divulgación	540	1470	2461	3208	7679
Funcionarios Sena en ponencias nacionales	71	200	492	754	1517
Aprendices en ponencias nacionales	58	258	598	1149	2063
Funcionarios Sena en ponencias internacionales	5	30	64	72	171
Aprendices en ponencias internacionales	0	78	66	95	239
Aprendices que participan en semilleros de investigación	396	1213	2088	3042	6739
Alianzas o colaboración con grupos de investigación	22	70	124	179	395

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la medición de impacto y disponibles en línea (SENNOVA, 2019)

Priorización de líneas SENNOVA para GC: Siguiendo una metodología de análisis multicriterio enfocada en modelos de madurez, se identificó como suma simple la madurez de las 9 líneas de SENNOVA, tal como aparece en la Tabla 5.

Tabla 5. Líneas SENNOVA y su madurez en cuanto a GC

Líneas SENNOVA	Identificar	Crear	Almacenar	Compartir	Utilizar	Suma
Grupos y Semilleros de Investigación	4	3	4	4	2	17
Tecnoacadémias	3	2	4	3	2	14
Tecnoparques	4	3	4	4	3	18
Fomento al desarrollo tecnológico Empresas	1	1	1	1	1	5
Servicios Tecnológicos	1	1	1	1	1	5
Extensionismo Tecnológico	1	0	0	1	2	4
Modernización de ambientes de formación	2	1	3	4	3	13
Concursos de tecnologías	2	2	2	4	2	12
Apropiación y cultura de la CTi	1	1	1	4	3	10

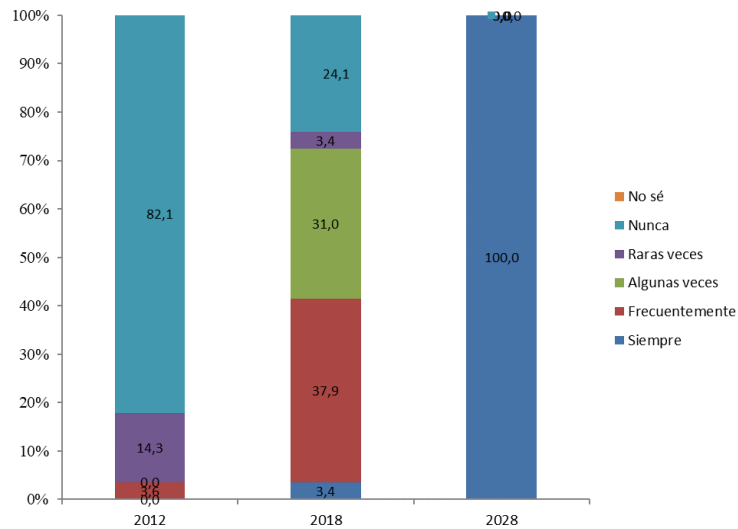
Fuente: Elaboración propia como resultado de un taller con expertos.

De los resultados, se define que las líneas Grupos y Semilleros de Investigación, Tecnoacadémias y Tecnoparques son las más maduras en cuanto a GC y por ello serán las valoradas en los pasos siguientes. Las otras líneas aún se encuentran en etapas de consolidación.

- Aplicación de las herramientas de diagnóstico

La Figura 4 presenta los resultados en cuanto a la frecuencia de la realización de acciones de GC, donde se evalúan la intensidad con que se desarrollan las actividades de GC, para las 28 variables analizadas, se puede observar que en 2012 la realización de actividades de GC en cuanto a investigación y desarrollo es muy poco representativo (96.43% “Nunca” se desarrollan actividades de GC); para 2018 con la implementación del sistema y la explicitación de la estrategia el crecimiento en el desarrollo de actividades de GC es significativo (68% aproximadamente reconocen las actividades de GC como “Frecuentemente” y “Algunas Veces”); y para 2028 la perspectiva es que cada actividad desarrollada en SENNOVA sea a la luz de GC (100% “Siempre”).

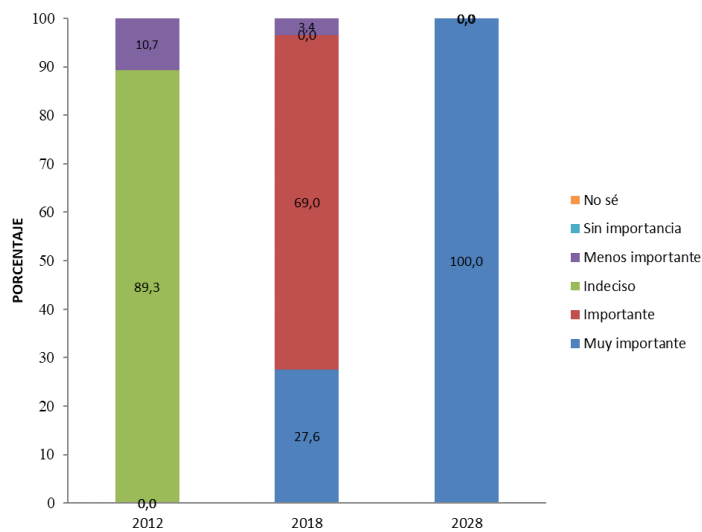
Figura 4. Frecuencia de la realización de actividades de gestión del conocimiento en SENNOVA 2012- 2018 y proyección 2028



Fuente: Elaboración propia como resultado una encuesta con personal SENNOVA.

En la Figura 5, se puede observar el crecimiento de la importancia de la GC para SENNOVA, transitando por una visión de total desconocimiento de la importancia en 2012 (aproximadamente el 89,29% hacía referencia a “Sin importancia”), a un reconocimiento medio en 2018 (27.59 identifican que las actividades de GC son “Muy importantes”) y con la esperanza de un total reconocimiento de la importancia en 2028 (100% identificarán que las actividades de GC son “Muy importantes”). Este punto es fundamental dado que dimensionar un proceso como importante en la gestión institucional implica la inclusión de acciones planificadas y de recursos.

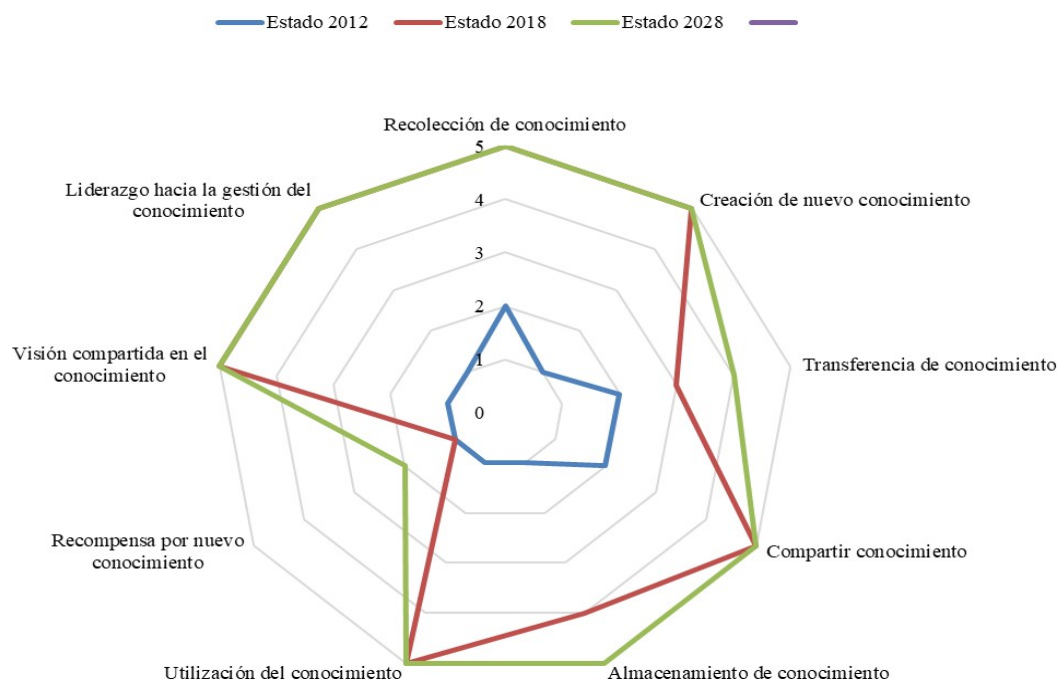
Figura 5. Importancia de actividades de gestión del conocimiento en el SENNOVA 2012- 2018 y proyección 2028



Fuente: Elaboración propia como resultado una encuesta con personal SENNOVA.

La herramienta orientada a valorar la madurez en GC del proceso de I+D en SENNOVA dio como resultado, como se observa en la Figura 6, que el proceso de GC en 2012 es de carácter incipiente, para 2018 se presenta una maduración significativa en casi todas las actividades de GC, y para 2028 se espera contar un sistema maduro; sin embargo las actividades de recompensar por la generación de nuevo conocimiento presentan un bajo nivel de madurez; SENNOVA conoce la importancia, pero no recompensa las ideas creativas o los nuevos proyectos emprendidos por su personal.

Figura 6. Maduración del proceso de GC en SENNOVA 2012-2018 y proyección 2028



Fuente: Elaboración propia como resultado una encuesta con personal SENNOVA.

4. Discusión y análisis:

SENNOVA es un sistema en proceso de constante maduración, el cual cuenta con un presupuesto de I+D cuatro veces superior al de la Universidad Nacional de Colombia para el año 2018 (SENA, 2018; UNAL, 2017), lo que implica que los resultados asociados y la maduración del sistema en cuanto a GC son acordes a los recursos asignados.

La generación de productos de alta calidad científica como son 45 artículos A1, la solicitud de patentes y el desarrollo de Software así como otros productos, tal como aparece en la Tabla 4, son evidencia empírica de la maduración de la GC y la apropiación por parte del personal vinculado a SENNOVA.

En cuanto a la priorización de líneas como se ve en la Tabla 5, es común encontrar que dentro de una organización robusta, diferentes procesos, donde algunos son más maduros que otros, y este es el caso de las líneas denominadas Grupos y Semilleros, Tecnoparques y Tecnoacadémias, las otras líneas están en proceso de consolidación, esto es consecuente en los procesos de evaluación de la madurez tal

como lo señala Durango Yepes, (2015, p. 2) quien resalta que la -evaluación de las tecnologías para la gestión del conocimiento actualmente en práctica, identifican áreas de proceso clave- donde el sistema es más consolidado y maduro.

La Figura 4 y la Figura 5 muestran un escenario muy ambicioso en cuanto a la frecuencia e importancia de las acciones de GC del 100% para 2028, sin embargo, para 2018 el escenario presenta un sistema en consolidación, luego de seis años de trabajo e inversiones, donde un 24% consideran que nunca se desarrollan acciones de GC y 31% solo algunas veces, esto implica que aún el nivel gerencial del sistema no se ha implementado y desarrollado completamente y de acuerdo con los niveles de madurez presentado en la Figura 1, se presenta como un sistema reactivo.

La organización, como se muestra en la Figura 6, da importancia a los diversos mecanismos para compartir y difundir conocimientos; sin embargo, el plan de transferencia aún presenta un grado de madurez en definición, y para la recompensa por nuevo conocimiento, de estado inicial, de acuerdo a la escala presentada en la Figura 1. Ello deja como retos institucionales la destinación no solo de recursos, sino también la definición de políticas y acciones que impliquen el cierre de brechas, las cuales a pesar de ser evidentes no se han priorizado en la planeación organizacional a corto plazo (SENNOVA, 2017).

5. Conclusiones

La implementación de un proceso de GC dentro de una organización está condicionado a la definición de una estrategia clara, la destinación de los recursos suficientes, la socialización y formación que permitan entender y apropiarse la GC.

La maduración de la GC requiere homogenizar sus componentes, es por ello que El SENA debe definir políticas claras para el uso de recursos y de esta manera realizar el cierre de brechas principalmente en transferencia de conocimiento y recompensa por nuevo conocimiento, más aún con la misión y compromiso con el país en el desarrollo en CTi.

A pesar de que actividades de GC son consideradas como muy importantes, el desarrollo de estas no es proporcional, lo que implica la necesidad de acciones de mejora en este tema. Por otro lado, dado el grado de madurez las líneas denominadas Grupos y Semilleros, Tecnoparques y Tecnoacademia se deben desarrollar transferencia de lecciones aprendidas y buenas prácticas.

Las herramientas empleadas para el diagnóstico de la GC dentro de SENNOVA como punto de partida se convierten en un referente para evaluar la GC al interior de las IES, puesto que incorporan los elementos esenciales de un proceso de investigación y desarrollo tecnológico.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen al equipo nacional de gestión del Conocimiento del SENA, liderado por Stephania Aragón Rojas, por su acompañamiento, trabajo en equipo y apoyo en la construcción y aplicación de las herramientas, al igual que a SENNOVA, por la financiación del proyecto.

7. Referencias.

- Arboleda, R.A., Olaya Dávila, A., 2012. La financiación en actividades de ciencia tecnología e innovación en Colombia y su evidencia en la edit manufacturera IV (2007-2008), in: III Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación. p. 15.
- Bender, S., Fish, A., 2000. The transfer of knowledge and the expertise: the continuing need for global assignments. *J. Knowl. Manag.* 4, 125–137.
- CIDI, 2019. Otros Programas CIDI Programa Gestión del Conocimiento | UPB [WWW Document]. Sitio Web .URL <https://www.upb.edu.co/es/investigacion/capacidades/otros-programas-cidi/programa-gestion-conocimiento> (accessed 4.4.19).
- Colciencias, 2018. Modelo de reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2018 (No. Modelos de medición), Modelo de medición de grupos de investigación. Bogotá D.C, Colombia. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Colciencias, 2017. Resolución 1490 de 2017: Resultados de la convocatoria 781 de 2017, Medición de grupos e investigadores.
- Congreso de Colombia, 1996. Ley 344 De 1996: Por la cual se dictan normas tendientes a la racionalización del gasto público, se conceden unas facultades extraordinarias y se expiden otras disposiciones.
- Congreso de Colombia, 1992. Ley 30 de Diciembre 28 de 1992; Por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. *El Congr. Colomb.* 26.
- Davenport, T.H., Prusak, L., 1998. *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know, Ubiquity.*
- Harvard Business School Press. <https://doi.org/10.1521/bumc.2010.74.1.78>
- Domínguez, L., Brown, F., 2004. Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana. *Rev. la CEPAL* 83, 135–151.
- Drucker, P., 1996. The shape of things to come. *Lead. to Lead.* <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.12.037>
- Durango, C., Pérez, J., 2013. Análisis comparativo de los modelos de madurez de la gestión del conocimiento en grandes empresas de Medellín-Colombia. *Bibl. Digit. la Asoc. Latino-Iberoamericana Gestión Tecnológica* 1.
- Durango Yepes, C.M., 2015. Evaluación de las tecnologías para la gestión del conocimiento. *Dimens. Empres.* 13, 205. <https://doi.org/10.15665/rde.v13i2.537>
- Durango Yepes, C.M., 2009. Fundamentos para la medición de la gestión del conocimiento.
- Durango Yepes, C.M., Quintero Muñoz, M.E., Ruiz González, C.A., 2015. Metodología para evaluar la madurez de la gestión del conocimiento en algunas grandes empresas colombianas. *Tecnura* 19, 20–36. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.1.a01>
- Escobar, J.F., Fernandez-Jardon, C.M., Bedoya, I.B., 2017. Los generadores de conocimiento dentro de los Sistemas Regionales de Innovación (SRI). *Espacios Generation*, 1.
- Fernández, F.G., Borjas, A.E.C., 2008. Los equipos de trabajo: una práctica basada en la gestión del conocimiento. *Visión Gerenc.* 7, 45–58.
- John, J., Nelis Johan, 2008. *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*, Second. ed. Oxford, UK.
- Liberona, D., Ruiz, M., 2013. Análisis de la implementación de programas de gestión del conocimiento en las empresas chilenas. *Estud. Gerenciales* 29, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2013.05.003>
- Medina Noguera, D., Nogueira Rivera, D., Medina León, A., Suarez H., J., 2016. Procedimiento para el diagnóstico de la gestión del conocimiento. *Retos la Dir.* 10, 168–192.
- Mejía Correa, A.M., Vesga Vinchira, A., Gaviria Velásquez, M.M., 2018. Gestión del conocimiento científico en la Universidad de Antioquia: integración de herramientas para la formulación de una estrategia. *INNOVAR. Rev. Ciencias Adm. y Soc.* 28, 175–190. <https://doi.org/10.15446/innovar.v28n69.71>
- Muñoz, B., Riverola, J., 1997. *Gestión del Conocimiento*, Biblioteca IESE de Gestión de Empresas. Univ. Navarra.
- Perez-Soltero, A., Soto, V., 2011. Diagnóstico de los procesos de la gestión del conocimiento: Caso de una empresa del sector restaurantero del noroeste de México. ... *Produção em Foco.*
- Perez-Soltero, A., Soto, V.L., Valenzuela, M.B., Duarte, J.A.L., 2013. Un diagnóstico de la gestión del conocimiento en las pymes del sector restaurantero para identificar áreas de mejora en sus procesos productivos. *Intang. Cap.* 9, 153–183. <https://doi.org/10.3926/ic.381>

- Pérez, M., Gutiérrez, M., 2008. Gestión del conocimiento en las organizaciones. Fundamentos, metodología y praxis. Probst, G., Raub, S., Romhardt, K., 2000. *Managing Knowledge: Building Blocks for Success*. England.
- Ramos Lara, K.J., 2012. El conocimiento activo intangible estratégico en las empresas. *Orinoco, Pensam. y Prax.* 37–48. Ríos, T., 2012. La gestión del conocimiento y la educación superior universitaria. *Rev. Gestión en el Terc. Milen.* 15, 43–48.
- Rocha, M.I.M., Salgado, M.C., 2013. Gestión Del Conocimiento Y Su Importancia En Las Organizaciones. *Knowl. Manag. its importance Organ.* 25–35.
- Rodríguez, D., 2006. Modelos para la creación y gestión del conocimiento: Una aproximación teórica. *Educación* 25–39.
- Rodríguez, M.&, González, J., 2013. Gestión del Conocimiento y Capital Intelectual, a través de modelos universitarios. *Rev. Económicas CUC* 34, 85–116.
- SENA, 2018. INFORME PRESUPUESTO DE GASTOS LEY 2017 - 2018.
- SENA, 2012. Acuerdo 003 de 2012 Políticas y Directrices para el manejo de la inversión para la competitividad.
- SENNOVA, 2019. Geoportal SENNOVA [WWW Document]. Inf. estadísticos. URL <http://geoportal.sennova.co/> (accessed 3.10.19).
- SENNOVA, 2017. Plan de Acción 2018: SENNOVA [WWW Document]. URL www.sena.edu.co (accessed 6.5.18).
- Soret Los Santos, I., 2007. Modelo de medición de conocimiento y generación de ventajas competitivas sostenibles en el ámbito de la iniciativa " respuesta eficiente al consumidor", (efficient consumer response) ERC. *Econ. la Empres. Universidad Rey Juan Carlos*.
- Tordecilla Díaz, O., 2014. Propuesta Conceptual de un Modelo de Gestión del Conocimiento para una Universidad Pública : Caso Facultad de Ingeniería Universidad de Córdoba . *Rev. Ing. e Innovación* Vol. 2, 12–22.
- UNAL, 2017. Anteproyecto de Presupuesto 2018 Gerencia Nacional Financiera y Administrativa.
- Visbal, S.M.A., Nuñez Hernandez, M., Artilles Visbal, S.M., Hernández, M.N., 2013. Propuesta de pautas para la Identificación del Conocimiento en el Perfeccionamiento Empresarial. *Propos. Guidel. Identif. Knowl. Bus. Improv.* 1, 1–18.
- Zuleyma Lattuf, L., 2012. La Gestión del Conocimiento como ventaja competitiva para las agencias de viajes y turismo 247.

Planeación en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT)

Eugenio López Ortega

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

elopez@iingen.unam.mx

Nadia Castillo Camarena

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

ncastilloc@iingen.unam.mx

Miriam Valdés Rodríguez

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

mvaldesr@iingen.unam.mx

Roberto Solís González

Posgrado de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

rsolis_glz@yahoo.com

Resumen

El objetivo del trabajo consiste en proponer una metodología para realizar procesos de planeación eficaces en Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT). La propuesta se basa en la experiencia de un CIyDT mexicano que ha realizado diversas iniciativas dirigidas a planear su desarrollo en el mediano y largo plazos.

La propuesta contempla la realización de tres etapas, cada una sustentada en meta-técnicas que permiten generar los conocimientos y acuerdos necesarios. Cada etapa corresponde a la identificación de la situación actual del CIyDT, el análisis de las tendencias dominantes en los temas de investigación de interés y, finalmente, la definición de las acciones requeridas para lograr construir o consolidar las competencias de la organización.

Se señala que el proceso de planeación debe considerar por separado los temas de investigación que son de interés para el CIyDT. También se señalan elementos de apoyo al proceso de planeación que son esenciales para la adecuada aplicación de la metodología propuesta. El trabajo presenta algunos ejemplos de los resultados de tales elementos de apoyo.

Se concluye en la necesidad de documentar procesos de planeación en CIyDT, que permitan a este tipo de organizaciones desarrollar las competencias tecnológicas adecuadas para responder a los requerimientos del mercado al que se dirigen.

Palabras clave

Planeación; Centros de investigación y desarrollo tecnológico; Vigilancia tecnológica; Prospectiva tecnológica, Mapas de ruta tecnológica

1. Introducción

El trabajo presenta la estructura de un proceso de planeación en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT) con base en la experiencia de diversas iniciativas desarrolladas en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM). De esta manera, el problema abordado se refiere a cómo realizar la planeación de CIyDT de tal manera que en el mediano y largo plazos la organización cuente

con las competencias que demanda el mercado al que sirve.

1.1 Planeación en CIyDT

Para la National Research Council (1987), la gestión de la tecnología es un proceso que incluye la planeación, dirección, control, desarrollo e implementación de competencias tecnológicas para dar forma y cumplir los objetivos estratégicos y operativos de una organización.

En el caso particular de los CIyDT, un reto fundamental que enfrentan consiste en alinear los esfuerzos de investigación y desarrollo con la estrategia organizacional, asegurando que estas actividades concuerden con las necesidades futuras del negocio y sus clientes (Comstock y Sjolseth, 1999).

Por lo tanto, un objetivo fundamental de la planeación en CIyDT consiste en construir competencias que en el mediano y largo plazos permitan enfrentar, eficaz y eficientemente, la demanda de soluciones a las necesidades del mercado al que atienden; es decir, requerimientos de empresas, entidades del sector público, organizaciones sociales, entre otros.

Las competencias de un CIyDT se pueden dividir en tres componentes básicos: disponibilidad de recursos humanos altamente calificados (conocimientos), laboratorios, talleres, software especializado, bibliotecas, administración adecuada, entre otros (infraestructura) y, la aplicación eficaz de los dos componentes anteriores para resolver problemas técnicos (experiencia en proyectos tecnológicos).

La construcción de las competencias de un CIyDT es un proceso de mediano y largo plazos que debe responder, tanto a las tendencias tecnológicas como a los requerimientos previstos de la demanda de soluciones técnicas.

Alrededor de la gestión de la tecnología en los últimos años se han desarrollado diversos esfuerzos dirigidos a normalizar el desarrollo de actividades relacionadas. Como ejemplos se pueden citar las normas mexicanas relacionadas con la gestión tecnológica: NMX-GT:001-IMNC-2007 Terminología; NMX-GT:002-IMNC-2008-Requisitos de Proyectos Tecnológicos; NMX-GT:003-IMNC-2008-Modelo de Gestión Tecnológica y NMX-GT:005-IMNC-2008-Auditorías de Tecnología para la ejecución de proyectos tecnológicos. Estas normas mexicanas tienen su referencia en otras normas desarrolladas por la Comunidad Europea.

Sin embargo, en la literatura especializada existe escasa documentación de la manera de realizar procesos integrales de planeación en CIyDT. Por esta razón, desde el año 2006 el IIUNAM se interesó en conocer la manera en que otras organizaciones dedicadas al desarrollo tecnológico realizaban sus procesos de planeación.

1.2 Antecedentes

En 2006 el IIUNAM realizó una encuesta dirigida a identificar la manera en que los centros dedicados a actividades de investigación y desarrollo tecnológico (CIyDT) en México realizaban su proceso de planeación (López-Ortega et al., 2006).

Los resultados mostraron que en dicho proceso se utilizaban diversas técnicas las cuales se dirigían a generar conocimientos en tres grandes etapas relacionadas con la planeación:

1. El reconocimiento de la situación actual de la organización
2. La definición de la situación objetivo en el futuro mediano

3. El establecimiento de rutas para pasar de la situación actual a la situación objetivo
Los CIyDT entrevistados señalaron dos principales dificultades relacionadas con el proceso de planeación:

- a. La expresión de los resultados del proceso de planeación que permitiera su comprensión y aceptación por parte de todos los involucrados en el desarrollo del CIyDT.
- b. La dificultad para establecer la situación objetivo que respondiera a las necesidades de bienes y servicios tecnológicos en el mercado al que principalmente servían.

La primera dificultad estaba relacionada con la reducida participación de los investigadores en el proceso de planeación. Solamente en el 19% de los CIyDT encuestados, todos los investigadores participaban en el proceso de planeación. Es decir, en la gran mayoría de los centros el proceso de planeación era realizado con la participación exclusiva de los directivos en turno.

La segunda dificultad era característica de los CIyDT públicos o universitarios los cuales no pertenecían a una empresa o corporación y por esta razón presentaban una cartera de clientes muy diversa y cambiante.

Con base en los resultados del trabajo señalado, se establecieron algunas conclusiones y recomendaciones; por ejemplo:

- La planeación en los CIyDT en México no respondía a un proceso sistemático en las organizaciones encuestadas. En la mayoría de los casos consistían en ejercicios aislados relacionados con la programación de actividades de corto y mediano plazos
- Los CIyDT en México utilizaban diversas técnicas en su proceso de planeación, pero carecían de un enfoque integral; es decir, no cubrían de una manera lógica las tres etapas de la planeación
- Se recomendaba que el proceso de planeación se dividiera por cada tema específico de investigación que resultará de interés para el centro y no abordar el contexto del centro sin distinguir los temas relevantes o emergentes de interés para su desarrollo
- En dicho proceso deberían participar todos los investigadores relacionados con cada tema de investigación analizado.

Con base en estas conclusiones y recomendaciones, en los siguientes años se desarrollaron diversas iniciativas para la realización de procesos de planeación en el IIUNAM. Con base en los resultados de dichas iniciativas se desarrolló una propuesta para llevar a cabo la planeación en CIyDT la cual aquí se presenta.

2. Etapas en un proceso de planeación en CIyDT

En la literatura especializada se señala un amplio conjunto de técnicas que se utilizan en procesos de planeación tecnológica. Por ejemplo, Popper (2011) señala más de 30 diferentes técnicas que aparecen en ejercicios de prospectiva tecnológica. Buena parte de las técnicas mencionadas también son utilizadas en otros ámbitos de la planeación tecnológica.

Frecuentemente las técnicas mencionadas se combinan para lograr generar resultados específicos en el proceso de planeación. Por ejemplo, para reconocer la situación actual de un CIyDT se pueden utilizar entrevistas, consultas Delphi, análisis bibliométrico, entre otras.

De esta forma, se pueden considerar como meta-técnicas aquellas herramientas que

utilizan un conjunto de técnicas, como las descritas por Popper (2011), con el fin de generar un conocimiento específico en el proceso de planeación. Así, para reconocer la situación actual de un CIyDT se puede utilizar la llamada vigilancia tecnológica la cual se sustenta en análisis bibliométricos, algunas técnicas estadísticas, consultas a expertos, entre otras.

Se puede señalar que una meta-técnica representa un conjunto de técnicas que se utilizan, de manera lógica, para lograr generar los conocimientos asociados a cada una de las tres etapas de la planeación: estado actual, estado deseado y camino a recorrer entre ambos estados.

Por otra parte, una enseñanza derivada a partir de las iniciativas desarrolladas por el IIUNAM relacionadas con su planeación, consiste en que ésta debe ser abordada por cada tema tecnológico que le interesa cultivar. Es decir, la planeación debe ser manejada no como un todo organizacional sino por cada uno de los temas de investigación que le resultan estratégicos para su desarrollo.

Con base en las ideas anteriores, se propone un proceso de planeación en la que participan tres meta-técnicas: vigilancia tecnológica, prospectiva tecnológica y mapas de ruta tecnológica (ver figura 1).

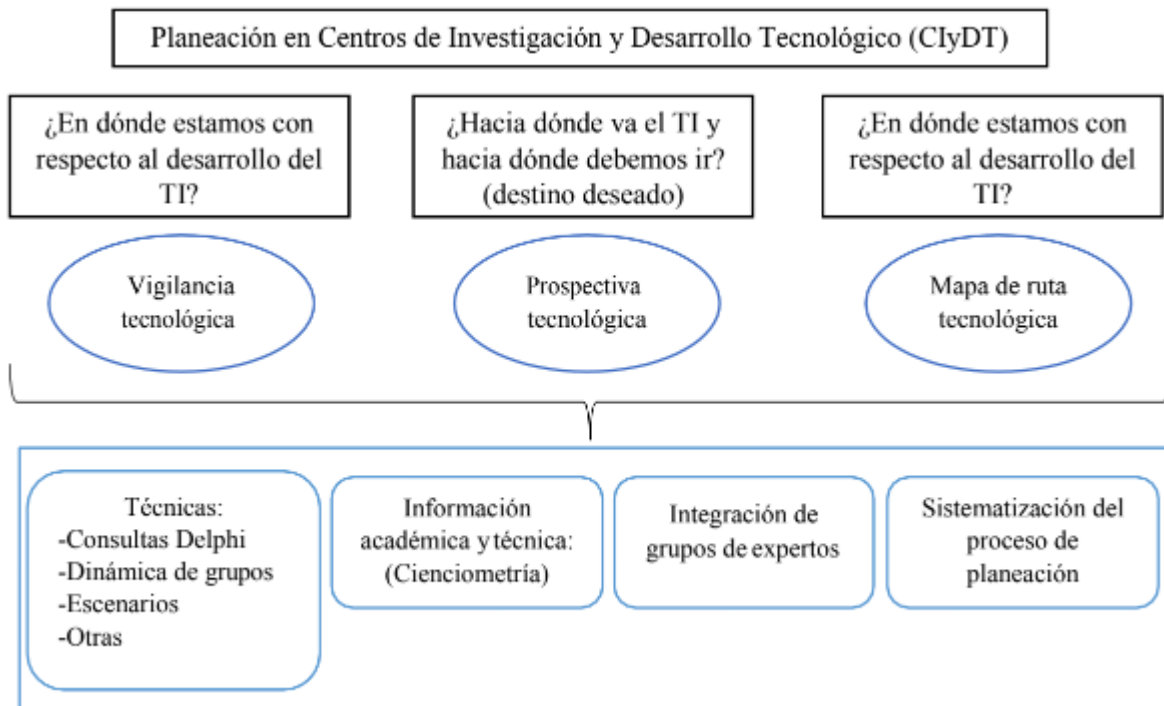
La vigilancia tecnológica permite ubicar la situación actual del CIyDT con respecto al desarrollo en que se encuentra un tema de investigación específico; tanto al interior de la organización como a nivel global.

La prospectiva tecnológica ofrece conocimientos con respecto a las tendencias dominantes en los temas de investigación analizados. Así es posible definir cuál es la situación objetivo del CIyDT en el futuro mediato.

El mapa de ruta tecnológica genera conocimientos relativos a las competencias que debe construir y/o fortalecer el CIyDT para lograr la situación objetivo en el tema de investigación correspondiente.

Las tres etapas de la planeación, sustentadas por las meta-técnicas señaladas, se apoyan en cuatro elementos básicos que les son comunes a las tres meta-técnicas: la utilización de diversas técnicas, la generación de información bibliométrica (también llamada cienciométrica), la integración de grupos de expertos en cada TI y, en el mediano plazo, la sistematización del proceso de planeación.

Figura 1. Esquema del proceso de planeación en Centros de Investigación y Desarrollo



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente apartado se comentan los principales elementos mostrados en la figura 1.

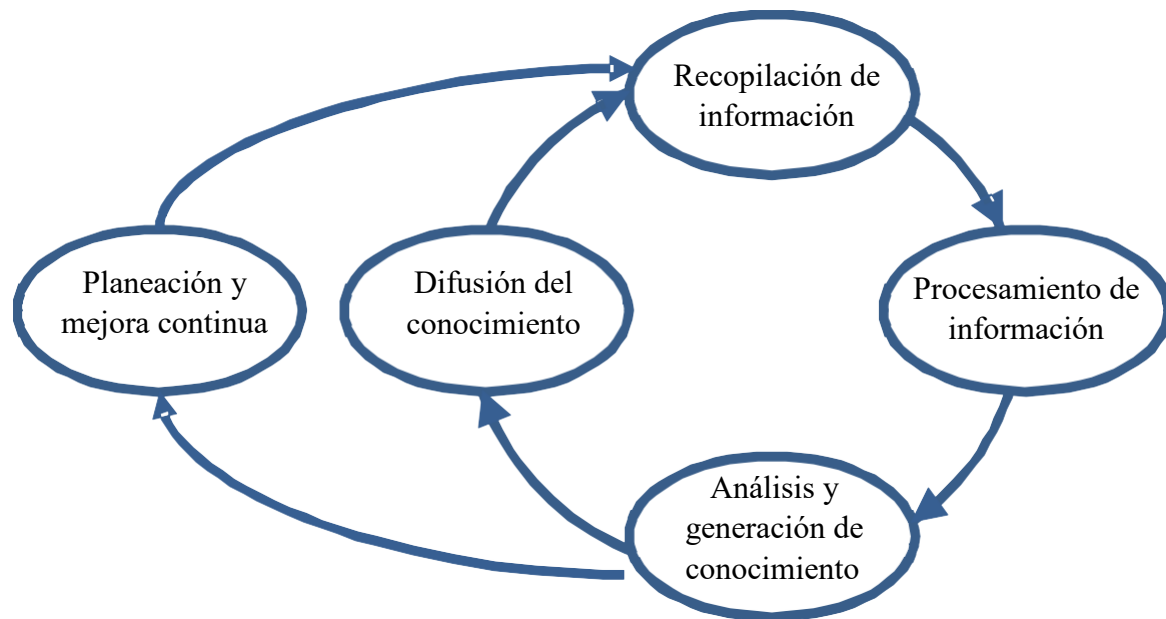
2.1 Vigilancia tecnológica

La vigilancia tecnológica consiste en el reconocimiento continuo del entorno mundial en los temas de interés para el CIyDT. Esta información sirve para establecer la situación actual de la institución con respecto a la actividad mundial dominante en el TI analizado.

La vigilancia tecnológica puede ser concebida como un ciclo desde un punto de vista sistémico, como lo muestra la figura 2. El ciclo inicia con la recolección de datos relevantes relacionados con el TI analizado. La información recolectada es procesada con el fin de facilitar su análisis por parte de expertos en dicho TI. Del análisis de la información se generan conocimientos referentes a la situación que guarda el tema de investigación. Posteriormente, los conocimientos son difundidos en la organización con fines de mejorar la toma de decisiones.

El primer ciclo inicia propiamente en una fase de planeación de la actividad de vigilancia tecnológica. Posteriormente la fase de planeación permite mejorar el desarrollo de un nuevo ciclo de vigilancia tecnológica.

Figura 2. Fases de la actividad de vigilancia tecnológica



Fuente: López-Ortega y Alcántara-Concepción (2011)

El IIUNAM emprendió ejercicios de vigilancia tecnológica en siete temas de investigación que consideró prioritarios para su desarrollo. Para ello, desarrolló un sistema de cómputo llamado SCIT que importa información de la base de datos especializada SCOPUS. En el apartado 3.3 se reseña con mayor detalle este sistema.

Asimismo, integró grupos de académicos con mayor experiencia en cada uno de los siete temas de investigación analizados. Estos grupos analizan la información procesada y representan la base del análisis y generación de conocimientos relacionados con el TI en cuestión.

Tanto la información que genera el SCIT como los grupos de académicos expertos fueron elementos relevantes para emprender la siguiente meta-técnica referente al desarrollo de prospectiva tecnológica.

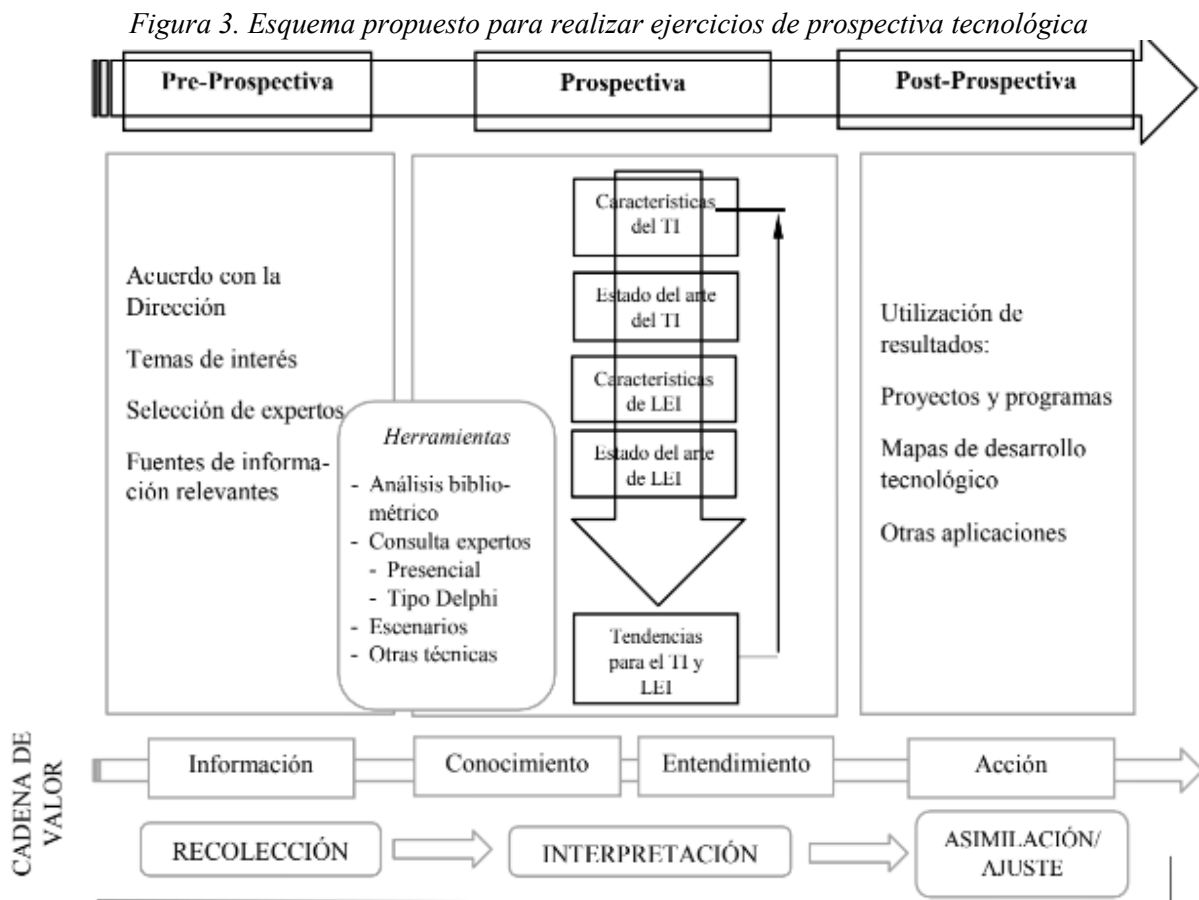
2.2 Prospectiva tecnológica

Yüksel y Cifci (2017) definen a la prospectiva como un proceso sistemático y multidisciplinario con combinaciones metodologías adecuadas para identificar áreas tecnológicas, económicas y sociales para priorizar inversiones e investigación a fin de determinar estrategias futuras a mediano o largo plazo utilizando todos los niveles de recursos, desde organizacionales hasta internacionales. La prospectiva de ciencia y tecnología ha tenido un importante desarrollo en las últimas décadas. Este desarrollo se ha dado en diferentes ámbitos: gobiernos nacionales, instituciones públicas y privadas, asociaciones, entre otras. En particular, una institución que lleve a cabo investigación, sobre todo final, debe estar preparada para adecuarse a los cambios en su entorno (De Lattre- Gasquet et al., 2003).

Los CIyDT son organizaciones en las que es relevante realizar procesos de prospectiva tecnológica por dos razones:

- Su actividad fundamental se localiza en la investigación y desarrollo tecnológico por lo que les resulta necesario conocer las tendencias dominantes en los TI en los que operan.
- Cuentan con personal experto en los TI de su interés lo que facilita la generación de conocimientos relacionados con las tendencias dominantes en dichos temas tecnológicos.

La figura 3 presenta un esquema para realizar ejercicios de prospectiva tecnológica adaptado de las propuestas de Labeledzka, J. (2011) y Öner, M., y Göl, S. (2007). Para la propuesta presentada en este trabajo y mostrada en la figura 3, la etapa de Pre-prospectiva corresponde al ejercicio de vigilancia tecnológica. Asimismo, la etapa de Post-prospectiva corresponde al desarrollo del mapa de ruta tecnológica.



Fuente: Castillo-Camarena et al. 2018

La propuesta mostrada en la figura 3 contempla el análisis de TI y también de Líneas Estratégicas de Investigación (LEI). Es decir, en los ejercicios de prospectiva de cada TI se deben identificar las LEI más relevantes para el desarrollo del tema de investigación. Estas LEI corresponden a las áreas del conocimiento que participan en el desarrollo del TI. Estas áreas se ejemplifican más adelante en el punto 3.1.

Los resultados de la meta-técnica de prospectiva tecnológica definen los destinos a alcanzar por el CIyDT para mantener su desarrollo y generar las competencias tecnológicas

requeridas en el mediano y largo plazos en el TI correspondiente. Estos resultados dan paso a la aplicación de mapas de ruta tecnológica.

2.3 Mapas de ruta tecnológica

De acuerdo con Wells et al. (2004) los Mapas de Ruta Tecnológica (MRT), o también conocidos como de desarrollo tecnológico, son una herramienta para apoyar la planeación tecnológica en las organizaciones; proporcionan la ruta a seguir para alcanzar las competencias de la organización que permitan satisfacer un conjunto de necesidades del mercado (Bray y Garcia, 1997) y alcanzar sus objetivos estratégicos (Caetano y Amaral, 2011; Cheng et al., 2016).

En este sentido, los MRT permiten organizar y presentar de forma visual información estratégica referente a los esfuerzos que hay que realizar para recorrer el camino entre la situación actual de la organización y los objetivos estratégicos planteados, ayudando a promover el consenso entre los tomadores de decisiones (Bloem et al., 2018).

La dimensión temporal de los MRT hace explícitas tres preguntas que una organización debe responder (Wells et al., 2004):

1. ¿A dónde queremos llegar?; es decir, la definición de la situación objetivo en el futuro mediato de la organización. Esta pregunta sustentada por la meta-técnica de prospectiva tecnológica.
2. ¿En dónde estamos ahora?; que corresponde al reconocimiento de la situación actual de la organización, identificada a través de la meta-técnica de vigilancia tecnológica
3. ¿Cómo llegamos allí?; es decir, el establecimiento de la ruta para pasar de la situación actual a la situación objetivo.

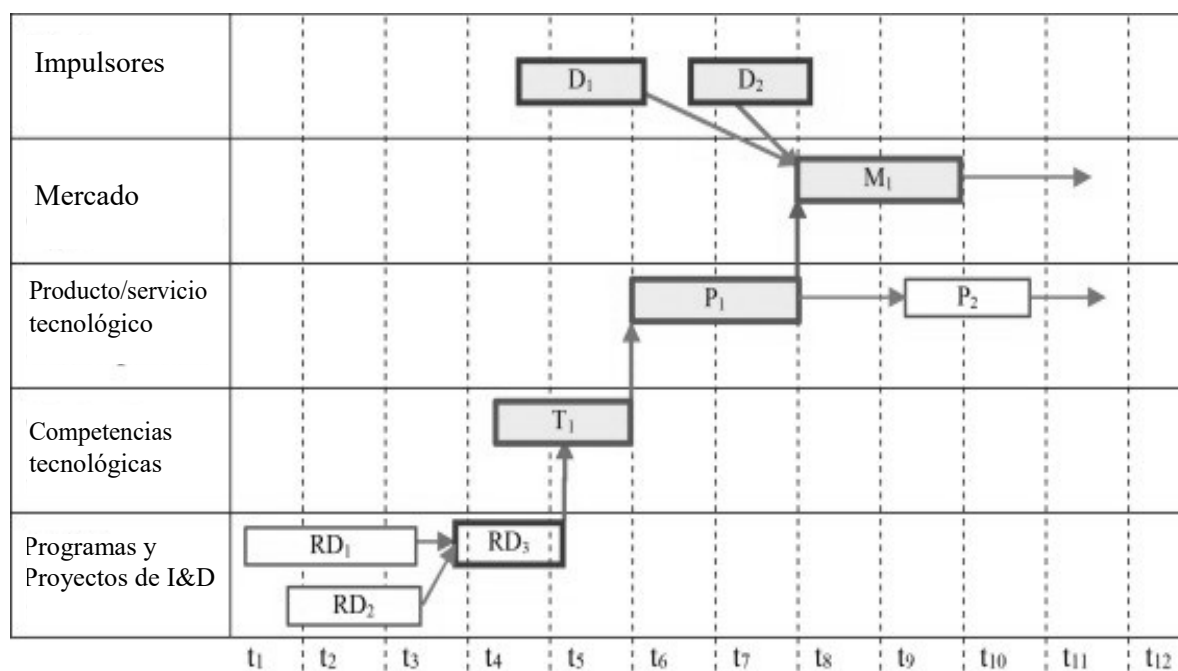
La figura 4 representa una forma de expresar un mapa de ruta tecnológica. Los programas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológicos sustentan la construcción o fortalecimiento de competencias tecnológicas en la organización. Tales programas y proyectos corresponden a diversos ámbitos: formación de recursos humanos, desarrollo de infraestructura, proyectos tecnológicos que generen experiencia institucional, etc.

Las competencias tecnológicas permiten ofrecer y desarrollar productos o servicios tecnológicos especializados de una manera eficaz. Por lo tanto, estos productos y servicios tecnológicos permiten satisfacer la demanda del mercado al que sirve el CIyDT.

Los impulsores del mercado corresponden a los requerimientos (actuales y/o futuros) de las organizaciones públicas, privadas o sociales. Por ejemplo, en el caso del desarrollo de infraestructura civil, los impulsores del mercado de productos y servicios tecnológicos corresponderán a las organizaciones públicas y privadas que regulan y desarrollan ese tipo de obras.

En el caso de los CIyDT que no están asociados a alguna organización productiva, la estrategia a seguir para su desarrollo corresponde a la llamada *technology-push*; es decir, requiere identificar la evolución de los temas de investigación en los que opera con el fin de identificar las posibles oportunidades futuras de productos (Fleury et al., 2006), (Caetano y Amaral, 2011).

Figura 4. Esquema para representar un mapa de ruta tecnológica de un tema de investigación



Adaptado de: Gerdstri, et al. (2018).

Las 3 meta-técnicas señaladas para desarrollar procesos de planeación en CIyDT, se sustentan en diversos elementos básicos que deben ser desarrollados en la organización. En el siguiente apartado se comentan tales elementos.

3. Los elementos básicos para la planeación en CIyDT

3.1 El compromiso de la dirección y la definición de temas de investigación

Un primer elemento básico para desarrollar un proceso de planeación en un CIyDT corresponde al compromiso de la dirección. Al igual que para incorporar cualquier norma relacionada con la operación de una organización (por ejemplo, un sistema de gestión de la calidad o alguna de las normas señaladas en el punto 1.1), el impulso permanente por parte de los órganos directivos de la organización representa un elemento fundamental. Este impulso se debe dar principalmente durante la etapa de implantación del proceso de planeación; pero también debe permanecer a lo largo del tiempo. De esta forma, la actividad de planeación se convertirá en una actividad cotidiana de la organización.

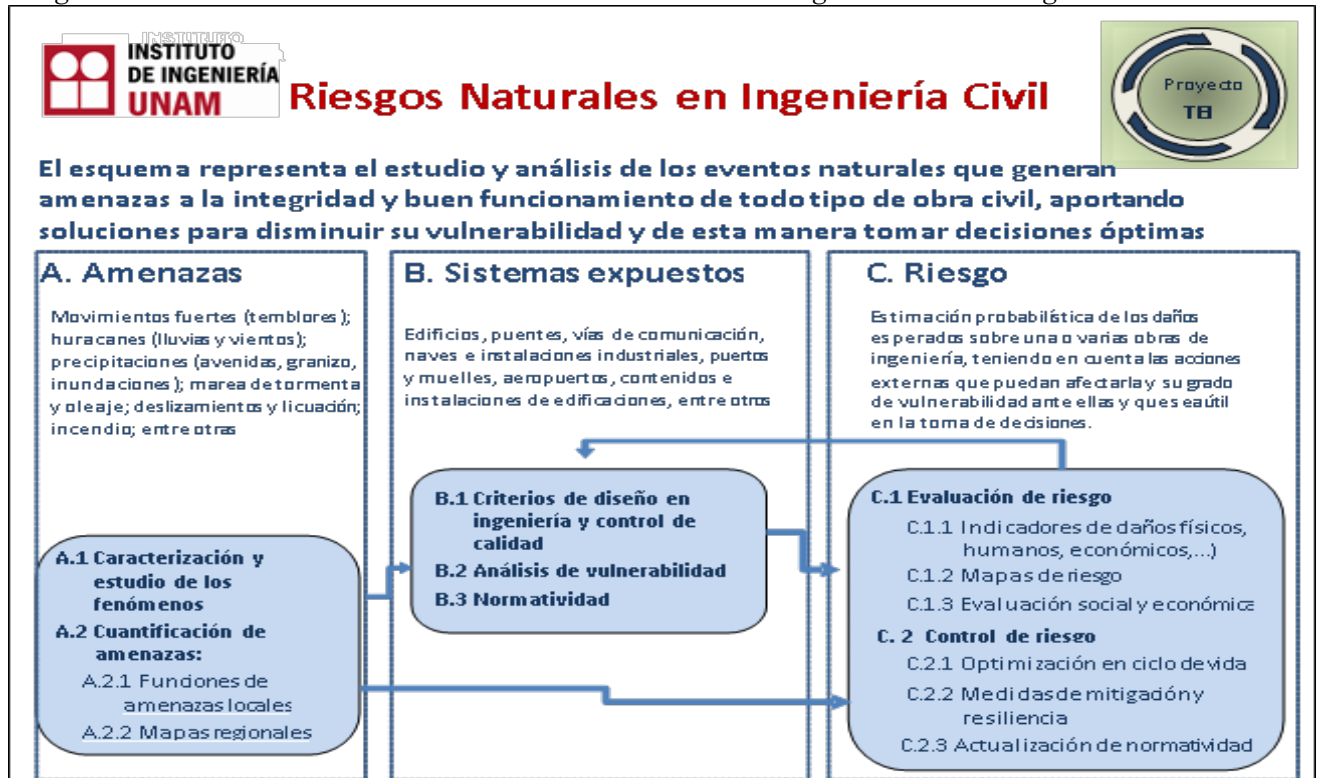
Contando con el compromiso de la dirección, otro elemento relevante es la definición de los temas de interés para la organización. Lo anterior significa que el proceso de planeación del CIyDT no se abordará como un todo, sino que se trabajará por cada Tema de Investigación (TI) que resulte de interés para la organización.

Puede haber TI en los que el CIyDT se encuentre bien posicionado en términos de sus competencias y otros en los que no lo esté pero que resulten de interés. Los esfuerzos que requiere el primero para su desarrollo serán diferentes a los correspondientes al TI de menor posicionamiento. Por lo tanto, es necesario realizar el proceso de planeación por separado.

Para cada TI de interés para el CIyDT y objeto del proceso de planeación, es necesario establecer la estructura de conocimientos que alimentan a dicho tema. Por ejemplo, en el IIUNAM se acordaron siete temas que resultaban estratégicos para su actividad futura. Uno de ellos se refería al diseño, construcción y operación de infraestructura civil segura y económica que respondiera adecuadamente a los riesgos generados por la naturaleza. Este TI correspondía a uno de gran competencia por parte de la institución; por lo tanto, se contaba con personal altamente calificado, con infraestructura avanzada y con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos tecnológicos exitosos.

De acuerdo con los académicos participantes, a este TI se le llamó Riesgos Naturales en Ingeniería Civil (RNIC). La estructura de conocimientos que alimenta al RNIC se muestra en la figura 5.

Figura 5. Estructura de áreas de conocimientos en el tema de Riesgos Naturales en Ingeniería Civil



Fuente: Elaboración propia

Se observa que se requieren conocimientos en tres áreas: el comportamiento de las amenazas naturales (por ejemplo, sismos); el diseño de los sistemas expuestos a tales amenazas, así como el análisis del nivel de riesgo y comportamiento de la infraestructura existente (López-Ortega et al; 2014). La definición de las tres áreas de conocimientos requeridos en el tema RNIC se realizó con la participación de los académicos expertos en dicho tema.

Esta definición de la estructura de conocimientos fue una de las primeras actividades realizadas por el grupo de expertos integrado para fines del proceso de planeación. La integración de grupos de expertos corresponde a otro elemento básico de la planeación en CIyDT como se señala en el siguiente apartado.

3.2 Integración de grupos de expertos

Para cada TI analizado se debe integrar un grupo de académicos expertos en dicho tema. En el caso de TI en los que el CIyDT cuente con un número adecuado (al menos 10 académicos expertos), el grupo puede integrarse con personal del mismo centro. No obstante, puede resultar pertinente integrar académicos expertos de otras organizaciones que estén interesados en participar en el proceso de planeación.

Cada grupo de expertos representa la fuente de conocimientos a generar en todo el proceso de planeación. Asimismo, dada la participación directa de los académicos del CIyDT, los resultados en cada etapa de la planeación serán asumidos como propios y, en consecuencia, su implementación será más fácil de ejecutar.

Un aspecto relevante a tomarse en cuenta en la integración del grupo de expertos corresponde a la motivación para participar de manera activa. Por lo tanto, debe ponerse especial cuidado en el diseño de las consultas a los expertos, tanto presenciales como individuales, para que resulten ágiles y con resultados de interés.

Con base en la experiencia del IIUNAM, un aspecto que genera interés por mantener una participación activa a lo largo del proceso de planeación consiste en los análisis bibliométricos sobre el tema. Estos análisis corresponden al siguiente elemento básico en la planeación de un CIyDT

3.3 Generación de información básica (bibliometría)

Las consultas a los grupos de expertos resultan más eficaces en la medida en que se sustenten en información a analizar. En la experiencia del IIUNAM, esta información consiste en análisis bibliométrico (también conocidos como cuantitativos), relativos a las diferentes áreas de conocimientos del TI.

Para realizar los reportes bibliométricos el IIUNAM desarrolló un sistema de cómputo al que se le llamó SCIT (sistema de cómputo para inteligencia tecnológica). Este sistema importa información de los documentos publicados en las revistas y congresos que, de acuerdo a los expertos, corresponden a las fuentes de información en las que se difunde la mayor parte del conocimiento en el tema. La información se importa de la base de datos SCOPUS, se procesa e homogeniza y posteriormente se carga en una base de datos (López-Ortega, 2017).

Los reportes muestran diversos aspectos del desarrollo del tema tales como:

- Comportamiento en los últimos 20 años de las publicaciones del tema y de cada subtema o área del conocimiento
- Principales países e instituciones generadoras del conocimiento expresado en publicaciones
- Tendencia en líneas de investigación específicas identificadas a través de grupos de palabras clave

La figura 6 muestra la portada del SCIT referente al tema RNIC. Se observa que en este tema se agrupa información de 26 publicaciones (revistas y congresos) que conforman 45,907 artículos publicados entre el año 2000 a la fecha.

Figura 6. Portada del SCIT referente al tema Riesgos Naturales en Ingeniería Civil



Fuente: Tomado del sistema de cómputo SCIT.

4. Conclusiones

Como se señaló, en la literatura existe muy poca información sobre procesos de planeación estratégica en CIyDT. Esta situación ha motivado que en el IIUNAM se desarrollen diversas iniciativas dirigidas a generar conocimientos que apoyen la toma de decisiones. A lo largo de varios años se han obtenido diferentes resultados lo que ha permitido establecer una propuesta metodológica para realizar procesos de planeación en CIyDT.

Una primera conclusión señala que la planeación debe contemplar por separado los TI de interés y/o prioritarios para el CIyDT y no realizarla para todo el conjunto de la organización. Cada TI puede guardar diferentes niveles de desarrollo, madurez y consolidación por lo que los esfuerzos para desarrollarlos o consolidarlos pueden ser diferentes.

Por otra parte, el proceso de planeación se concibe como una actividad que debe insertarse en el quehacer cotidiano de los CIyDT y no sustentarse en acciones aisladas en el tiempo. Para ello, es pertinente construir elementos que apoyan la generación sistemática de conocimientos tales como la integración de grupos de expertos en cada TI, generación de datos bibliométricos que canalicen la discusión ordenada y sustentada, entre otros elementos.

Por otra parte, el proceso de planeación de los CIyDT requiere la participación de los involucrados en el desarrollo de cada TI de interés para la organización. Esta participación debe ser ordenada a través de un proceso lógico con el fin de motivar una actitud propositiva y comprometida por parte de los investigadores/académicos expertos.

Existe la necesidad de documentar procesos de planeación en CIyDT que permitan a este tipo de organizaciones desarrollar las competencias tecnológicas adecuadas para responder a los requerimientos del mercado al que se dirigen. Al igual que existen normas para la realización de proyectos tecnológicos y vigilancia tecnológica, se puede pensar en trabajar en apoyos documentales para facilitar la aplicación de procesos de planeación que resulten eficaces.

Las líneas de trabajo que se generan asociadas a la propuesta metodológica consisten en continuar con los ejercicios de planeación, principalmente concluyendo el

desarrollo de mapas de ruta tecnológica. Asimismo, documentar la experiencia obtenida en la aplicación de las meta-técnicas con el fin de establecer formalmente la metodología propuesta.

5. Referencias

- Bray, OH., Garcia M.L. (1997). Technology roadmapping: the integration of strategic and technology planning for competitiveness. Conference PICMET 1997. Portland, USA.
- Bloem da Silveira, L.A., Vasconcellos, E., Vasconcellos, L., Guedes, L.F., Machado, R. (2018) Technology roadmapping: A methodological proposition to refine Delphi results, *Technological Forecasting and Social Change* Vol. 126, 194–206
- Caetano, M., Amaral, D.C. (2011) Roadmapping for technology push and partnership: a contribution for open innovation environments *Technovation*, Vol 31, No. 7.
- Castillo-Camarena, N., López-Ortega, E. y Garcia-Cano; E. (2018). Technology foresight at a university research center in Mexico: design and first results. IAMOT 2018 conference proceeding. Birmingham, England.
- Comstock, GL y Sjolseth, DE. (1999). Aligning and prioritizing corporate R&D. *Research-Technology Management*, Vol. 42, No. 3, 19-25
- De Lattre-Gasquet, M., Petithuguenin, P., y Sainte-Beuve, J. (2003). Foresight in a Research Institution: a Critical Review of Two Exercises. *Journal of Forecasting*, Vol. 22, No. 2-3.
- Fleury, AL., Hunt, F., Spinola, M., Probert, D. (2006) Customizing the technology roadmapping. Technique for Software companies. Conference PICMET. Istanbul, turkey.
- Gerdri, N., Puengrusme, S., Vatananan, R., Tansurat, P. (2018). Conceptual framework to assess the impacts of changes on the status of a roadmap. *Journal of Engineering and Technology Management*. Article in press.
- Łabędzka, J. 2011. Integrated methodology combining qualitative and quantitative approach within technology foresight system. The 4th International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA). Seville, Spain. Available from Internet: http://foresight.jrc.ec.europa.eu/fta_2011/documents/download/BRIEFS/Labedzka.doc
- López-Ortega, E., Alcántara Concepción, T. y Briceño-Viloria, S. (2006). Strategic planning, technology roadmaps and technology intelligence: an integrated approach. PICMET 2006 conference proceeding. Istanbul, Turkey; pp. 27- 33
- López-Ortega, E. y Alcántara-Concepción, T. (2011). Technology intelligence system in waste water treatment. IAMOT 2011 conference proceeding. Miami Beach, USA.
- López-Ortega, E., Alcántara-Concepción, T. y Solís-González, R. (2014). Análisis de temas de investigación prioritarios en un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico. XVIII Conferencia ACACIA. Tijuana, México
- López-Ortega, E. (2017). Sistema de Cómputo para Inteligencia Tecnológica (SCIT). Gaceta del Instituto de Ingeniería, enero-febrero 2017, No. 123 (pp. 7-9). <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/Publicaciones/GacetaElectronica/EneroFebrero2017/Paginas/SistemadeComputoparainteligencia.aspx>
- M.N. Cheng, Jane W.K. Wong, C.F. Cheung, K.H. Leung. (2016) A scenario-based roadmapping method for strategic planning and forecasting: A case study in a testing, inspection and certification Company, *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 111, 44-62
- National Research Council (1987). *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*. Washington, DC: National Academy Press.
- Öner, M., & Göl, S. (2007). Pitfalls in and success factors of corporate foresight projects. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*. Vol. 3, No. 4.
- Popper, R. (2011). Metodología de la prospectiva. En Georghiou, I, Keena, M, Miles, I y Popper, R. *Manual de Prospectiva Tecnológica. Conceptos y práctica* . FLACSO. Mexico.
- Wells, R., Phaal, R., Farrukh, C., Probert, D. (2004) Technology roadmapping for a service organization. *Research-Technology Management*. Vol. 47, No. 2.
- Yüksel, N., y Cifci, H. (2017). *A new model for technology foresight: foresight persicope model (FPM)*. International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), 808-817.

Inovações tecnológicas para torrefação de café: Descobertas por meio de análise patentária

Claudia Raisia Tavares Romano

Universidade Federal do Paraná, Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Brasil
claudiatavares90@gmail.com

Andressa Regina Lopes

Universidade Federal do Paraná, Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Brasil
dessalopes@hotmail.com

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

Victor Manoel Pelaez Alvarez

Universidade Federal do Paraná, Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Brasil
victormpelaez@gmail.com

Andrea Torres Barros Batinga de Mendonça

Universidade Federal do Paraná, Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Brasil
deatorres@gmail.com

Douglas Alves Santos

Instituto Nacional de Propriedade Intelectual e Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Brasil
dougsaints@gmail.com

Resumo

A indústria de torrefação e moagem brasileira dedica-se apenas ao mercado doméstico e possui grandes dificuldades tecnológicas. A análise patentária da etapa de torrefação do café gera maior familiaridade com estas tecnologias e subsidia estudos posteriores que investiguem a apropriação de propriedade intelectual como estratégia de agregação de valor ao café brasileiro. O presente estudo identificou as principais características dos pedidos de patente para torrefação de café no mundo. Foi uma pesquisa quantitativa e exploratória, utilizando 1.180 documentos de patentes das bases de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Espacenet - Patentes da América Latina e Espanha (LATIPAT) e Derwent Innovation Index (DII). Quatro tipos de análise de dados foram realizados: de IPC *codes*, temporal, país de prioridade e depositante. Também uma análise exclusiva dos documentos patentários no Brasil foi realizada. Os resultados da análise patentária demonstraram que o mundo possivelmente está no meio de um ciclo de crescimento das tecnologias para torrefação de café. Elas são predominantemente produtos (máquinas e aparelhos para torrefação de café), são depositadas prioritariamente em poucos países, e majoritariamente são depositadas por multinacionais. Deste total, 49% das patentes foram depositadas nos últimos 9 anos, e destas 173 são de domínio público no Brasil e de grande interesse internacional. Como conclusão, o artigo demonstra que a prospecção patentária pode ser uma alternativa no avanço tecnológico da indústria brasileira. Sugere-se a indústria de T&M que analise os dados, destacando-se um

indício de que o café passe a ser utilizado com produto de beleza e higiene.

Palavras chaves

Cadeia de valor global. Café. Torrefação. Patentes. Propriedade intelectual

1. Introdução

A partir de relatórios da Organização Internacional do Café (ICO) sobre o comércio mundial do fruto em 2017, nota-se que a cadeia global de valor do café inicia em países tropicais e subdesenvolvidos, com o cultivo e exportação de grão verde. Em seguida, esses grãos são processados em países desenvolvidos, que os consomem ou os reexportam com alto valor agregado. As commodities agrícolas, como é o caso do grão verde de café, são mundialmente padronizadas e têm seus preços negociados em bolsas de mercadorias, ou seja, o produtor do início da cadeia produtiva é submetido a uma lógica externa da qual não tem controle (Frederico, 2013). Já os processadores de grão verde não têm limitações de preços e podem ser remunerados conforme a tecnologia e o valor que agregam ao produto. Dessa forma, percebe-se que as atividades produtivas ‘pós-café verde’, chamadas de atividades de beneficiamento, possuem perspectiva de maior remuneração.

Nessa cadeia, o Brasil encontra-se entre os maiores produtores e exportadores de café verde do mundo (ICO, 2018a; ICO, 2018e). Em 2017, aproximadamente 88% de todo o café brasileiro exportado foi composto por esse tipo de grão (MAPA, 2018), ou seja, praticamente toda a produção vendida ao mercado externo teve baixo valor agregado e preço de commodity. Apenas 12% do café brasileiro exportado teve algum processo de beneficiamento incorporado, sendo 10,33% proveniente da exportação de café solúvel, 1,62% de extratos e 0,12% de café torrado.

Quase a integralidade do que é beneficiado dentro do país destina-se apenas ao mercado interno. Isso porque as empresas de torrefação e moagem brasileiras (T&M) são majoritariamente empresas de pequeno porte que sofrem com o uso de equipamentos obsoletos, desconhecimento de tecnologias, baixa motivação para modernização, entre outros fatores gerenciais (Ponciano, Souza & Ney, 2009).

A baixa motivação para a modernização está diretamente relacionada ao tamanho e a estabilidade do mercado brasileiro. Como o terceiro maior consumidor de café no mundo, o Brasil consome ao ano 42% de tudo que produz (ICO, 2018b), o que garante às T&M mercado suficiente para manter a sua margem de lucro mesmo com baixa capacidade inovadora. Entretanto, essa inércia impede que as empresas acessem mercados internacionais mais exigentes.

É consenso entre as T&M que o resultado econômico de suas atividades está na capacidade de gerar e introduzir avanços tecnológicos. Contudo, os custos de atualizações tecnológicas são elevados e superam a capacidade financeira de grande parte das empresas (Vegro, Pino, Moricochi & Nogueira Júnior, 2005).

Nesse cenário, com grande demanda por informações tecnológicas e pouco recurso para investimento, o uso de documentos patentários é uma excelente fonte para o conhecimento e utilização de novas tecnologias. As patentes servem como um indicador de estratégia tecnológica, uma vez que permitem que as empresas conheçam sua posição tecnológica entre os concorrentes e se planejem para buscar novos mercados.

Além disso, segundo França (1997), as patentes têm restrição territorial, ou seja, cerca de 95% daquelas em vigor nos países industrializados são de domínio público nos demais

países e podem ser livremente usadas.

Assim, estudos de análise patentária sobre a torrefação do café podem gerar maior familiaridade com estas tecnologias e subsidiar estudos posteriores que investiguem a apropriação de propriedade intelectual como estratégia de agregação de valor ao café brasileiro.

Dessa forma, diante das dificuldades enfrentadas pela indústria de torra brasileira, e considerando a importância das informações tecnológicas para reverter este quadro, o presente estudo identificou as principais características dos pedidos de patente para torrefação de café no mundo. Na seção dois, descreve-se os procedimentos metodológicos. Na seção três, apresenta-se a descrição e os quatro tipos de análise dos dados realizadas: de IPC *codes*, temporal, país de prioridade e depositante. Por fim, as considerações finais e as proposições de estudos futuros são apresentadas.

2. Procedimentos Metodológicos

Para o levantamento das tecnologias de torrefação de café, foi realizado um estudo de abordagem quantitativa, com objetivo exploratório, por meio de documentos de patentes. As informações patentárias foram obtidas por meio de buscas nas bases de dados. Levou-se em consideração que entre os quatro maiores exportadores e produtores de café no mundo, dois são sul-americanos, o Brasil e a Colômbia (ICO, 2018c; ICO, 2018d). Por esse motivo, as bases de dados escolhidas foram: a base de dados comercial *Derwent Innovation Index* (DII), disponível no Portal da CAPES, a base gratuita do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e do Espacenet- Patentes da América Latina e Espanha (LATIPAT). A inclusão destas duas últimas bases foi justificada pela expectativa de se ter uma cobertura regional maior, já que elas abrangem o Brasil e a América Latina.

Nas três bases de dados, realizou-se inicialmente uma busca ampla por palavra-chave no título, considerando todo o período passado disponibilizado pelas plataformas, até novembro de 2018. No DII, foi empregada a palavra “coffee” que resultou em 32.339 documentos, enquanto que no INPI e no LATIPAT foi empregada a palavra “cafe” que resultou em 1.138 e 3.509 documentos, respectivamente.

Esses resultados, entretanto, abrangeram todas as áreas tecnológicas ligadas ao café: desde técnicas de colheita até equipamentos de cozinha. Dessa forma, para delimitar os resultados às tecnologias de torrefação, foram aplicados os Códigos Internacionais de Patentes (em inglês, *IPC codes*).

Dentre os códigos integrantes do *IPC codes*, foram encontrados cinco destinados à torrefação de café sendo dois ligados a processos (métodos de torrefação de café: A23F5/04 e A23F5/06) e três ligados a produtos (máquinas e aparelhos para torrefação de café: A23N12/08, A23N12/10 e A23N12/12).

A combinação de palavras-chave e *IPC codes* permitiu um refinamento dos resultados, obtendo-se um total de 1.268 documentos patentários: 1.104 documentos no DII, 47 documentos no INPI e 117 documentos no LATIPAT. Na Figura 1, explica-se a metodologia utilizada neste estudo:

Figura 1 – Explicação do passo a passo da metodologia utilizada

Base de dados utilizada	DII	INPI	LATIPAT
Abrangência	(mundo)	(Brasil)	(América Latina)
	↓	↓	↓
Palavra-chave utilizada	Coffee	Café	Café
N documentos obtidos	32.339	1.138	3.509
Filtros aplicados	Manutenção dos IPC relacionados a tecnologias de torrefação		
	↓	↓	↓
N documentos obtidos	1.100	47	117
Documentos repetidos		39	45
	↓	↓	↓
N final documentos obtidos	1.100	8	72
	1.180		

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Uma tabela com as categorias: Código da Classificação Internacional de Patentes (IPC *codes*) (todos os registros), ano de depósito, país de prioridade (e todos os demais países) foi criada numa planilha de dados, a partir da inserção dos dados dos 1.265 documentos patentários obtidos nas bases DII, INPI e LATIPAT. Nesta etapa, identificou-se 84 pedidos repetidos, resultando assim em 1.180 documentos patentários válidos, sob os quais se realizaram quatro tipos de análises: de IPC *codes*, temporal, país de prioridade e depositante. Ao final, fez-se uma busca dos documentos patentários mais recentes (10 anos) que tinham maior competitividade (maior número de depósitos realizados), mas que haviam sido depositados no Brasil. O intento foi destacar as tecnologias de torrefação que estão na fronteira do conhecimento e que podem ser utilizadas pela indústria brasileira sem violação do direito de propriedade industrial e intelectual. Para obtenção dos dados, utilizaram-se as próprias ferramentas de filtragem e classificação do programa de planilha de dados, relacionando as variáveis e permitindo as análises e considerações expostas neste artigo.

3. Resultados e Discussão

A primeira análise realizada considerou os Códigos da Classificação Internacional de Patentes (IPC *codes*). Na etapa de filtragem dos documentos patentários, utilizou-se, apenas cinco IPC *codes* referentes a torrefação de café (A23F5/04 e A23F5/06) e a produtos para a torrefação de café (A23N12/08, A23N12/10, A23N12/12). Dessa forma, todos os 1.184 documentos patentários, objetos da análise deste estudo, possuíam pelo menos um desses códigos entre as suas classificações. Porém, 909 documentos (77%) possuíam mais de um IPC *codes*, o que ocasionou, na tabela 1, uma incidência de 2.424 documentos.

Tabela 1 – Distribuição dos IPC *codes* nos documentos depositados analisados

Tipo de inovação	IPC codes	Incidência (#)	Incidência (%)
De produto (máquinas e aparelhos para torrefação de café)	A23N12/08	765	32
	A23N12/10	560	23
	A23N12/12	202	8
De processos (métodos de torrefação de café)	A23F5/04	845	35
	A23F5/06	52	2
Total		2424	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

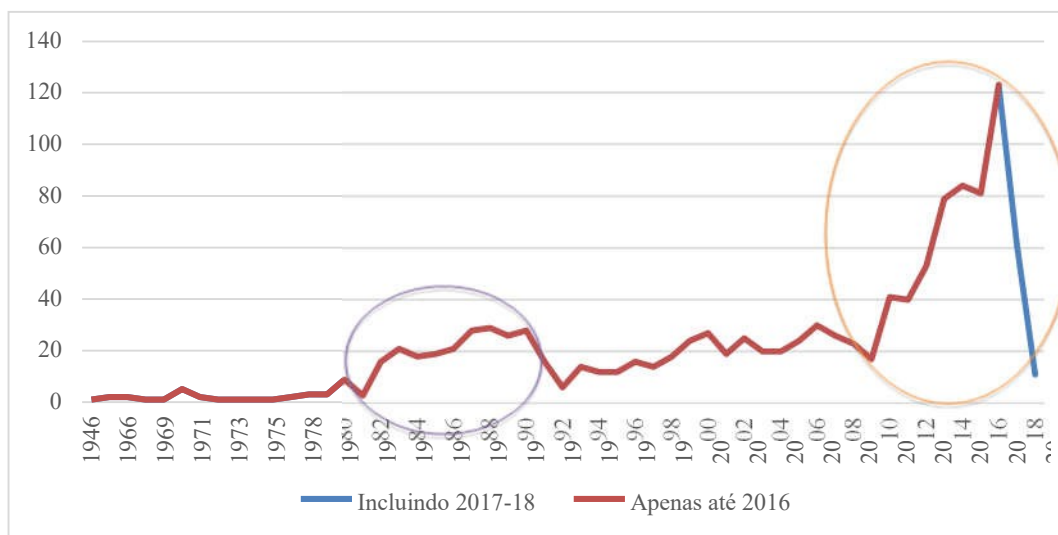
A partir desta análise, concluiu-se que em sua maioria (77%) os documentos patentários relativos a torrefação de café possuem mais de uma inovação, seja de produto ou de processo. O que demonstra que as tecnologias não são feitas analisando apenas um item inovativo, nem podem ser facilmente separadas em “de produto” ou “de processo”.

Mesmo assim, dentre essas inovações, a maioria destinava-se a novos produtos (máquinas e aparelhos para torrefação de café – A23N12), com 63%. Infere-se que a busca por produtos (que reduzam o desperdício ou o tempo de torra, que aumentem a qualidade do produto ou a constância do processo) é mais fundamental para a indústria de torrefação e moagem. Outra inferência pode estar atrelada ao fato de que o processo de torrefação e moagem é uma atividade mais constante e com menor possibilidade de inovações.

A segunda análise realizada neste estudo foi a apreciação temporal, ou seja, descreveu-se o ano de depósito prioritário dos 1.180 documentos patentários analisados neste estudo. O objetivo foi examinar o comportamento das tecnologias de torrefação de café (seja relacionadas ao produto ou ao processo) ao longo do tempo.

Dois tipos de descrição foram feitos: considerando ou não os dados de 2017 e 2018. Essa distinção deveu-se ao fato de que os dados de depósitos destes últimos dois anos poderiam enviesar negativamente os dados, devido ao período de sigilo dos documentos. Durante os primeiros 18 meses de depósito, os documentos permanecem em sigilo.

Figura 2 – Apreciação temporal documentos depositados analisados



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Notou-se que os pedidos se iniciaram em 1946, com um primeiro ciclo de crescimento entre 1982 e 1991 (círculo roxo). Como previsto, os pedidos dos anos 2017 e 2018 (linha azul na figura 1) demonstram queda acentuada, quando comparados com os depósitos até 2016, possivelmente devido ao período de sigilo dos documentos, explicado anteriormente.

Ao se desconsiderar o período de 2017 e 2018 na análise, percebe-se que um segundo ciclo de crescimento foi iniciado em 2010 e possivelmente ainda está ocorrendo (círculo laranja). Dados que validem essa informação só poderão ser obtidos nos próximos meses ou anos, após a finalização do período de sigilo.

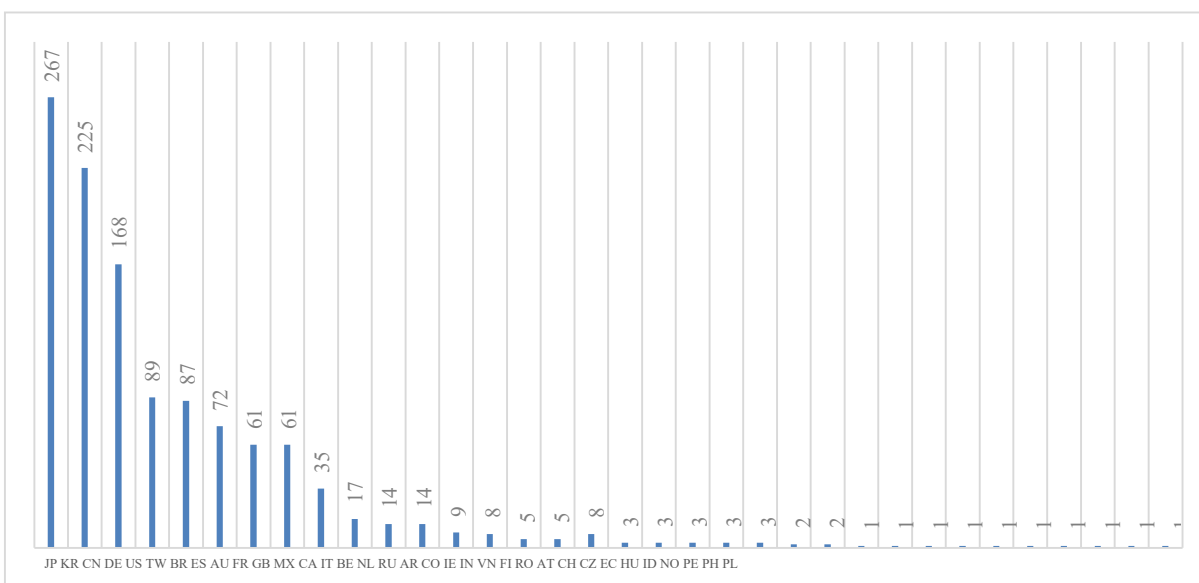
A terceira análise realizada neste estudo considerou países de prioridade, ou seja,

países onde ocorreram os primeiros depósitos, de cada um dos 1180 documentos patentários. O objetivo desta análise era identificar os países que se destacam na produção de tecnologias para torrefação e moagem de café.

Sabe-se que a identificação do país de origem das tecnologias a partir de documentos patentários é limitada. Uma tecnologia pode ser desenvolvida por um determinado país, ou por um consórcio de países, e ser protegida em outro país (ou consórcio de países) que possua (possuam) mercado atrativo. Isso porque, normalmente, as tecnologias são protegidas em seu mercado consumidor, e não necessariamente em seu mercado desenvolvedor. Contudo, também é comum que os depósitos aconteçam no mercado desenvolvedor, pois há maior conhecimento sobre os procedimentos locais e, em geral, os custos são menores.

Entre os 1.180 documentos patentários analisados neste estudo, não foi possível a identificação do país de origem de seis pedidos, depositados no Sistema Internacional de Patentes – PCT, pois ainda não tinham entrado (no momento da coleta de dados) na fase nacional. Assim, a análise foi realizada em 1.174 documentos, que foram depositados em 34 países, conforme indicado na figura 3.

Figura 3 – Países de prioridade dos documentos depositados analisados



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

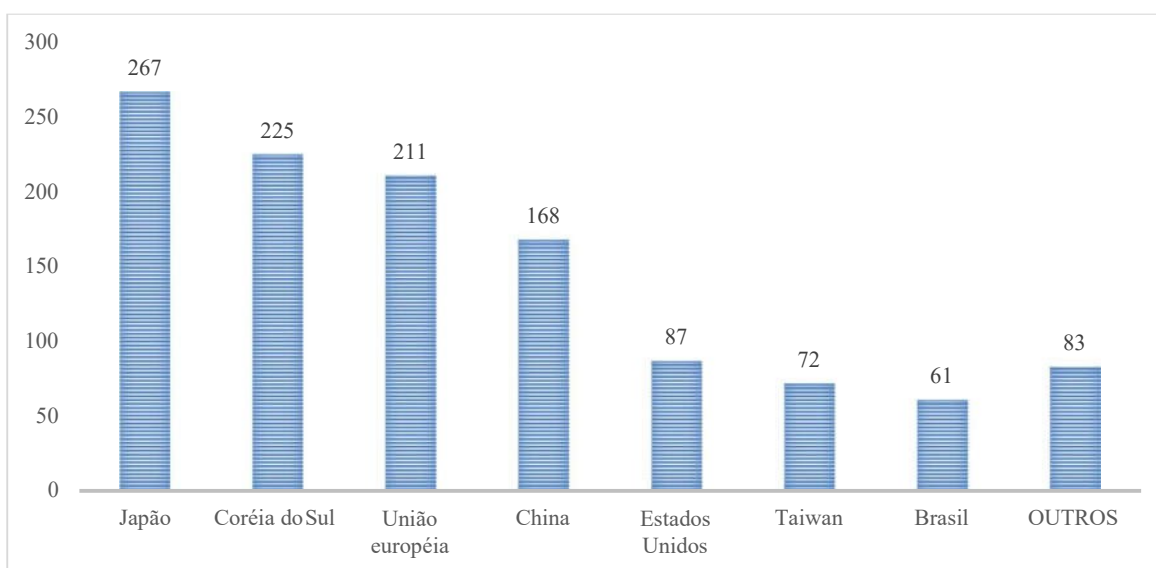
Numa primeira análise dos países prioritários, pode-se dividir os países em três grupos. No primeiro, encontram-se Japão (JP), Coreia do Sul (KR) e China (CN), que juntos, concentram 660 dos 1.175 (56%) documentos patentários analisados. Em seguida, num grupo intermediário, estão os países Alemanha (DE), Estados Unidos (US), Taiwan (TW), Brasil (BR) e Espanha (ES), com 370 dos 1.175 (31%) documentos patentários analisados. Por fim, 26 países, entre eles Colômbia, possuem pouca relevância como países prioritários, com apenas 145 dos 1.175 (13%) documentos patentários analisados. Nesta primeira análise, evidencia-se uma concentração das tecnologias para torrefação de café em poucos países. Considerando os dois primeiros grupos, 8 países possuem 87% dos documentos patentários analisados.

Porém, uma segunda análise pode ser feita, considerando os países europeus como um

bloco econômico (União Europeia). Esse agrupamento permite ainda a comparação dos dados dos países de prioridade, obtidos neste estudo, com os dados do comércio de café, uma vez que a Organização Internacional do Café (ICO) também considera nos seus relatórios o bloco europeu como um item único de análise.

Dessa forma, reuniu-se documentos dos países: Alemanha (DE), Espanha (ES), França (FR), Reino Unido (GB), Itália (IT), Bélgica (BE), Holanda (NL), Irlanda (IE), Finlândia (FI), Romênia (RO), Áustria (AT), Suíça (CH), Hungria (HU), Noruega (NO) e Polônia (PL), renomeando o grupo como ‘União Europeia’. A figura 4 agrupa os documentos patentários desta segunda forma, a fim de analisar com maior precisão a relevância deste bloco econômico no cenário tecnológico:

Figura 4 – Países de prioridade dos documentos depositados analisados, considerando o bloco econômico da União Europeia

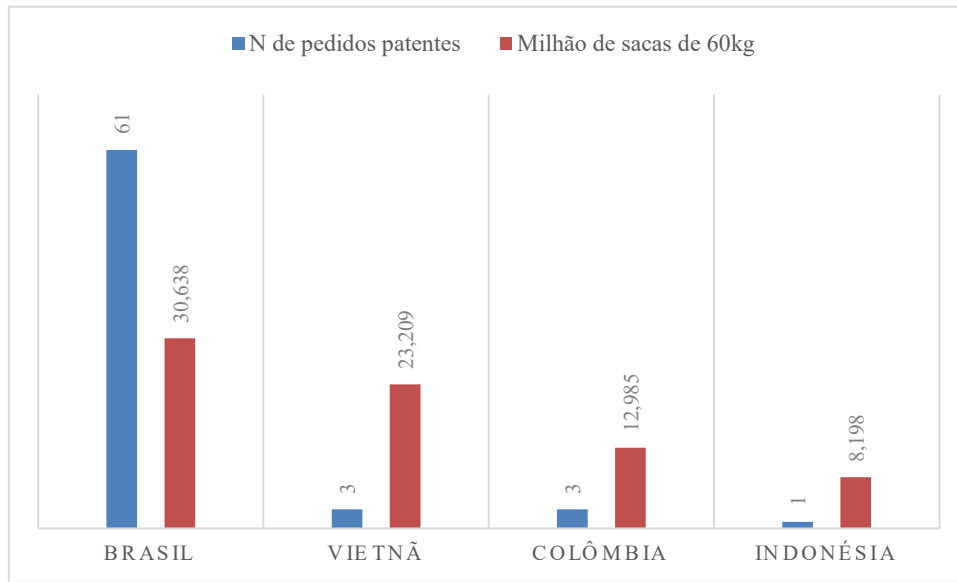


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A figura 4 altera parcialmente os dados anteriormente obtidos, uma vez que inclui o bloco econômico da União Europeia no grupo de países com maior número de documentos patentários. Já o grupo intermediário, que antes contava com Alemanha e Espanha, agora possui apenas Estados Unidos, Taiwan e Brasil. Nesta segunda análise, a concentração das tecnologias para torrefação de café em poucos países, continua evidenciada, uma vez que 7 países e um bloco econômico possuem 93% dos documentos patentários analisados.

Ainda analisando os países prioritários, comparou-se os quatro maiores exportadores (figura 5) e os quatro maiores importadores (figura 6) de café no mundo, com suas respectivas quantidades de pedidos de patentes para torrefação de café. Nesta análise, manteve-se a União Europeia como um único importador, uma vez que a Organização Internacional do Café (ICO) a considera em seus relatórios como um item único de análise.

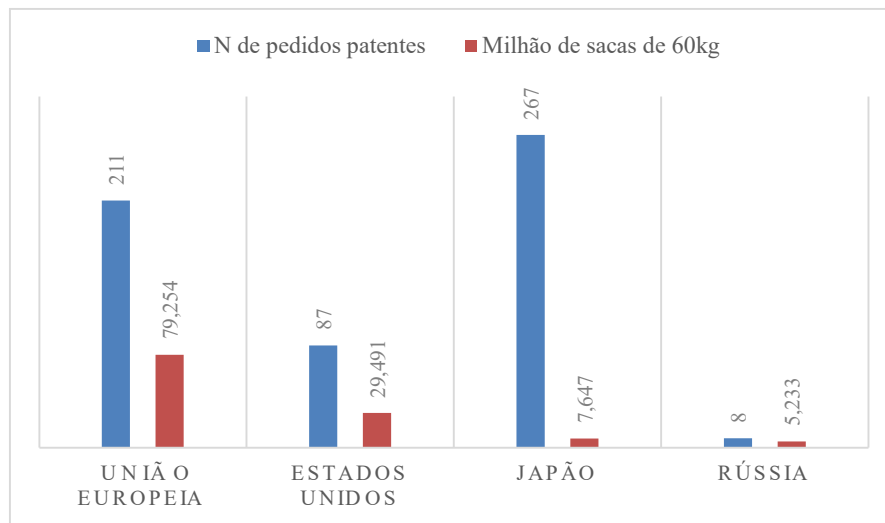
Figura 5 - Quantidade de café exportada versus quantidade de pedidos de patente.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Observa-se que os maiores exportadores mundiais de café (Brasil, Vietnã, Colômbia e Indonésia) concentram a venda de mais de 75 milhões de sacas de café por ano. Mas juntos possuem apenas 68 (6% do total) dos documentos patentários para torrefação de café.

Figura 6 - Quantidade de café importada versus quantidade de pedidos de patente.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Já os maiores importadores (União Europeia, Estados Unidos, Japão e Rússia) adquirem quase 122 milhões de sacas de café por ano. Igualmente destacável, é seu número total de patentes: 573 pedidos (ou 49% do total). As figuras 5 e 6 evidenciam uma expressiva concentração do desenvolvimento tecnológico, na forma de pedidos de patentes, nos países importadores, em detrimento dos países exportadores.

A quarta análise realizada neste estudo analisou os depositantes (pessoas físicas ou

jurídicas) das 1.180 tecnologias para torrefação de café que compuseram este estudo. Não foi percebida uma concentração entre os depositantes titulares, visto que foram identificados aproximadamente 600 depositantes diferentes, mas o depositante com maior número possuía apenas 14 depósitos. Diante dessa grande dispersão de depositantes, a análise ocorreu apenas com os nove principais titulares, que possuem juntos 104 (9%) dos depósitos, conforme tabela 2:

Tabela 2 – Nove principais depositantes de tecnologias para torrefação de café e a quantidade de depósitos realizados

Nome do depositante	Quant. de depósitos
KONDO UNYU KIKO KK	14
PROCTER GAMBLE CO (P&G)	13
NESTEC SA / SOC PROD NESTLE SA	13
KAO CORP	12
KONINK PHILIPS NV	12
UCC UESHIMA KOHI KK	11
GRAND MATE CO LTD	10
SUNTORY HOLDINGS LTD	10
GENERAL FOODS CORP	9

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Numa primeira análise desta tabela, percebe-se a presença de quatro tipos de empresas. Entre as depositantes, há empresas (Nestec SA/Soc Prod Nestle SA (Nestlé), Suntory holdings Ltda e General Foods Corp), que se caracterizam como organizações multinacionais amplamente conhecidas e que atuam no setor alimentício. Outras organizações (como Procter Gamble CO (P&G), Kao Corp, Konink Philips NV (Philips)) fazem parte de um segundo grupo: as multinacionais amplamente conhecidas, mas que atuam em outros setores que não o alimentício, dentre eles o de higiene e beleza.

O terceiro tipo de depositante restringe-se a Grand Mate CO Ltda, que é uma empresa de equipamentos com sede em Taiwan, mas que possui uma divisão de alimentos e tabaco, e dentro dela equipamentos e produtos ligados a café. Por fim, um quarto grupo de depositantes inclui Kondo Unyu Kiko KK e Ucc Ueshima Kohi KK, as quais não possuem sites institucionais e são citadas apenas em documentos de patentes.

Pode-se ainda analisar os depositantes pela quantidade de documentos patentários que foram depositados em mais de um país. Neste caso, a classificação é alterada, como demonstrada na tabela 3:

Tabela 3 – Nove principais depositantes de tecnologias para torrefação de café e a quantidade de depósitos realizados em mais de um país

Nome do depositante	% de depósitos em mais de 1 país
NESTEC AS / SOC PROD NESTLE SA	100%
GENERAL FOODS CORP	100%
KONINK PHILIPS NV	83%
PROCTER GAMBLE CO (P&G)	76%
SUNTORY HOLDINGS LTD	70%
KAO CORP	58%
UCC UESHIMA KOHI KK	9%

KONDO UNYU KIKO KK	0% (depósitos apenas no Japão)
GRAND MATE CO LTD	0% (depósitos apenas em China/Taiwan)

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Nesta análise, percebeu-se uma constância: os depositantes identificados como organizações multinacionais amplamente conhecidas depositavam seus documentos patentários em diversos países, com a intenção de aumentar a proteção tecnológica. Já empresas como Grand Mate CO Ltda, Kondo Unyu Kiko KK e Ucc Ueshima Kohi KK depositavam seus documentos patentários em poucos ou apenas um país, indicando uma possível tecnologia não competitiva.

Outra análise que pode ser feita avalia a quantidade de citações, entende-se por número de citações: a quantidade de vezes que uma patente é citada em outro depósito patentário, sendo que: quanto mais uma patente é citada, mais ela possui tecnologias competitivas e tem interesse mercadológico. Esta nova análise também muda a classificação, como demonstrada na tabela 4:

Tabela 4 – Nove principais depositantes de tecnologias para torrefação de café e a quantidade de citações de suas patentes

Nome do depositante	Quantidade de citações
PROCTER GAMBLE CO (P&G)	162
NESTEC AS / SOC PROD NESTLE SA	136
GENERAL FOODS CORP	68
SUNTORY HOLDINGS LTD	36
KAO CORP	30
KONDO UNYU KIKO KK	16
UCC UESHIMA KOHI KK	16
KONINK PHILIPS NV	5
GRAND MATE CO LTD	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Nesta análise, novamente percebeu-se que os documentos patentários dos depositantes identificados como organizações multinacionais amplamente conhecidas (exceto Konink Philips NV) possuíam várias citações, demonstrando que suas invenções têm relevância no mercado. O destaque vai para as organizações Procter Gamble CO (P&G) e Nestec SA/Soc Prod Nestle SA, que além de protegerem seus documentos patentários em mais de 75% dos países, recebem a maior quantidade de citações, indicando que possuem tecnologias competitivas e de interesse mercadológico.

Por fim, foi possível fazer uma busca dos documentos patentários mais recentes, ou seja, que foram depositados a partir da segunda onda de crescimento (2010). Dos 1180 documentos, 573 (49%) foram depositados nos últimos 9 anos e podem ser então considerados tecnologias da fronteira do conhecimento.

Destes documentos identificados como fronteira do conhecimento, 18 tem o Brasil como país de prioridade, com os depósitos ocorrendo entre os anos de 2010 e 2016. Na maioria (83%), os documentos depositados tratavam de produtos inovadores para a torrefação de café. Todas essas informações podem ser identificadas na Tabela 5:

Tabela 5 – Informações sobre os documentos depositados na segunda onda de crescimento (a partir de 2010) tendo o Brasil como país de prioridade

Ano do depósito	Documentos depositados	A23F5/04	A23F5/06	A23N12/08	A23N12/10	A23N12/12
2010	BR112012024698 (A2) BR112012027921 (A2)	X X				
2011	BR201105947-A2 WO2012149616-A1			X X		
2013	BR102013033203-A2			X		
2014	BR102014030930-A2 BR102014030767-A2 BR112016006228 (A2)	X		X X		
2015	BR102015024813-A2 BR102015005727-A2 BR 10 2015 024813 0			X X X		
2016	BR102016021516-A2 BR202016011087-U2 BR102016018445-A2 BR102016005034-A2 BR102016001830-A2 BR202016010450 (U2) BR 11 2016 007737 7	X	X	X X X X X X X	X	

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Mas, dos 555 documentos depositados restantes, 11 também foram depositados no Brasil (numa opção do proprietário em proteger o conhecimento em nosso país também). Ao passo que 544 documentos patentários, por não terem sido protegidos no Brasil poderiam ser identificados como tecnologias na fronteira do conhecimento que poderiam ser transferidas ao Brasil, sem violação do direito de propriedade intelectual. Mas para Com a intenção de reduzir ainda mais esse número, para permitir um foco apenas nos depósitos mais significativos, outros filtros foram aplicados. Inicialmente, filtrou-se pelo o número de países em que o documento foi depositado. Entendeu-se que documentos que foram depositados em mais de um país podem ser considerados mais competitivos. Assim, dos 544 documentos, identificaram-se 173 tecnologias na fronteira do conhecimento (dos últimos 9 anos), não depositadas no Brasil, mas de interesse mundial (uma vez que foram depositados em mais de um país).

Chegou-se então ao número de 173 que poderiam ser analisadas em detalhes com o intento de modernizar a indústria brasileira. Esses dados corroboram com França (1997), pois de toda a base de dados trabalhada neste artigo, apenas 14% foram identificadas como patentes de interesse pela sua recente data de depósito, mas de domínio público no Brasil, podendo ser livremente usadas.

Ao buscar por esses 173 documentos, as empresas de T&M teriam avanços tecnológicos, com redução de custos, o que supera as barreiras apresentadas por Vegro et al. (2005). Poderiam assim, poderiam aumentar suas margens de lucro no mercado nacional e ainda acessar mercados internacionais mais exigentes.

4. Conclusão

Este estudo teve como objetivo a identificação das principais características dos pedidos de patente para torrefação de café no mundo. Entende-se que reconhecer informações

relevantes dos documentos patentários pode ser benéfico as estratégias tecnológicas de países e organizações, de forma a identificar a fronteira da tecnologia e da inovação na área.

A partir de uma abordagem quantitativa e descritiva, utilizando dados de documentos patentários, realizou-se quatro tipos de análises: de IPC *codes*, temporal, de país de prioridade e de depositante. Ao final, uma análise exclusiva dos documentos patentários no Brasil foi realizada.

Percebeu-se que há predominância de tecnologias destinadas ao produto, em relação ao processo. Assim, os depositantes enfatizam suas descobertas em invenções como máquinas de secar/torrar, dispositivos auxiliares e torradores rotativos. Também se percebeu duas ondas de crescimento na etapa do processo produtivo de torrefação de café: a primeira ocorreu entre 1982 e 1991. A segunda iniciou-se em 2010 e possivelmente ainda perdura nos dias atuais.

Entre os países prioritários, destacam-se Japão, Coréia do Sul, China, Estados Unidos, Taiwan, Brasil e o bloco econômico da União Europeia. Identificou-se então uma concentração das tecnologias para torrefação de café em poucos países.

Mas, comparando as exportações e importações com o número de documentos depositados, evidenciou-se uma concentração de desenvolvimento tecnológico nos países importadores (49% dos documentos patentários), em detrimento dos países exportadores (6% dos documentos patentários).

Por fim, há uma grande dispersão de titularidade, com mais de 600 depositantes em um universo de 1.180 pedidos. Entre os depositantes com maior número de pedidos, destacam-se as organizações multinacionais amplamente reconhecidas, como Nestlé e P&G. Os números obtidos mostram que essas organizações possuem tecnologias competitivas e amplo interesse, uma vez que elas são protegidas em vários países e muito citadas.

Algumas implicações teóricas podem ser identificadas neste trabalho. Entre elas a importância e a necessidade de metodologias de prospecção patentária, para garantir a identificação e a descrição das tecnologias de fronteira de diversos setores econômicos. As patentes servem como um indicador de estratégia tecnológica, uma vez que permitem que as empresas conheçam sua posição tecnológica entre os concorrentes e se planejem para buscar novos mercados. A possibilidade de estudos comparativos permitirá ainda um aprofundamento dos dados e sua utilização de forma mais vantajosa.

Entre as implicações práticas, destacam-se os conhecimentos que os mais diferentes setores podem obter a partir de estudos como esse. Enfatiza-se as vantagens destes estudos para países em desenvolvimento e em especial para seus setores econômicos que comercializam commodities. A compreensão sobre os documentos patentários pode identificar uma preciosa informação tecnológica, e subsidiar estudos posteriores que investiguem a apropriação de propriedade intelectual como estratégia de agregação de valor ao café brasileiro. É possível assim reconhecer as estratégias tecnológicas de países e de organizações, revendo as suas.

Especialmente para a indústria de T&M, este estudo demonstrou que de todos os depósitos, 49% foram feitos nos últimos 9 anos e destes 29 são protegidas no Brasil. Ainda, 173 patentes foram depositadas em diversos países (exceto Brasil), o que pode demonstrar tecnologias competitivas e de grande valor de mercado. Sendo essas 173 patentes de domínio público no Brasil, sugere-se um estudo detalhado por parte das empresas de T&M brasileira.

Além disso, sugere-se a indústria de T&M um acompanhamento dos líderes do mercado (Nestlé e P&G), para reconhecer a trajetória tecnológica do setor. Destacando que informações provenientes do grupo intermediário (Konink Philips NV, Suntory Holdings Ltd e Kao Corp) também pode trazer vantagens, pois pode-se descobrir tecnologias de interesse e em

domínio público.

Entre as limitações, destaca-se o tempo de sigilo de 18 meses, dos documentos patentários, o que não permitiu garantir a segunda onda de crescimento. Entre as pesquisas futuras, destaca-se a continuação de pesquisas como essa, neste setor ou em outros nos quais o Brasil também apresenta grande produção. Também deve ser aprofundada a discussão sobre a importância de patentes na área de torrefação de café para organizações de higiene e beleza. Talvez seja apenas uma tentativa da empresa em diversificar sua área de atuação. Mas também pode representar um novo nicho de mercado, no qual o país e suas organizações possa atuar.

5. Referências

- França, R (1997). Patente como fonte de informação tecnológica. *Revista Perspectiva em Ciência da Informação*, 2(2), 235-64.
- Frederico, S. (2013). Lógica das commodities, finanças e cafeicultura. *Boletim Campineiro de Geografia*, 3(1), 97-116.
- ICO, International Coffee Organization. (2018a). *Total production by all exporting countries*. Recuperado em 10 de janeiro, 2019 de <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>
- ICO, International Coffee Organization. (2018b). *World coffee consumption*. Recuperado em 10 de janeiro, 2019 de <http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf>
- ICO, International Coffee Organization. (2018c). *Re-exports by selected importing countries*. Recuperado em 10 de janeiro, 2019 de <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/2c-re-exports.pdf>
- ICO, International Coffee Organization. (2018d). *Imports by selected importing countries*. Recuperado em 10 de janeiro, 2019 de <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/2b-imports.pdf>
- ICO, International Coffee Organization. (2018e). *Exports of all forms of coffee by all exporting countries*. Recuperado em 10 de janeiro, 2019 de <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/2a-exports.pdf>
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. (2018). Sumário Executivo Café. Recuperado em 28 de novembro, 2018 de <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politicaagricola/sumarios-executivos-de-produtos-agricolas>
- Ponciano, N. J.; Souza, P. M. D.; Ney, M. G. (2009). Ajustamentos na cadeia agroindustrial do café brasileiro após a desregulamentação. *Revista IDEAS - Interface em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade*, 3(2), 256-287
- Vegro, C.; Pino, F.; Moricochi, L.; Nogueira Júnior, S. (2005). Restrições à Exportação de Café torrado e Moído. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 7(2), 214-26.

Diagnóstico para el desarrollo de un Sistema Sociotécnico: Caso de una empresa Corredor de Seguros

Eloy Barahona Silva

Pontificia Universidad Católica del Perú, Maestría en Gestión y Política de la Innovación y la Tecnología, Perú
eloy.barahona@pucp.edu.pe

Carlos Hernández Cenzano

Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería, Perú
carlos.hernandez@pucp.edu.pe

Resumen

Los sistemas sociotécnicos buscan establecer un nuevo paradigma entre la relación del entorno social y el entorno técnico con el fin de afianzar su vínculo para el aporte de eficiencia en todos los procesos de la organización. La presente investigación tiene como fin establecer el camino para el desarrollo un sistema sociotécnico aplicando al caso de estudio sobre empresa BROKER S.A. la cual presta servicio de corretaje de seguros y está clasificada como de PYME en el segmento empresarial. El estudio revisa la actividad de la empresa donde se identifica que como cualquier otro corredor, tiene una fuerte relación con sus socios estratégicos, principalmente con las aseguradoras, a pesar de reconocer que tal relación complica la atención del servicio que se da a los clientes por ambos frentes, debido a que la gestión operativa del corredor de seguros está limitada a los procesos operativos de las aseguradoras y su capacidad de respuesta a los diversos requerimientos; basado en tales necesidades como organización se busca mejorar de forma óptima estos procesos mediante el diagnóstico y diseño de un sistema sociotécnico capaz de entregar respuesta para resolver la dinámica entre el corredor de seguros y las aseguradoras y así aumentar la calidad de atención que se da a los clientes y mejorar la respuesta de los requerimientos.

Palabras clave

Sistemas sociotécnicos, seguros, corredor, organización.

1. Introducción

El trabajo está diseñado con el propósito de entender el desarrollo de los sistemas sociotécnicos utilizando la metodología propuesta Trist (1981) y aplicarlo al Caso de Estudio de la Empresa BROKER S.A. además de justificarla con la propuesta de Yin (1989). La empresa ha estudiar es un intermediario que otorga servicios de asesoría financiera y corretaje de seguros, en productos de vida, riesgos generales, vehiculares y SOAT, sus principales ingresos se dan por comisiones derivadas del cobro de la prima de los contratos de seguros de sus asegurados, ganados gracias a su intermediación para adquirir el contrato con una determinada aseguradora. En el corredor se dan principales procesos operativos entre la unidad hombre- máquina que evaluaremos en el estudio, estos son: i) proceso de venta, ii) proceso de emisión e impresión de pólizas, iii) proceso de atención del cliente y iv) el proceso de compensaciones. La empresa BROKER S.A. está clasificada como una pequeña empresa cuyas ventas llegan en promedio a los 200 mil dólares al año y está conformada por poco más de 20 trabajadores, su estructura posee áreas de administración, finanzas y comercial, es una empresa corredora de seguros tradicional cuyo negocio principal se encuentra en el ramo Vehicular y SOAT está orientada al cliente pues busca mejorar sus procesos de atención

para sus principales clientes los cuales están conformado por otras empresas y persona naturales.

Para esto el trabajo se divide en cuatro partes, la primera describe el aspecto teórico de los sistemas sociotécnicos determinando a su vez las características y principios que tiene una organización donde se ha aplicado el sistema sociotécnico; la segunda parte describe la metodología y pasos de la metodología que se va aplicar basada en el Caso de Estudio propuesto por Yin (1989), y la metodología de sistemas sociotécnicos propuesta por Trist (1981); en la tercera parte se desarrolla la metodología del sistema sociotécnico de una empresa corredor de seguros para analizar y establecer la propuesta de diseño que será aplicada a la organización, es acá donde se enfoca y ve oportunidades en el sistema de trabajo; por último la parte cuatro donde se indican las conclusiones del estudio.

2. El Sistema Sociotécnico

Los sistemas sociotécnicos buscan equilibrar los objetivos de los trabajadores y de la organización, mientras que los objetivos de cada trabajador se convierten en necesidades personales, los objetivos de la empresa se resuelven en metas organizaciones; y que ambas deben ser respondidas (Trist & Bamforth, *Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-Getting: An Examination of the Psychological Situation and Defences of a Work Group in Relation to the Social Structure and Technological Content of the Work System*, 1951). En los sistemas sociotécnicos se relacionan dos aspectos muy importantes, primero el factor social dado por las personas y su colectivo y segundo el factor técnico, basado en el conocimiento de los procedimientos de la empresa, con lo cual, entendiendo cada parte y su relación se busca la optimización de ambos aspectos en conjunto dentro del sistema (Emery, 1959). Es clave entender que la interacción entre los trabajadores, las máquinas y los factores ambientales de la empresa implican una compleja relación y por lo tanto los sistemas sociotécnicos deben ser desarrollados para apoyar y resolver las implicancias de la complejidad de la relaciones de cada componente (Emery & Trist, 1960).

Los sistemas sociotécnicos buscan un nuevo paradigma, y dejan los aspectos un antiguo paradigma, bien es así que la empresa no centraliza la tecnología, sino busca una optimización continua; entiende al hombre como un soporte de la máquina y no como su extensión, además el colaborador es recurso a desarrollar y que deja de ser una parte intercambiable; optimiza el agrupamiento del trabajo y deja de lado la máxima subdivisión; cambia aspectos blandos como la alineación, competencia y los propósitos de la organización por el compromiso, la colaboración, sostenibilidad; con el fin de aportar conocimiento organizativo para aumentar la eficiencia y la efectividad en la gestión de los procesos de la organización (Trist, 1981).

Los principios de los sistemas sociotécnicos señalados que son utilizados para diseñar una organización según Niepce y Molleman (1996), son:

- a) Entender a las organizaciones como sistemas abiertos, donde la organización al ser abierta requiere insumos para transformar y finalmente retornar resultados esperados a entorno.
- b) La compatibilidad, donde la organización utiliza al máximo las habilidades de sus participantes con lo cual establece la importancia del personal en la organización.
- c) Debe poseer unidades de operación auto – regulables, con las cuales se pueden resolver las contingencias y no demorar en el cumplimiento de sus objetivos.
- d) Se debe identificar las especificaciones críticas mínimas de cada unidad de operación y dar la libertad de que el personal pueda elegir la mejor opción para llevar el control.

- e) Multifuncionalismo, este principio ayuda a resolver problemas poco predecibles en la organización, basado en esto se debe diseñar la organización con personal competente que sepa resolver situaciones complejas.
- f) El control de las variaciones para estabilizar el sistema, bajo el criterio sociotécnico, busca que cada personal tenga la capacidad de reconocer las causas de las varianzas (variaciones), y que ellos puedan manejar y resolver, con la libertad de actuar sobre las mismas.
- g) Proporcionar soporte de congruencia, este principio tiene por fin que en el diseño de la organización esta debe tener la capacidad para cumplir con los objetivos y metas con éxito.
- h) Establecer una organización transitoria, que soporte los procesos hasta que la nueva organización diseñada inicie sus operaciones. Siendo uno de los principios más importantes para el éxito del sistema propuesto.

Es importante tener en cuenta determinadas características de una organización diseñada bajo un sistema sociotécnico los cuales están bajo un marco de referencia que organiza los hechos y proyecta su enfoque en tres etapas (Emery, 1959), la primera etapa busca analizar las partes, para descubrir la forma en cada una aporta al rendimiento de la empresa junto con las otras partes; la segunda etapa es el análisis de la interrelación y la última etapa es la identificación y el análisis de entorno externo.

Los sistemas sociotécnicos además son una herramienta potente para describir aspectos sociales y técnicos, cuyos integrantes humanos y máquinas, pueden llevar a la tecnificación del contexto social y la socialización de la tecnología, ya que en general hay poco conocimiento de la sociedad técnica, debido a un cierto desinterés social para comprenderla y explicar los fenómenos resulta interesante (Ropohl, 1999). Para los autores Cumming, T. y Worley C. (2008) explican que los sistemas sociotécnicos parten de dos premisas fundamentales, la primera es que los sistemas de trabajo deben de mejorar en conjunto entre los componentes sociales y técnicos; la segunda premisa indica que se debe de gestionar de manera efectiva los límites que los relaciona con el medio ambiente, esto genera una relación altamente participativa, pues involucra continuamente a los integrantes en ambos contextos. Además las actividades técnicas se combinan entre los trabajos

realizados por el hombre y la máquina, por lo cual cualquier cambio debe ser revisado a detalle pues esto llega a impactar en lo mínimo al sistema técnico y por ende al sistema sociotécnico (Badham, Clegg, & Wall, 2000).

3. Revisión metodológica

El desarrollo de la investigación se basa en el Estudio de Casos propuesto por Yin R. (1989). La metodología actualmente logra que la investigación sea aplicada en diferentes niveles académicos y distintas áreas, y que gracias a su correcta aplicación se puede llegar a resultados muy precisos en cuanto al caso y que puede servir de precedente para casos similares (Jiménez, 2012). Por lo tanto el Estudio de Casos, se puede entender, como una investigación empírica basada en múltiples evidencias para estudiar un determinado fenómeno y su contexto, donde los límites entre ambos no se identifican claramente, con el fin de analizar tanto el fenómeno como su contexto real y obtener conclusiones de su interacción (Yin, 1989). Por otro lado, la evaluación empírica hace que se obtenga abundante información subjetiva por parte del investigador en el desarrollo del estudio, es así que el Estudio de Casos es un metodología de investigación cualitativa que tiene como principal punto débil la credibilidad

de los resultados y la posible generalización de sus conclusiones (Jiménez, 2012).

El proceso que se seguirá para el Estudio de Caso, se basa en el trabajo de Jimenez V. (2012):

Paso 1. Selección del Caso. Se elige adecuadamente el caso relacionado al tema de investigación, y permitir evaluar y analizar la información.

Paso 2. Definición del Caso. Se define el caso de estudio, identificando los puntos relevantes, los participantes y las fuentes de información.

Paso 3. Elaboración de preguntas. Se realiza una lista de preguntas que servirá de guía en la investigación, donde se elabora una pregunta general y es abierta en preguntas específicas.

Paso 4. Localizar las fuentes de datos. Se identifica los recursos y estrategias para recopilar los datos, ya sea a través de los participantes, documentación, encuestas u otra fuente.

Paso 5. Análisis e interpretación. Se realizará un análisis cualitativo de la información recopilada, mediante en el criterio y las evidencias encontradas, la dificultad ligada a la interpretación y es cuidadosamente desarrollada.

Paso 6. Elaboración del informe. Se describe el proceso y los resultados de la investigación junto con las conclusiones más importantes.

Para analizar la información en el Paso 5, se aplicará la metodología propuesta por Trist E. (1981) de Sistemas Sociotécnicos, la cual también fue revisada en el trabajo de Manrique K. (2013), en esto tenemos los siguientes pasos:

Paso 1. Descripción. Se describe los aspectos sociales y técnicos del sistema de destino deseado.

Paso 2. Procesos. Se revisa específicamente las operaciones realizadas por la unidad trabajador – máquina.

Paso 3. Indicadores. Se determina los indicadores para el análisis de las diferencias claves.

Paso 4. Sistema social. Se determina los límites en las diferencias claves que son controladas por los trabajadores.

Paso 5. Percepción de los trabajadores. Se revisa la percepción social del sistema.

Paso 6. Límite. Se analiza los límites en cuanto a los sistemas vecinos.

Paso 7. Input y Output. Se analiza la entrada y salida de los sistemas de cruce, como proveedores y usuarios.

Paso 8. Contexto. Se analiza el sistema destino y su entorno, enfocados en el desarrollo técnico social.

Paso 9. Análisis y Diagnóstico del Sistema. Se elabora la propuesta de diseño para el sistema destino y su entorno.

4. El sistema sociotécnico de una empresa corredor de seguros

El estudio de caso a investigar para el desarrollo de un sistema sociotécnico de una empresa corredor de seguros, espera comprobar que se apliquen los principios de un sistema sociotécnico en la propuesta final aplicada a la empresa corredor de seguros.

4.1 Descripción

BROKER S.A. es una empresa privada inscrita en la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), la cual sirve de intermediario entre las personas interesadas en asegurarse y la compañía de seguros. La empresa otorga servicios de asesoría financiera y corretaje de seguros, en productos de vida, riesgos generales y vehiculares. Su principales aliados son la Compañías de Seguros las cuales aportan las ganancias económicas por los

asegurados contratados a través del corredor de seguros, las comisiones otorgadas por la cartera de clientes varía de acuerdo al ramo contratado y la prima obtenida, siendo así la alianza más fuerte que tiene la empresa.

4.2 Procesos

Siguiendo el segundo paso de la metodología aplicada, tenemos que los procesos identificados donde la unidad trabajador – maquina son involucrados son:

- a) Proceso de venta: es el proceso que se inicia con la prospección del cliente, identificando sus necesidades para luego segmentar los productos de la cartera que se le ofrecerá de acuerdo al poder adquisitivo; una vez identificado el cliente este puede ser abordado por un vendedor o contactado mediante algún medio electrónico, como celular, mail, publicidad entre otros. Para realizar la venta es necesario que el vendedor o el cliente de forma autónoma entregue y complete la documentación requerida para la contratación del seguro.
- b) Proceso de emisión y entrega de pólizas: luego de la confirmación del cliente al contratar un producto de seguro de una determinada aseguradora, se procede a enviar la solicitud de emisión de póliza a la aseguradora, con lo cual está procederá a emitir y entregar la póliza al cliente; este procesos puede darse de forma automática si los requisitos del productos lo permiten terminando en el envío de un póliza electrónica donde se detalla todo lo referente al producto contratado, o si el proceso necesita un requisito específico como la validación de un suscriptor de seguro es necesario enviar la documentación a la asegurador y esperar la confirmación de la emisión de la póliza que puede ser física y/o electrónica.
- c) Proceso de atención al cliente: es el proceso soporte vista como el seguimiento del flujo de trabajo de los trámites realizados en la contratación de los productos de seguros y la atención post venta; respecto al seguimiento y el flujo de trabajo para validar el estado del trámite, el cliente interesado espera que la empresa BROKER S.A. como la aseguradora respondan cuando culminará el proceso y cuándo comenzará su cobertura de protección; y cuando se trata de la atención post venta, principalmente este se debe a la asesoría que se da para resolver las dudas frente a un siniestralidad y la atención de pagos por parte de la aseguradora.
- d) Proceso de compensación: la compensación que se recibe por la cartera de clientes que se tiene en una determinada empresa aseguradora, da el derecho de comisionar por la cobranza de cada producto que la cartera tiene contratado; las comisiones están sujetas a tasas que se establecen por cada ramo y es específica a cada producto contratado. BROKER S.A. revise sus pagos de forma automática en una cuenta bancaria y el detalle es enviado vía electrónica donde se les muestra el estado de cobranza de la cartera de clientes y su cuanto es el valor de la comisión recibida.

En la Tabla 1 se describe las actividades más importantes por cada proceso con el fin de identificar oportunidades claves para ser resueltas implementando métodos sistemáticos:

Tabla 1. Actividades Claves de la BROKER S.A.

Procesos	Actividad	Descripción
	Prospección	Se realiza la evaluación del cliente para ofrecer una cartera de productos.
	Contactabilidad	Se procede a ubicar y contactar al cliente.

Proceso de Venta	Fidelización	Al contactar al cliente se le sensibiliza y fideliza en la contratación de un producto.
	Cotización	Se realiza la cotización de acuerdo al interés del cliente.
	Contratación	Se finaliza el proceso de venta al cerrar la venta con el contrato.
Proceso de emisión	Generación de trámite	Se genera el trámite para la emisión automática u la solicitud de un producto.
	Emisión automática	Se emite de forma automática los productos con los requisitos necesarios.
	Workflow de tramites	Se hace un seguimiento del estado de los trámites.
	Emisión de póliza electrónica	Se envía la póliza electrónica al cliente.
Proceso de Atención al Cliente	Generación de ticket	Se genera el ticket para validar la consulta o reclamos por parte del cliente
	Atención de consultas	Análisis de la situación y resolución de la consulta o reclamos.
	Validación de siniestros	Verificación con la aseguradora frente a una siniestralidad.
Proceso de compensaciones	Recepción de detalle de comisiones	Validación de la recepción del detalle de pago de la aseguradora.
	Validación de depósito comisiones	Validación del depósito de la aseguradora.
	Confirmación de comisiones	Confirmación del monto entre el detalle de comisiones y el depósito.

Fuente: Elaboración Propia

Al revisar las actividades por cada proceso estas nos muestran oportunidades de mejora respecto a la situación actual, en esto el Sistema de Trabajo actual no posee capacidad de respuesta a las necesidades de los clientes, para responder de forma oportuna, esto debido a la administración de los procesos de emisión y atención las cuales no se encuentran totalmente automatizados y un punto muy importante es que este Sistema no solo depende de BROKER S.A. sino de las aseguradoras y sus sistemas de gestión con las cuales se trabaja.

4.3 Indicadores

Los principales indicadores de la empresa BROKER S.A. en los cuales se debe enfocar son:

- a) Solicitudes atendidas oportunamente, cual mostrará el nivel de respuesta de atención a los clientes.
- b) Satisfacción del cliente, el cual sirve para evaluar el grado de satisfacción del servicio realizado.
- c) Comisiones, mostrará el aumento de la cartera de clientes.

4.4 Sistema Social

En el sistema social, tenemos como participantes principales a los vendedores que controlan la gestión de venta y generan los trámites para la emisión de pólizas, ellos a su vez están supervisados por jefes y ejecutivos comerciales, poseen la capacidad de responder y atender las consultas de forma inmediata con respecto a la cartera de productos. Por otro lado tenemos a los trabajadores encargados de la atención de clientes para asesorar y dar respuesta sobre el servicio que brinda la aseguradora.

4.5 Percepción de los trabajadores

Los trabajadores muestran una preocupación frente a la capacidad de respuesta de los sistemas de las aseguradoras, muchas veces la gestión y atención del cliente en BROKER S.A. se realiza de forma oportuna y cumpliendo todas las actividades por parte del trabajador, pero su gestión termina cuando no hay respuesta por parte de la aseguradora una vez terminado el tiempo requerido para realizar un actividad. Los trabajadores sienten que el Sistema de Trabajo no se encuentra totalmente automatizado y no les permite generar una imagen confiable frente a sus clientes y por lo tanto repercute en sus metas comerciales y en los objetivos de la empresa.

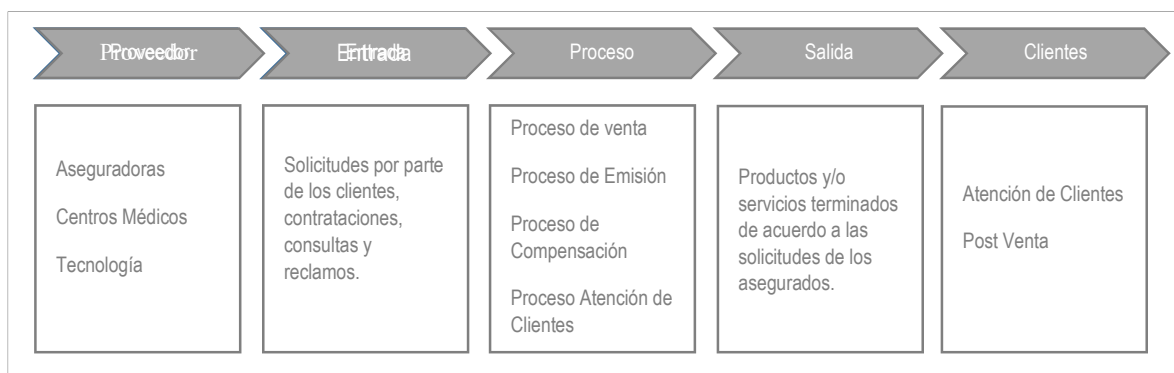
4.6 Límites

La empresa BROKER S.A. solo trabaja con determinadas aseguradoras las cuales le ofrecen las mejores comisiones y sus productos son más fáciles de comercializar. A nivel de procesos la emisión y la gestión de los siniestros recae completamente sobre la aseguradora, por lo tanto la gestión de atención en este punto de la empresa BROKER S.A. solo llega con el inicio del trámite y la intermediación con el asegurado.

4.7 Input y Output

En la Figura 1, se muestran las entradas y salidas para los procesos identificadores en la empresa BROKER S.A. En la entrada se entrega las especificaciones que debe cumplir el producto en el tiempo adecuado y con los requisitos indicadores. Los recursos utilizados en los procesos poseen recursos humanos, financieros, tecnológicos entre otros. Para la salida se evalúa la calidad del producto de acuerdo a las especificaciones de entrada en ello se tiene un responsables que soporte y gestione las consultas y reclamos.

Figura 1. Input y Output de BROKER S.A.



Fuente: Elaboración Propia

4.8 Contexto

El contexto, valida la situación en la que se encuentra la empresa BROKER S.A. respecto a los agentes de su entorno y su relación es por ello que se han determinado tres puntos importantes:

- a) La empresa tiene un compromiso con cada cliente con el fin de otorgar el mejor servicio, preocupado por sus necesidades y busca entregar lo ofrecido en la fidelización.
- b) La empresa evalúa continuamente los avances tecnológicos de soporte, para alinearse al mercado y ser competitivo agilizando sus actividades dentro de sus procesos clave.
- c) Estable compromisos sostenibles con sus aliados estratégicos, manteniendo una buena relación con las aseguradoras.

4.9 Análisis y diagnóstico del sistema

Las estrategias que se tomaran en el análisis y basadas en la oportunidad de mejorar del Sistema de Trabajo de BROKER S.A. primeramente inician en la identificación del problema el cual está enfocado en la gestión que es ajena a la empresa, y que recae sobre las aseguradoras y sobre todo por sus sistemas de atención, esto genera mala imagen y falta de confianza en los procesos de la empresa que son la cara a los clientes que esperan ser atendidos en el momento oportuno. Al ser complejo la relación que existe entre la operación de la aseguradora y la gestión de la empresa, es conveniente establecer la siguiente propuesta:

Diseñar e implementar procesos de atención de requerimientos, donde se pueda dar prioridad a los casos críticos, los cuales serán atendidos en prioridad por la empresa y la aseguradora, basado en políticas que protejan al cliente y la reputación de la empresa. La finalidad de la propuesta es establecer el control por parte del personal para dar respuestas oportunas a los problemas de los clientes y a las necesidades como cliente de la aseguradora, busca generar estabilidad en todos los procesos de la organización, y tener planes de contingencia que sean gestionados por los trabajadores.

4.10 Propuesta de sistema sociotécnico para el corredor de seguros

Según el análisis se propone desarrollar un sistema sociotécnico que tenga principalmente cuatro dimensiones que soporten los procesos operativos desde el corredor a través de la aseguradora hacia el cliente. El primer componente es una plataforma digital por medio de una aplicación web y móvil accesible para el corredor y que soporten todo el flujo de atención de requerimiento realizando intercambio de datos con las aplicaciones principales de la aseguradora este será el componente técnico para comunicar entre los demás componentes. El segundo componente es una mesa de trabajo que se adaptará al proceso de atención del cliente orientado solo a los corredores, expertos específicamente al proceso operativo de los terceros, el propósito es atender la demanda de requerimientos de forma eficiente utilizando la herramienta digital además de tener la capacidad de solucionar los requerimientos en tiempo real. El tercer componente es el equipo de soporte tecnológico que estará priorizado para atender todo requerimiento de configuración sobre las aplicaciones, por último el componente de negocio conformado por el soporte comercial para y la elevación de requerimientos prioritarios encargándose además de la gestión administrativa respecto a los corredores de seguros.

5. Conclusiones y recomendaciones

Un aspecto clave para el éxito del estudio en lo que respecta a sistemas sociotécnicos es conocer sus principios y características, en esto tenemos primero entender a las organizaciones como sistemas abiertos, para tener una visión holística sobre la organización y su entorno; la compatibilidad, que utiliza al máximo las habilidades de los trabajadores para ejecutar sus tareas y actividades; tener unidades de operación auto – regulables, para resolver las contingencias de forma oportuna y también saber identificar las especificaciones críticas mínimas de cada unidad de operación donde los trabajadores puedan resolver tomando la mejor opción con total libertad. Partiendo de estos principios, es importante señalar que el análisis subjetivo puede apartar la idea principal de propuesta, para no caer en error es importante comprender completamente que el sistema sociotécnico busca el equilibrio entre los contextos social y técnico donde su relación e interacciones de sus componentes deberán optimizar los procesos de la empresa, y soportarán el éxito de la propuesta.

En el estudio de caso se puede concluir que los resultados tendrán más probabilidad de éxito sobre la empresa BROKER S.A. ya que la evaluación está realizada sobre la organización en sí y su entorno, pero puede marcar una referencia para otras empresas dedicadas al corretaje de seguros. Por otro lado se ve que frente a limitación tecnologías, ajenas a la empresa, las propuestas donde la gestión de contexto social liderada por personal capacitado llega a resolver los problemas de la organización, demostrando la aplicación un correcto diseño de un sistema sociotécnico en la organización es fundamental para llegar cumplir los objetivos y resolver problemas.

6. Bibliografía

- Badham, R., Clegg, C., & Wall, T. (2000). *Socio-technical theory*. (W. Karwowski, Ed.) New York, NY: John Wiley.
- Cumming, T., & Worley, C. (2008). *Organization Development & Change*. Mason, OH: Cengage Learning.
- Emery, F. (1959). *Characteristics of socio-technical systems*. London: Tavistock Institute.
- Emery, F., & Trist, E. (1960). Socio-technical Systems. *Management Sciences Models and Techniques*.
- Jiménez, V. (Julio de 2012). El estudio de casos y su implementación en la investigación. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(1), 141-150.
- Manrique, K. (2013). *Desarrollo de Sistemas Socio Técnicos en el área de Seguridad y Salud Ocupacional de una empresa de servicio*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Niepce, W., & Molleman, E. (1996). A case study - Characteristics of work organization in lean production and sociotechnical systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 77-91.
- Ropohl, G. (1999). Philosophy of Socio-Technical Systems. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 4(3), 186-194.
- Trist, E. (1981). The Evolution of Socio - Technical Systems: a conceptual framework and an action research program. *Occasional paper*.
- Trist, E., & Bamforth, K. (1951). Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-Getting: An Examination of the Psychological Situation and Defences of a Work Group in Relation to the Social Structure and Technological Content of the Work System. *Human Relations*, 4(1), 3-38.
- Yin, R. K. (1989). *Case Study Research: design and Methods*. London: Sage Publications: Applied Social Research Methods Series.

Vigilancia tecnológica de Big Data en el sector de seguros

Carlos Hernández Cenzano
Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería, Perú
carlos.hernandez@pucp.edu.pe

Resumen

Ante el entorno de cambios acelerados, se contempla como crecen los datos en variedad, velocidad y volumen y el sector empresarial en general presenta diferentes niveles de desconocimiento de las tecnologías más adecuadas para hacer frente a este fenómeno, a diferencia de algunos sectores específicos, como es el caso de las empresas de seguros que conocen como analizar el gran volumen de datos e información que disponen en diferentes bases de datos y que son imprescindibles en las decisiones a tomar, usan Big Data, lo cual puede significar la supervivencia de la organización. En los últimos años el aumento en la competencia en el sector de seguros está siendo impulsado por la investigación y el desarrollo, estos participantes del mercado tienen su atención en las tecnologías y las posibilidades que ofrece la incorporación de estas, en especial las emergentes. Es así que las tecnologías Big Data siguen cobrando cada vez más importancia, debido a lo cual el presente artículo tiene como objetivo hacer una exploración sobre el uso de estas tecnologías y otras vinculadas en el sector de seguros por medio de las metodologías de Vigilancia Tecnológica, que comprende el análisis bibliométrico, así como el análisis de las patentes, a través de diferentes herramientas. En ese sentido, la investigación actual se centra explorar las aplicaciones de Big Data y otras tecnologías relacionadas en el sector asegurador por medio de los análisis indicados. En el trabajo se presenta el Big Data, el sector de seguros, la metodología utilizada, los resultados y su discusión, las conclusiones y observaciones y finalmente la bibliografía revisada.

Palabras clave

sector de seguros, vigilancia tecnológica, big data, data science, analytics

1. Introducción

En los últimos años cada vez se están generando mayor cantidad de datos masivos, de manera acelerada y la tendencia indica que seguirá en aumento para los próximos años (Joyanes, 2013). En la publicación de IDC por auspicio de Seagate se indica que del 2018 al 2025 la datosfera mundial aumentarán de 33 Zettabytes a 175 Zettabytes (Reinsel, Gantz, & Rydning, 2018) esto se traduce que el sector digital se está volviendo más complejo debido a grandes volúmenes de información y esta es muy variada, a medida que avancemos hacia los próximos años se tendrá mayor materia prima a ser explotada, lo que señala que cada vez serán más necesarias las tecnologías Big Data. Las herramientas convencionales ya no son suficientes para explotar estos volúmenes de información, como los sistemas clásicos de gestión de bases de datos relacionales o los motores de búsqueda convencionales. Estos y otros desafíos deberán resolverse con herramientas específicas diseñadas para trabajar en estas situaciones (Moniruzzaman & Akhter, 2013). Uno de los impulsores de este crecimiento de información es la computación en la nube frente a los centros de datos tradicionales, según las organizaciones continúen la transición a la computación a la nube, sea privada o pública se estará facilitando el aumento de los datos (Reinsel, Gantz, & Rydning, 2018). Las diferentes interacciones de los usuarios en los diferentes comercios electrónicos y redes sociales como

Google, Amazon, Facebook, etc. están generando mayores cantidades de información que es utilizada para ofrecer servicios y productos dirigidos a los diferentes usuarios (Miguel & Casado, 2016).

En este entorno, el sector de seguros está produciendo mayores volúmenes de datos y también requiere de nuevas técnicas para analizarlos, técnicas de Big Data, con el objetivo de poder incrementar su rentabilidad, considerando que se dispone de datos de la compra, la región, la edad, el estado del seguro, el sexo del cliente, entre otros (Fang, Jiang, & Song, 2016). El aumento en la competencia por medio de la investigación y desarrollo tecnológicos en el sector seguros es cada vez más intenso, en especial sobre las posibilidades que ofrece Big Data, en este sentido la investigación actual explora el uso del Big Data en este sector. La primera parte de este estudio presenta los antecedentes de Big Data y otros conceptos que proporcionan el contexto base. En una segunda parte, el análisis se basa en las publicaciones y la actividad de patentes para explorar la evolución y las tendencias de las aplicaciones de Big Data en este asegurador, conocimiento que adecuadamente utilizado permitiría aumentar las posibilidades de que se produzca la innovación tecnológica.

2. El Big Data

El Big Data hace referencia a la información que no es posible ser procesada ni analizada por medio de los procesos que se disponen tradicionalmente, esto se debe a que las cantidades de datos se han incrementado debido a la acumulación de los mismos, así también Big Data puede hacer referencia a una serie de herramientas y procedimientos que permiten a las organizaciones lograr manipular y administrar gran cantidad de datos y su almacenamiento (Camargo-Vega, Camargo-Ortega, & Joyanes-Aguilar, 2015; Joyanes, 2013).

Las características o dimensiones del Big Data que tienen coherencia entre si son (Camargo-Vega, Camargo-Ortega, & Joyanes-Aguilar, 2015; Joyanes, 2013):

- Volumen: día a día las organizaciones presentan un aumento significativo de los datos que registran.
- Variedad: existen diferentes formas como la información se almacenan y que pueden provenir de diferentes fuentes como las redes sociales, las páginas web, foros, etc.
- Velocidad: la velocidad con la que los datos son creados desde las diferentes fuentes indicadas.

Para el manejo del Big Data es necesario hardware y software en una arquitectura adecuada como el procesamiento paralelo masivo, el manejo de datos no estructurados o semiestructurados como Hadoop o MapReduce que pueden operar con información estructurada, no estructurada o semiestructurada. Apache Hadoop es una herramienta software que permite procesar grandes cantidades de datos, por medio de conjuntos de computadores, es escalable según las necesidades pudiéndose incorporar más nodos fácilmente, y tiene una baja complejidad, lo que permite desarrollar código eficiente para estos arreglos. Por otra parte MapReduce es usado cuando se requiere información en el orden de petabytes, se diseñó para resolver el problema de la escalabilidad y puede ser ejecutado en diferentes lenguajes de programación (Camargo-Vega, Camargo-Ortega, & Joyanes-Aguilar, 2015).

La nueva interacción entre la ciencia de datos y analítica se da debido a las oportunidades de la disponibilidad del Big Data y los avances en la inteligencia artificial, las transacciones económicas y sociales que se dan en línea permite capturar grandes cantidades de datos de forma digital, lo que exige contar con la capacidad de comprender la estructura y la

dimensionalidad de estos los datos disponibles, por lo que las oportunidades de investigación en base a estos se han incrementado exponencialmente, casos como el genoma humano, las patologías del Alzheimer, la respuesta a diferentes ofertas, etc. en millones de personas (Agarwal & Dhar, 2014).

3. El Sector Asegurador

El sector asegurador ha evolucionado desde sus inicios en las antiguas civilizaciones, donde se efectuaban contratos financiando pérdidas, posteriormente en la edad media se colectaba y distribuía fondos entre los miembros vinculados religiosamente en caso de la muerte de alguno de ellos y en el sistema actual se cuentan con contratos de seguros y se disponen de una variedad de ramos y coberturas (Specia Jiménez, 2005; Junguito, 2010). La presión del sector de seguros aumenta constantemente, sobre todo después de los diferentes eventos turbulentos del sector financiero en los últimos años, existiendo una relación fuerte e importante entre las características culturales y de asunción de riesgos de las compañías de seguros en diferentes países (Gaganis, Hasan, Papadimitri, & Tasiou, 2019).

El sector asegurador ha sufrido diferentes conflictos éticos, en especial debido al ingreso de nuevas tecnologías e innovaciones, lo cual cambia el esquema de riesgos desde diferentes perspectivas individual, corporativa, sectorial y regulatoria. Y en la actualidad la tecnología se ha transformado de una herramienta de eficiencia a ser parte de la cadena de valor del sector asegurador, lo que representa un cambio de paradigma que no es exclusivo de este sector, tal es el caso del uso de los datos personales y la inteligencia artificial (Amezua, 2019). También el uso de la información de pruebas genéticas por parte de las compañías de seguros, presenta un conflicto ético y un reto para las políticas, que podrían ser utilizadas para regir o restringir el uso de estas pruebas. La información de las pruebas genéticas es esencial para la atención médica del futuro debido a las terapias médicas personalizadas y el análisis de riesgos más informado por parte de las compañías aseguradoras (Nill, Laczniak, & Thistle, 2019).

Las compañías aseguradoras requieren una estrategia óptima con respecto a la suscripción previa al siniestro versus la suscripción posterior al siniestro, debido al impacto que representa en los gastos de suscripción y en los gastos de investigación de reclamos en conjunto (Bisco, McCullough, & Nyce, 2019). Por otra parte para disuadir del fraude de seguros de automóviles, las compañías aseguradoras y los administradores de la ley investigan y procesan las reclamaciones sospechosas, identificándose limitaciones organizacionales, debido a que un bajo porcentaje de estos casos son procesados como fraude (Warren & Schweitzer, 2019).

Adicionalmente, el sector asegurador requiere poder tener un análisis con poder discriminatorio del desempeño de las inversiones, especialmente en los activos de inversión, con implicaciones para las compañías de este sector y los responsables de tomar decisiones (Tone, Kweh, Lu, & Ting, 2019).

El sector asegurador está cambiando constantemente y presenta nuevos retos en los cuales contar con las tecnologías de Big Data y las que se vinculan a esta, es imprescindible.

4. La vigilancia tecnológica e Inteligencia Estratégica

La vigilancia tecnológica busca información sobre las tecnologías que están disponibles o que emergen. Se define como una actividad de búsqueda, detección, análisis y comunicación para los directivos de las empresas, la información orientada a la toma de decisiones sobre

amenazas y oportunidades externas en el campo de la ciencia y la tecnología. (Ramirez, Maria; Escobar, David; Arango, Bibiana, 2012). Mientras que la inteligencia estratégica comprende la gestión de procesos para la toma de decisiones estratégicas integrando a la vigilancia tecnológica y otras (MINCYT, 2015).

La metodología adecuada en base a lo señalado por Vargas y Castellanos (2005), MINCYT (2015) y Pineda (2015) se presenta a continuación:

Planeación: Se ha recopilado información del sector asegurador y revisado diferentes reportes con el fin de establecer el objetivo de búsqueda y la estrategia, se determinó que era adecuada la vigilancia tecnológica y se hicieron algunas búsquedas exploratorias, entre ellas la determinación de la disponibilidad de información y por otra parte identificar las palabras adecuadas.

Preparación de la búsqueda: En esta etapa se ha considerado explorar las patentes y los artículos científicos, para poder buscar la aplicación de las tecnologías de Big Data, en el caso de patentes se han seleccionado Patentscope (WIPO, 2019), PatentInspiration (AULIVE, 2019) y Lens (Cambia, 2019) y para el caso de los artículos científicos se seleccionaron Scopus (Elsevier, 2019) y Web of Science (Clarivate Analytics, 2019). Estas fuentes corresponden a bases de datos estructurados y semiestructurados, fueron seleccionadas principalmente por la disponibilidad de estas.

Búsqueda en la base de datos y Depuración de los resultados: Se ha procedido a explorar la información de los artículos en las fuentes seleccionadas con las palabras claves a partir del año 2014, se ha considerado un periodo de tiempo corto y más reciente porque se desea explorar lo último en que se está aplicando las tecnologías Big Data y las vinculadas con estas. Una vez seleccionados los resultados de las búsquedas y tras evaluarlos se ha identificado el resultado adecuado al trabajo propuesto. En el caso de las patentes se está explorando sin limitar el año de publicación.

Análisis de los resultados: En base a los resultados de la búsqueda se han analizado los resultados con las herramientas propias en cada fuente, también se han descargado la información de los resultados para hacer un análisis con otras herramientas: VOSviewer y Orange.

4.1 Bibliometría

La ciencia está ligada a los procesos sociales, los aspectos socioeconómicos y la ciencia se influyen mutuamente, el desarrollo industrial convierte a la ciencia y la tecnología en una actividad social clave para la producción y la educación. Los estudios bibliométricos se basan en análisis de lo realizado y publicado, las técnicas que se usan son cuantitativas de la estadística (Ardanuy, 2012), la minería de datos y la minería de textos.

Los indicadores bibliométricos se pueden clasificar como personales, de producción, de dispersión, de visibilidad o impacto, de colaboración, de obsolescencia, y de forma y contenido (Ardanuy, 2012).

4.2 Análisis de Patentes

Los datos de patentes están disponibles electrónicamente y los investigadores están cuantificando estos datos y definiendo indicadores de la producción tecnológica en base a estos (Kürtössy, 2004). Las fuentes de los datos de las patentes pueden ser oficinas de cada país, las internacionales y empresas particulares (Kürtössy, 2004; OECD, 2009). Los indicadores de la actividad de patentamiento se basan en el número de patentes o el cambio de crecimiento por

país, por empresas, por inventor, por clasificaciones y subclasificaciones y otros indicadores derivados de los primeros indicados (OECD, 2009).

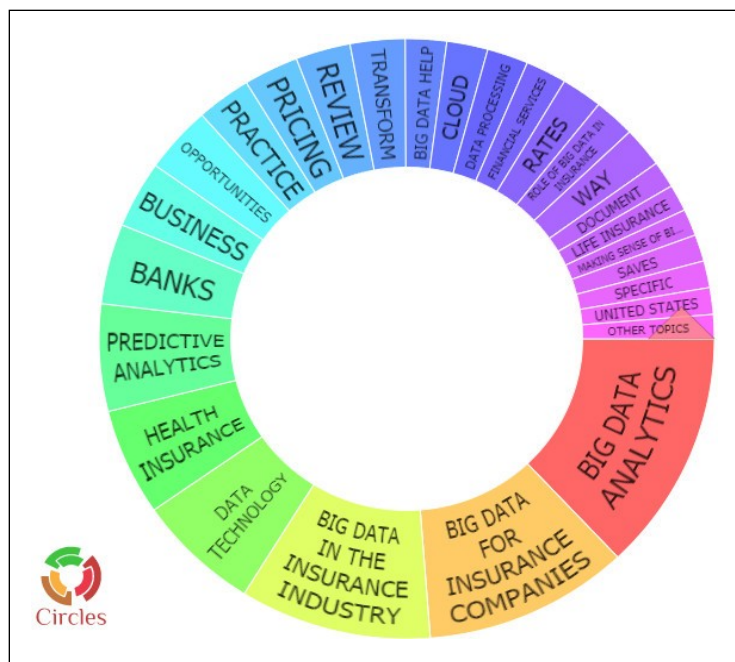
5. Resultados y discusión de resultados

En el siguiente acápite se incluyen los resultados que se han obtenido al aplicar la metodología expuesta, se muestran los resultados de algunas de las herramientas, y los datos analizados se han limitado en el caso de los artículos como

5.1 Construcción de la ecuación de búsqueda

Para este objetivo los tópicos vinculados a los términos “Big Data” e “insurance” se exploraron por medio de la herramienta Carrot 2 (Osiński & Weiss, 2019) entre los términos están “analytics”, “technology”, “predictive” y “processing”, se pueden observar uno de los resultados en la Figura 1.

Figura 1 – Tópicos vinculados a los términos “Big Data” e “insurance”



Fuente: Carrot 2 (Osiński & Weiss, 2019)

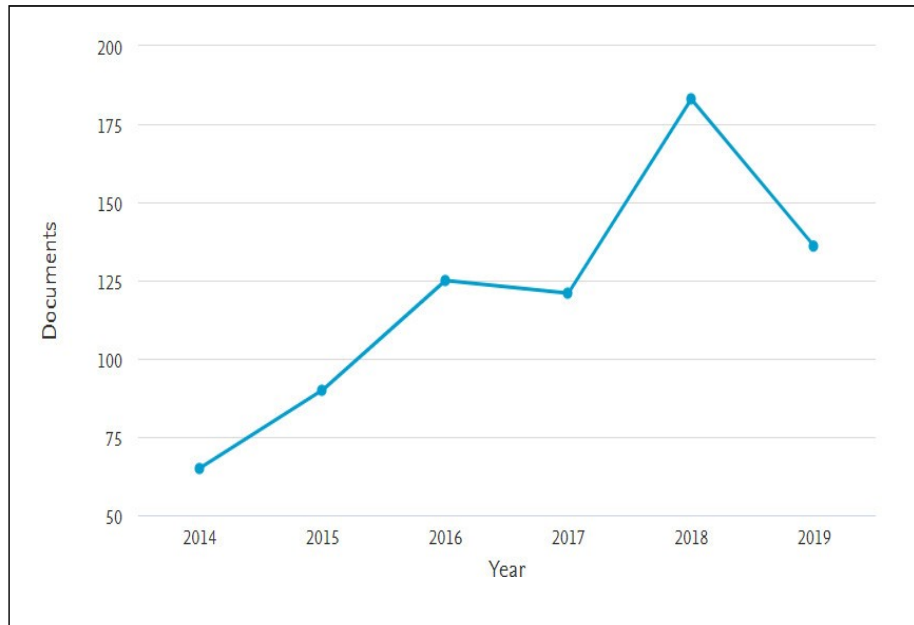
Una vez que se identificaron los términos para la búsqueda se procedió a construir ecuaciones tomando en cuenta las recomendaciones del trabajo de Pineda (2015), a continuación se muestra la ecuación final para la búsqueda de los artículos científicos en el caso de Scopus: TITLE-ABS-KEY (("big data" OR "data science" OR analytics) AND (insurance OR insurtech)) AND PUBYEAR > 2013 AND PUBYEAR < 2020

En el caso de las patentes, se partió de los términos identificados para la búsqueda de artículos científicos, la ecuación final para PatentInspiration es la siguiente: ("big data" OR "data science" OR analytics) AND (insurance).

5.2 Bibliometría

De acuerdo a los registros en SCOPUS (Elsevier, 2019) y la exploración realizada, la actividad científica vinculada al Big Data está con tendencia a incrementarse por lo que se observa en la Figura 2, esto confirma la importancia de estudiar este tópico con las herramientas de la vigilancia tecnológica.

Figura 2 – Producción científica por año

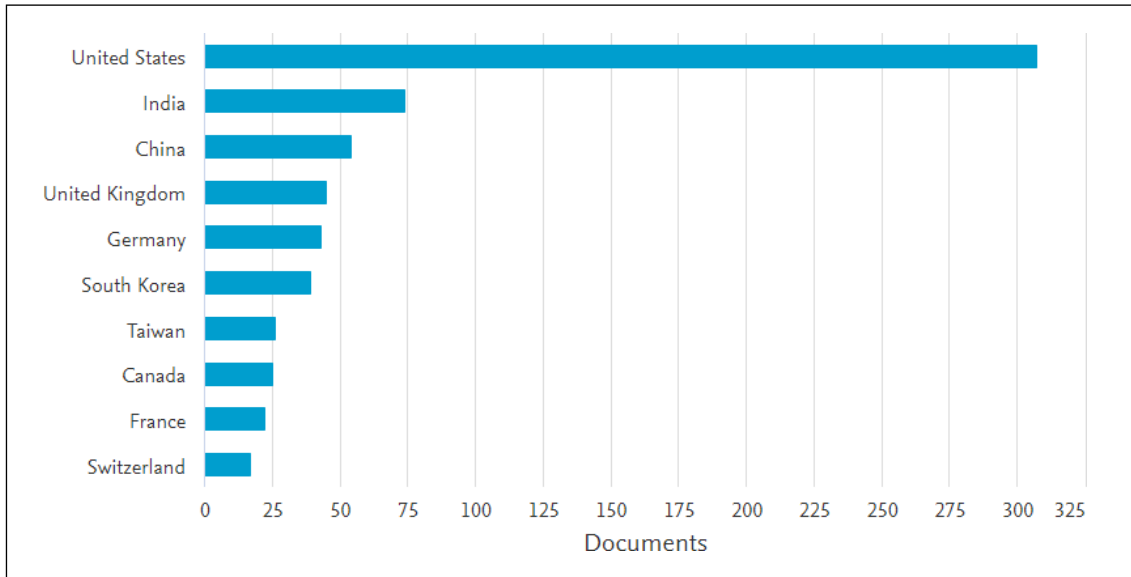


Fuente: SCOPUS (Elsevier, 2019)

De acuerdo a la información explorada de SCOPUS (Elsevier, 2019) los países que lideran las publicaciones sobre el campo del Big Data aplicado al sector de seguros son: EE.UU., India, China, Reino Unido, Alemania, Corea del Sur, Taiwán, Canadá, Francia y Suiza, ordenados de mayor a menor cantidad de publicaciones, los resultados se muestran en la Figura 3.

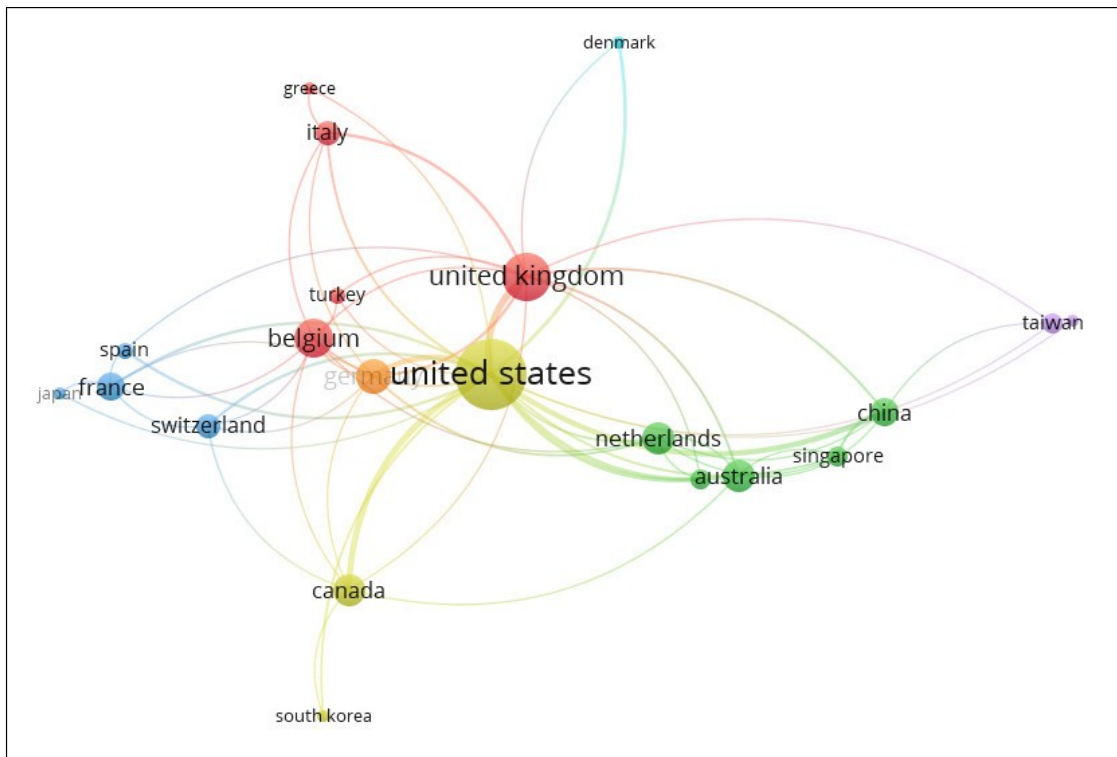
Por otro lado, en la Figura 4 podemos observar el diagrama de red de la vinculación de estos países en la coautoría de las publicaciones, podemos señalar adicionalmente a los países identificados en la Figura 3, resalta la actividad de Bélgica.

Figura 3 – Producción científica por país



Fuente: SCOPUS (Elsevier, 2019).

Figura 4 – Red de coautoría de la producción científica por países

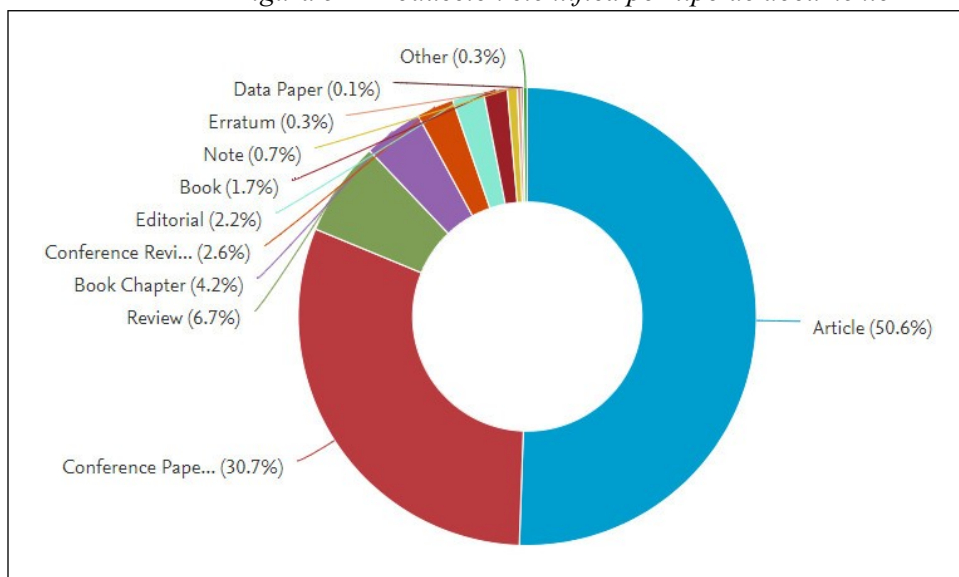


Fuente: VOSviewer con datos de SCOPUS (Elsevier, 2019).

En la Figura 5 se puede observar que el mayor volumen de producción científica vinculada a Big Data en el sector de seguros se concentra en artículos científicos y en artículos

de congresos, lo que señalaría las fuentes a las que se recurrir para poder asimilar estas tecnologías.

Figura 5 – Producción científica por tipo de documento

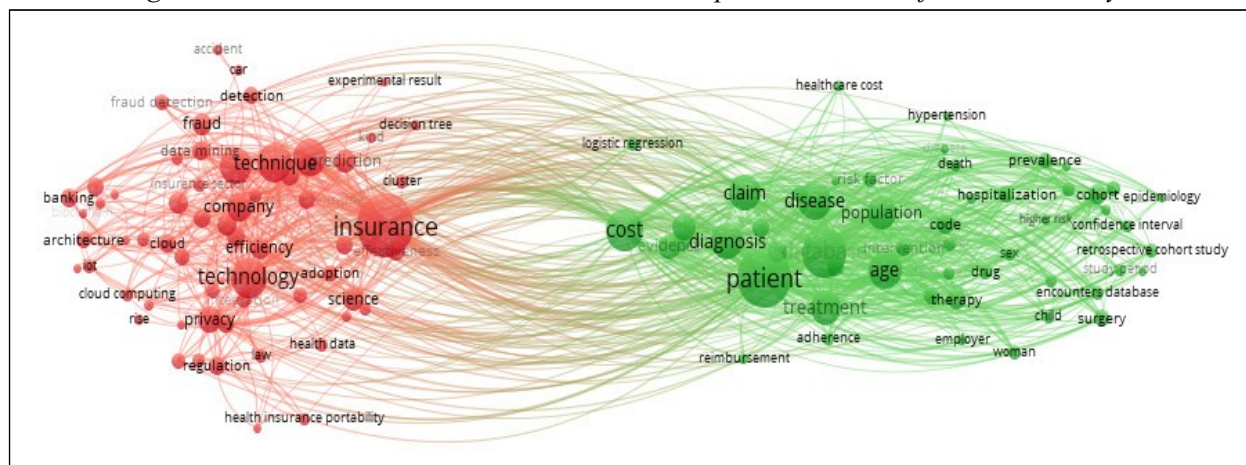


Fuente: SCOPUS (Elsevier, 2019)

En base al análisis por medio de la red de coocurrencia de términos que se muestra en las Figuras 6, 7 y 8, se ha identificado los tópicos de aplicación: adopción, grupo de edad, intervalo de confianza, muerte, demográfico, localización, diabetes, diabetes mellitus, fármaco, nacimiento, epidemiología, fraude, detección de fraudes, género, datos sanitarios, portabilidad del seguro de salud, coste sanitario, sistema de sanidad, alto riesgo, hospitalización, tensión alta, incidencia, intervención, datos médicos, medicación, paciente, receta, preponderancia, intimidad, protección, normativa, factor de riesgo, terapia.

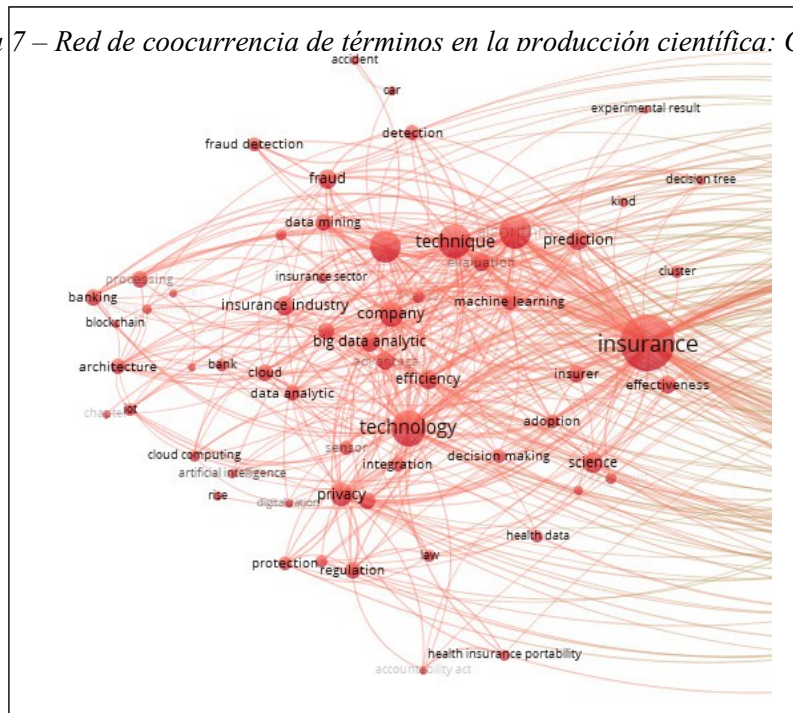
Y por otra parte las tecnologías vinculadas a: algoritmo, arquitectura, inteligencia artificial, big data analysis, big data technology, blockchain, computación en nube, prospección de datos, base de datos, toma de decisiones, esquema de decisiones, digitalización, regresión logística, aprendizaje automático y tiempo real y el internet de las cosas (iot).

Figura 6 – Red de coocurrencia de términos en la producción científica, Clusters 1 y 2



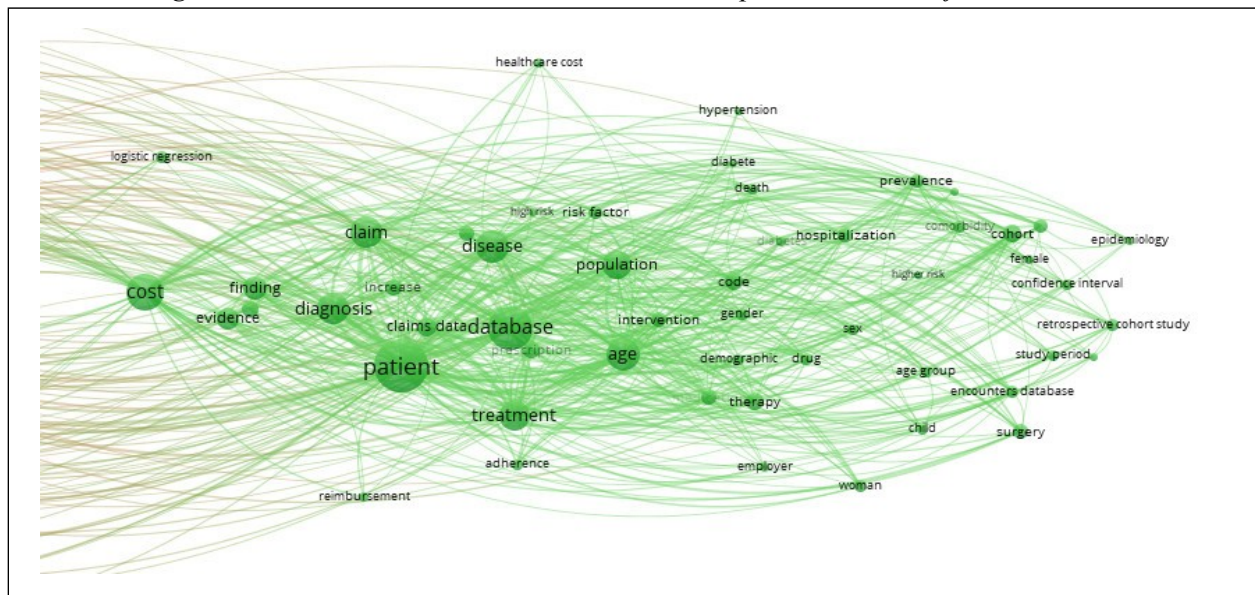
Fuente: Elaborado en VOSviewer con datos de SCOPUS (Elsevier, 2019).

Figura 7 – Red de coocurrencia de términos en la producción científica: Cluster 1



Fuente: Elaborado en VOSviewer con datos de SCOPUS (Elsevier, 2019).

Figura 8 – Red de coocurrencia de términos en la producción científica: Cluster 2



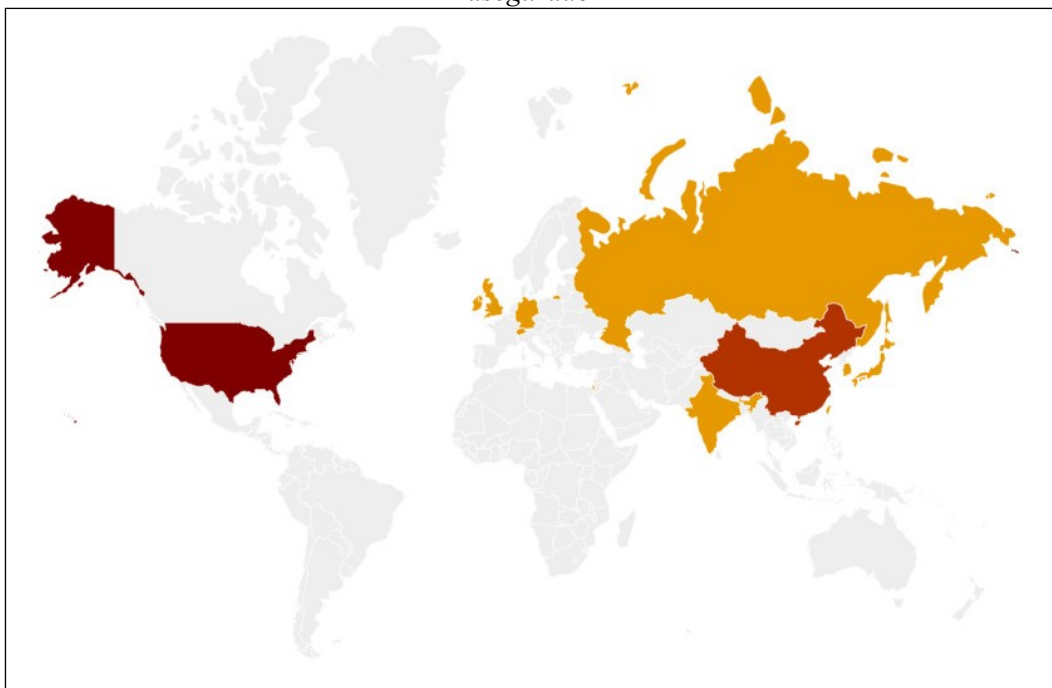
Fuente: Elaborado en VOSviewer con datos de SCOPUS (Elsevier, 2019).

5.3 Análisis de las patentes

Se usaron Patentscope (WIPO, 2019), PatentInspiration (AULIVE, 2019) y Lens (Cambia, 2019) para explorar la actividad de las patentes, se muestran en diferentes figuras los resultados encontrados en la actividad de patentamiento. Tal es el caso de la Figura 9 en la que se muestran los países con mayor actividad de patentamiento vinculada a Big Data en el sector asegurador, entre paréntesis el número de patentes por país: Estado Unidos (105), China (40),

Korea del Sur (10), Irlanda (8) y Japón (5).

Figura 9 – Países con actividad de patentamiento vinculado a Big Data en el sector asegurador



Fuente: PatentInspiration (*AULIVE*, 2019).

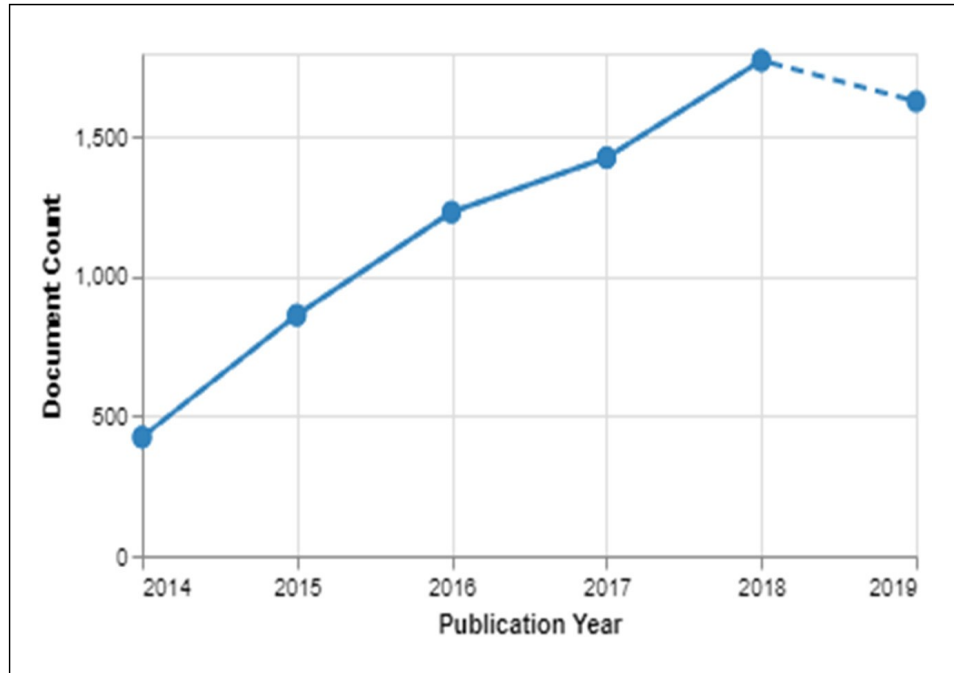
En la Figura 10 se puede observar que la actividad de patentamiento en los últimos años está en aumento, incluso en el caso del año actual que aún no ha concluido, el número de patentes publicadas es mayor al año anterior. En la Figura 11 se puede observar que los principales temas tratados: análisis, enfermedad, plataforma, premium, precios, reglas, riesgo, esquema y objetivo.

En la Figura 12 se puede observar que los dominios relacionados a las patentes exploradas, entre los que cuentan con mayor número de patentes están: métodos de procesamiento de datos, sistemas de computadores basados en modelos computacionales, reconocimiento de datos, dispositivos para introducir información multimedia y transmisión de información digital.

En la Figura 13 se puede observar que los principales inventores de este sector son: Li Yunfeng (22), Chen Mingdong (10), Huang Yue (10), Easo Ajay K (8), Feferman Dmitriy (8), Ghani Rayid (8), Howell Nicholas Francisco (8), Irish Michael S (8), Jantzen Laura J (8), Kumar Mohit(8), Mei Zhu-Song (8), Wallace Leana Rachelle (8), Bauer Alan Joseph (7), Xu Chang (7), Siendo los principales inventores de China, lo que indicaría que China en los últimos años es el país que está avanzando en las tecnologías de Big Data aplicadas al sector asegurador. Mientras que en la Figura 14, se muestran las principales organizaciones que solicitan el registro de patentes vinculadas a esta tecnología.

De la Figura 15 y la Tabla 1 se tienen que los campos que se vinculan a las patentes en Big Data para el sector asegurador están: Finanzas, Administración, Comercio, Métodos, Materiales, tratamiento de datos, recuperación de información y medición con fines de diagnóstico.

Figura 11 – Principales términos en las patentes



Fuente: Lens (Cambia, 2019)

Figura 10 – Actividad de patentamiento según fecha de solicitud presentada



Fuente: PatentInspiration (AULIVE, 2019).

Figura 12 – Dominio de las patentes



Fuente: PatentInspiration (AULIVE, 2019).

Figura 13 – Principales inventores en patentes

BAUER ALAN JOSEPH • BERMAN HERBERT L • BLAIR ROBERT N • BURNS CLIFTON H • CHEN MINGDONG
 DAFFERN GEORGE M • EASO AJAY K • FEFERMAN DMITRIY • GHANI RAYID
 HOWELL NICHOLAS FRANCISCO • HUANG YUE • IRISH MICHAEL S • JANTZEN LAURA J
 KUMAR MOHIT • KUMAR SRINIVAS • LI YUNFENG • LIU JUN-FANG • LIZARDI LINDSEY J • MAHONEY STEVEN
 MATZINGER DAVID • MCGARRAUGH GEOFFERY • MEI ZHU-SONG • MOYER JAMES W • NEPOMUCENO JOHN A
 OSTROW DAVID H • PHILLIPS ROGER W • POTTS RUSSELL O • READ SPENCER • ROSENTHAL ROBERT D • SELLERS ANDREW • SHARTLE ROBERT JUSTICE
 SRINIVAS NEELA • SULLINS ANTHONY • SWAIN KATHLEEN L • UNDERWOOD RAY • UNDERWOOD RAYMOND D • VAN SLYKE OAKLEY E
 WALLACE LEANA RACHELLE • WANG JINXI • WANG SHENG-FENG • WANG-SUN YECHU • WATERS THOMAS • WHITWORTH BRIAN L • WU YABO
 XIAO JING • XU CHANG • XU LIANG • ZHAN SIYAN • ZHANG GUANJING • ZHENG YI

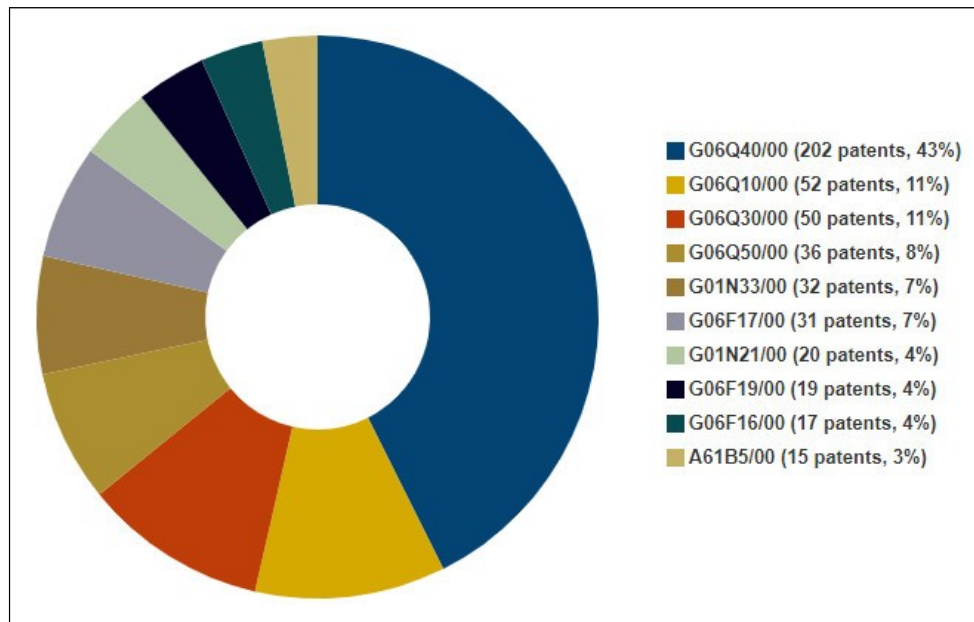
Fuente: PatentInspiration (AULIVE, 2019).

Figura 14 – Principales solicitantes de las patentes



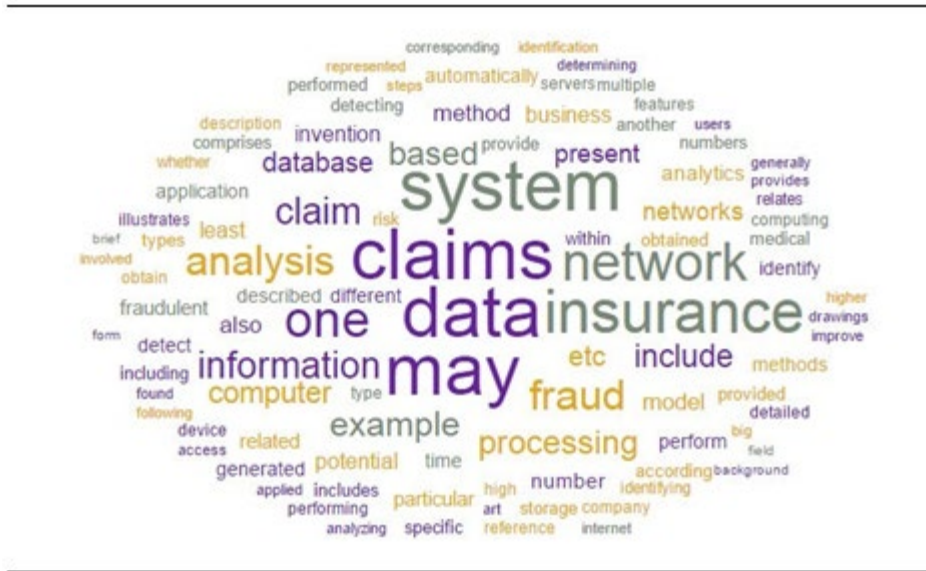
Fuente: Lens (Cambia, 2019)

Figura 15 – Principales clases IPC de las patentes



Fuente: PatentInspiration (AULIVE, 2019).

Figura 17 – Nube de palabras de las patentes encontradas sobre el tema fraude



Fuente: Elaborado en Orange con los resultados de PatentInspiration (AULIVE, 2019)

Tabla 2 – Objetivo y técnica utilizada según el tipo de seguro en artículos científicos

Tipo de Seguro	Objetivo	Técnica
Automóviles	Detección de fraude	Análisis de imágenes
		Deep Learning
		Desequilibrio
Construcción	Clasificación de riesgos	Big Data
En general	Detección de anomalías	Redes neuronales
	Detección de valores atípicos	Algoritmo de frecuencia
	Determinación de riesgo de impago	Algoritmos de clasificación
	Identificación de reclamos fraudulentos	Big Data Science
	Tergiversación de seguros	Ajuste bayesiano
	Uso en Tribunales	Big Data
Microseguros	Detección de anomalías	Análisis de datos
Salud	Detección de fraude	Inducción de la regla
		Análisis de valores atípicos
		Big Data, Desequilibrio
		Data Mining
		Modelo Predictivo
		Desequilibrio
	Redes neuronales	
	Detección de valores atípicos	Mapas auto organizados
Identificación de reclamos fraudulentos	Data Mining	

	Identificación de reclamos médicos	Redes de inferencia
	Identificar el fraude del proveedor	Aprendizaje Automático
Seguros por internet	Detección de incidentes	Analítica
Tarjetas de crédito	Detección de fraude	Sensibilidad de vecindad

Fuente: Elaborado con los resultados de Scopus (Elsevier, 2019)

En la Tabla 2 se observa que los tipos de seguros en los que se ha aplicado las diferentes técnicas para el manejo de fraudes son para: automóviles, construcción, microseguros, salud, seguros por internet, tarjetas de crédito. Además podemos observar en la Tabla 3 para el caso de patentes constituye un subconjunto de las aplicaciones encontradas en los artículos científicos.

Tabla 3 – Objetivo y técnica utilizada según el tipo de seguro en patentes

Tipo de Seguro	Objetivo	Técnica
Automóviles	Detección antifraude	Procesamiento de imágenes
	Detectar fraudes en reclamos	Analítica
	Reclamos	Analítica
En general	Auditoría inteligente de siniestros	Big Data
	Detección de fraudes	Aprendizaje automático
	Monitoreo de reclamos	Analítica
	Procesar reclamos	Big Data
	Selección de clientes	Big Data
Salud	Detección de fraudes	Análisis de redes sociales
	Detectar comportamiento de fraude	Big Data
	Sistema antifraude	Big Data

Fuente: Elaborado con los resultados de PatentInspiration (AULIVE, 2019)

6. Conclusiones y Recomendaciones

Se ha podido identificar que la actividad científica del Big Data aplicado en el sector asegurador, tanto por la publicación de artículos científicos y la de publicación de patentes tiene como líderes a países como: EE.UU., India, China, Reino Unido, Alemania, Corea del Sur, Taiwán, Canadá, Francia, Suiza y Bélgica. Es adecuado seguir la exploración sobre las publicaciones vinculadas al Big Data en sector asegurador de los países líderes, el análisis puede ampliarse para identificar las entidades más importantes tanto en ambos tipos de publicaciones.

A partir de la vigilancia tecnológica realizada sobre el Big Data en el sector asegurador, se concluye, que es muy adecuado seguir profundizando esta investigación, se pueden explorar de manera paralela diferentes aplicaciones específicas, en este trabajo se ha realizó la exploración en el tema de fraudes, en este caso se ha podido identificar por tipo de seguro, el objetivo y la técnica utilizada, lo que debería permitir trazar las rutas para el desarrollo en este campo tecnológico al conocer detalles de los cambios en los productos y servicios que se

ofrecen al mercado.

En base a las tendencias encontradas y descritas, tanto en la publicación de artículos científicos y la publicación de patentes, el uso del Big Data en el sector asegurador irá en aumento. El escenario más probable es que la investigación y las publicaciones en lo vinculado a Big Data en el sector asegurador continúen creciendo en los próximos años, especialmente en los temas encontrados y las tecnologías mencionadas en el trabajo, pero también es posible la oportunidad de desarrollar otras clasificaciones debido a la vinculación con tecnologías emergentes: internet de las cosas y computación en la nube, entre otras que están ya presentes.

Sería muy adecuado en las compañías aseguradoras contar con un sistema de innovación que incluya la vigilancia tecnológica y la prospectiva tecnológica para la toma de decisiones en función de la información explorada, lo que permitirá desarrollar nuevas aplicaciones tecnológicas.

7. Referencias

- Agarwal, R., & Dhar, V. (2014). Big Data, Data Science, and Analytics: The Opportunity and Challenge for IS Research. *Information Systems Research*, 25(3), 443-448.
- Amezua, I. d. (2019). Insurtech, ética y seguros: cómo las nuevas tecnologías impactan en los seguros desde el punto de vista ético. *Boletín de Estudios Económicos*, 74(226), 71-99.
- Ardanuy, J. (2012). *Breve introducción a la bibliometría*. Barcelona: Universitat de Barcelona. AULIVE. (2019). *Patent Inspiration*. Obtenido de <http://www.patentinspiration.com>
- Bisco, J. M., McCullough, K. A., & Nyce, C. M. (2019). Postclaim underwriting and the verification of insured information: evidence from the life insurance industry. *The Journal of Risk and Insurance*, 86(1).
- Camargo-Vega, J. J., Camargo-Ortega, J. F., & Joyanes-Aguilar, L. (2015). Conociendo Big Data. *Revista Facultad de Ingeniería*, 24(38).
- Cambia. (2019). *Lens*. Obtenido de <https://www.lens.org>
- Clarivate Analytics. (2019). *Web of Science*. Obtenido de <http://www.webofknowledge.com>
- Elsevier. (2019). *Scopus*. Obtenido de <https://www.scopus.com>
- Fang, K., Jiang, Y., & Song, M. (2016). Customer profitability forecasting using Big Data analytics: A case study of the insurance industry. *Computers & Industrial Engineering*, 101, 554-564.
- Gaganis, C., Hasan, I., Papadimitri, P., & Tasiou, M. (2019). National culture and risk-taking: Evidence from the insurance industry. *Journal of Business Research*, 97, 104-116.
- Joyanes, L. (2013). *Big Data. Análisis de Grandes Volúmenes de Datos en Organizaciones*. Barcelona: Marcombo.
- Junguito, R. (2010). Reseña sobre la historia de los seguros. *Revista fasecolda*, 16-18.
- Kürtössy, J. (1 de 2004). Innovation indicators derived from patent data. *Periodica Polytechnica Ser. Man. Sci.*, 12(1), 91-100.
- Miguel, J. C., & Casado, M. Á. (2016). GAFAnomy (Google, Amazon, Facebook and Apple): The Big Four and the b-Ecosystem. *Dynamics of Big Internet Industry Groups and Future Trends*, 127-148.
- MINCYT. (2015). *Guía Nacional de Vigilancia e Inteligencia Estratégica*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Moniruzzaman, A., & Akhter, S. (2013). NoSQL Database: New Era of Databases for Big data Analytics - Classification, Characteristics and Comparison. *International Journal of Database Theory and Application*, 6(4), 1-14.
- Nill, A., Laczniak, G., & Thistle, P. (2019). The Use of Genetic Testing Information in the Insurance Industry: An Ethical and Societal Analysis of Public Policy Options. *Journal of Business Ethics*, 156(1), 105-121.
- OECD. (2009). *Manual de estadísticas de patentes de la OCDE*.
- Osiński, S., & Weiss, D. (2019). *Carrot2 Clustering Engine*. Obtenido de <http://search.carrot2.org>
- Pineda, D. (2015). Análisis bibliométrico para la identificación de factores de innovación en la industria alimenticia. *Ad-Minister*(27), 95-126.
- Ramirez, Maria; Escobar, David; Arango, Bibiana. (May de 2012). Technology Watch and Competitive Intelligence. *Revista Gestión de las personas y tecnología*, 238-249.

- Reinsel, D., Gantz, J., & Rydning, J. (2018). *The Digitization of the World: From Edge to Core*. Framingham: IDC.
- Specia Jiménez, A. L. (2005). *Análisis jurídico de la intermediación del contrato de seguro*. Puebla: Universidad de las Américas Puebla.
- Tone, K., Kweh, Q. L., Lu, W.-M., & Ting, I. W. (2019). Modeling investments in the dynamic network performance of insurance companies. *Omega*, 88, 237-247.
- Vargas, F., & Castellanos, O. (2005). Vigilancia como herramienta de innovación y desarrollo tecnológico. Caso de aplicación: Sector de empaques plásticos flexibles. *Ingeniería e Investigación*, 32-41.
- Warren, D. E., & Schweitzer, M. E. (2019). When weak sanctioning systems work: Evidence from auto insurance industry fraud investigations. *Processes*.
- WIPO. (2019). *Patentscope*. Obtenido de Colecciones nacionales e internacionales de patentes: <https://patentscope.wipo.int/search/es/search.jsf>

Análisis de la dinámica organizacional por medio de teoría de redes

López Caletti María del Pilar Alina
Universidad Autónoma de Querétaro, México
alina.lopez.caletti@gmail.com

Salcedo Mendoza Lilia Angélica
Universidad Autónoma de Querétaro, México
lisalme@hotmail.com

Resumen

Para la gestión de los recursos humanos el trabajo en equipo es muy importante. Es por ello que tener un indicador que ayude a identificar cómo es la dinámica en la que se desenvuelven las personas pertenecientes a un grupo de trabajo, cómo son sus relaciones, quién tiene mayor influencia en el grupo y a través de quién es posible llegar a los demás por el grado de influencia que posee nos permite tener información valiosa del estado en el que se encuentra la organización.

El presente trabajo propone realizar el análisis de redes que permita identificar la interdependencia entre los elementos de un sistema organizacional, el liderazgo que ejercen los diferentes elementos dentro del sistema, aquellos que se convierten en intermediarios indispensables para que las cosas ocurran, así como la repercusión de la forma en la que se desenvuelve cada uno de los elementos.

Palabras clave

Estructura organizacional, análisis de redes, recursos humanos

1. Antecedentes y Marco Teórico

- Estructura organizacional

Hodge, Anthony y Gales (1998) definen a la organización como “... dos o más personas que colaboran dentro de unos límites definidos para alcanzar una meta común...” De esta definición podemos concluir que la organización es un sistema formado por personas, lo que conlleva que el éxito de dicha organización esté basado en gran medida en atraer, motivar y retener a las personas adecuadas, así mismo, indica que todas las organizaciones dividen el trabajo en unidades llamadas tareas, a este proceso se le llama diferenciación. Esto ocurre debido a que es imposible que un mismo individuo realice todas las actividades dentro de la organización, es así como las organizaciones dividen el trabajo y asignan las tareas entre sus empleados. Posteriormente los autores agregan que se realiza el proceso de integración, en el cual se coordinan las actividades para obtener resultados eficientes y coherentes; estas dos actividades son clave para la creación de la estructura organizacional.

Una definición de organización más actual es la dada por Daft (2013), quién indica que las organizaciones son entidades sociales dirigidas a las metas y que son diseñadas como sistemas de actividades estructuradas y coordinadas de forma deliberada y vinculadas con su entorno, en adición, el mismo autor puntualiza que las organizaciones están constituidas por personas y las relaciones entre ellas.

Hall (1996) plantea que una estructura se puede definir como la distribución de personas entre posiciones que influyen en las relaciones de los papeles que tienen cada uno de

ellos, así mismo añade como parte de la definición que es un medio de control por el que se produce interacción mediante una configuración.

En adición Hall (1996) puntualiza que esta estructura en realidad es una forma de asegurarse que los individuos que forman parte de una organización se ajustan a los requerimientos de ésta, y que uno de los objetivos principales para la estructura organizacional es el de cumplir con las metas organizacionales y elaborar productos organizacionales.

En contraste, Robbins y Judge (2013) indican que una estructura organizacional es la manera en que las actividades del puesto de trabajo se dividen o agrupan formalmente y propone que las gerencias de una organización deben considerar seis elementos para crear una estructura organizacional: especialización en el trabajo, departamentalización, cadena de mando, extensión del control, centralización y descentralización y formalización.

Como puede observarse, Hall (1996) tiene un enfoque dirigido a las personas y en el caso de Robbins y Judge (2013) el enfoque es dirigido a las actividades que realizan dichas las personas, sin embargo lo que hay que destacar es que ambos panoramas nos presentan la base de la distribución dentro de las organizaciones en las que se le asignan roles específicos a cada persona y es a partir de este proceso que se generan asociaciones entre los colaboradores de una organización.

- Especialización en el trabajo y diseño organizacional

Es conocido dentro de la historia de la manufactura el caso de Ford, quien a principios del siglo XX se convirtió en un hombre acaudalado debido al éxito que obtuvo al asignar a cada individuo una tarea específica y repetitiva dentro de una línea de ensamble. Robbins y Judge (2013) indican que esto hizo posible lo que hoy llamamos especialización en el trabajo y que ellos definen como el grado en que las tareas de una organización se subdividen en puestos separados, demostrando que de esta forma el trabajo puede realizarse con mayor eficiencia.

En la actualidad esta especialización es una de las fuentes reconocidas como el origen de la productividad, ya que genera ventajas en actividades simples y de repetición a gran escala, sin embargo, también generan problemas cuando se explotan en demasía.

Una vez que se dividió el trabajo en especializaciones estas tareas se agrupan en departamentos, así la departamentalización es una de las formas más populares de agrupar las actividades de una organización. La principal ventaja de la departamentalización según Robbins y Judge (2013) es que se agrupan especialistas similares. Así mismo indican que, la cadena de mando es la línea ininterrumpida de autoridad que se extiende a lo largo de la organización en todos sus niveles y que clarifica quién reporta a quién.

La estructura simple se caracteriza por un bajo nivel de departamentalización, así lo indica Pérez (2014) adicional a que la autoridad se centra en una sola persona. Por el contrario, la autora contrasta que en la burocracia se tiene una estructura organizacional que se caracteriza por desarrollar operaciones rutinarias, las cuales se dan por la especialización del trabajo, procedimientos formalizados y el cumplimiento de normas. En esta, la autoridad es centralizada bajo el principio de la cadena de mando, bajo el criterio del procedimiento administrativo de quien informa a quien.

Otro de los diseños organizacionales es la estructura matricial, en la que se crean líneas dobles de autoridad y combina la departamentalización funcional ya antes mencionada, con una estructura organizada por productos o línea de productos o servicios como lo comenta Pérez (2014).

Sea cual fuere el diseño bajo el que funciona la estructura organizacional estas agrupaciones generan relaciones formales e informales entre los individuos que conforman a la

organización, estas relaciones generan intercambios que de acuerdo con Douma y Schreuder (2009) normalmente es un proceso beneficioso para todas las partes involucradas, y que implica desde bienes tangibles e intangibles, hasta servicios, recursos e incluso conocimiento.

- Naturaleza de la gente

Davis y Newstrom (2003) identifican seis conceptos básicos respecto a la naturaleza de la gente: diferencias individuales, percepción, integridad de la persona, conducta motivada, deseo de participación y valor de la persona.

Diferencias individuales: para Davis y Newstrom (2003) indican que, aunque todos los individuos comparten muchos rasgos en común, cada individuo es único y tiene aspectos que lo caracterizan. Toda la gente es diferente y esta diversidad debe reconocerse dentro de la estructura de las organizaciones.

Percepción: la gente mira al mundo y observa las cosas de modo diferente. Davis y Newstrom (2003) mencionan que la percepción es la forma peculiar en que cada persona ve, organiza e interpreta las cosas. La gente usa un marco organizado que aprendió a lo largo de toda una vida de experiencias y valores acumulados y esto no se puede dejar de lado dentro de sus funciones en una organización.

Integridad de la persona: cuando se emplea a una persona se debe de considerar todos los aspectos, su intelecto, sus habilidades y todas las características que la conforman ya que una persona es un sistema integral y las condiciones emocionales no están separadas de las condiciones físicas o intelectuales de acuerdo con Davis y Newstrom (2003).

Conducta motivada: la psicología indica, de acuerdo con Davis y Newstrom (2003), que la conducta normal tiene ciertas causas, que se relacionan con las necesidades de la persona o con las consecuencias de sus actos. Una ruta hacia la mayor satisfacción de las necesidades es el mejor enfoque, y esto ilustra que la motivación es esencial para el funcionamiento organizacional.

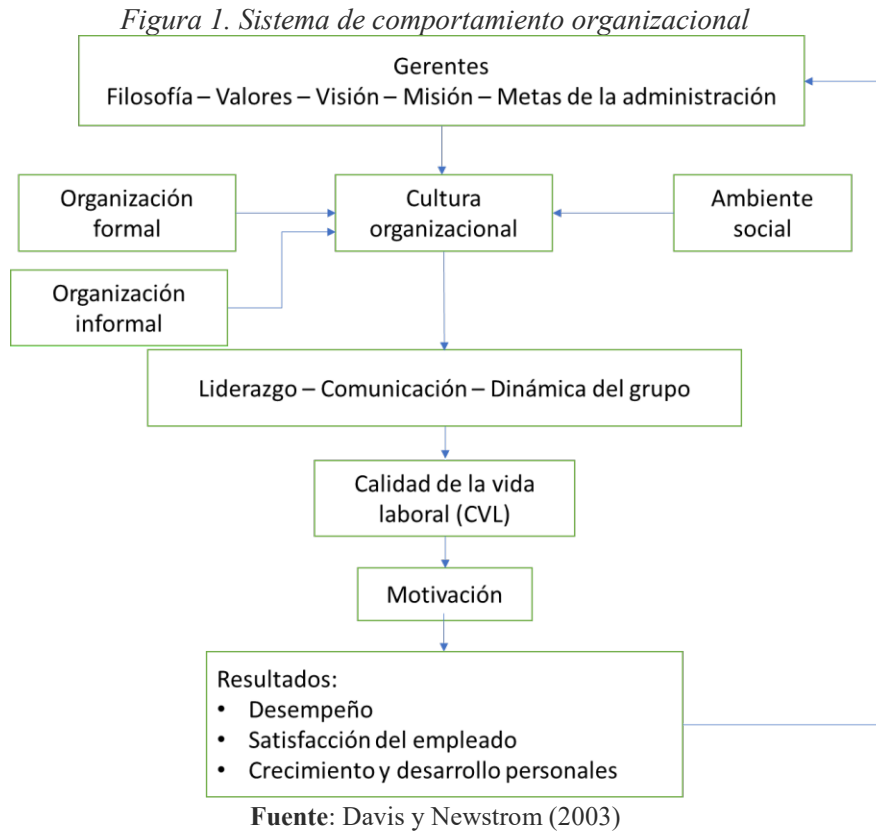
Deseo de participación: en nuestros días muchos empleados buscan oportunidades para participar en las decisiones importantes y contribuir con sus ideas al éxito de la organización, este es uno de los factores de las personas que influyen más en la dinámica organizacional según Davis y Newstrom (2003).

Valor de las personas: para Davis y Newstrom (2003), la gente merece un trato diferente del resto de los factores de la organización como son los recursos materiales, el capital o la tecnología. Esta característica de la gente es de gran importancia ya que a las personas les gusta sentirse valoradas por sus habilidades y destrezas, así como gustan de que se les permita la oportunidad de desarrollarse y crecer y aportar al crecimiento de la organización.

- Sistema de comportamiento organizacional

Las organizaciones alcanzan sus metas al crear, comunicar y operar un sistema de comportamiento organizacional. La figura 1 muestra este comportamiento como sistema. Estos sistemas existen en toda organización, pero algunas veces tienen diferentes formas o estructuras y también mayor oportunidad de éxito si se crean de manera consciente y se examinan y actualizan de forma periódica.

Para Davis y Newstrom (2003) el objetivo de este sistema de comportamiento es ayudar a identificar y controlar las variables humanas y organizacionales. Estos resultados suelen medirse de diversas maneras siguiendo tres criterios: desempeño, satisfacción del empleado, crecimiento o desarrollo personal.



Desde otro punto de vista estos sistemas pueden ser considerados grupos de trabajo que, de acuerdo con Hernández, Gallarzo y Espinoza (2011) se conforma por dos o más personas que son interdependientes y que se reúnen con objetivos particulares. Así mismo, los autores indican que existen 4 características de los grupos que son:

1. Interacción social y capacidad de influir mutuamente en creencias y comportamientos entre sus miembros.
2. Sus participantes muestran objetivos y metas comunes aceptadas.
3. Se cuenta con reglas y una estructura.
4. Los integrantes se perciben y reconocen abiertamente como grupo.

Sin embargo, existen diferentes tipos de grupos que son presentados por Hernández, Gallarzo y Espinoza (2011), los formales, que son aquellos establecidos por los puestos y roles asignados por la organización, es decir dependen del lugar que ocupan dentro de la estructura, y los grupos informales, los cuales, se forman espontáneamente contra la practicidad formal del sistema. En ellos sus miembros no se relacionan de forma exclusiva para la realización de las tareas asignadas.

Lo anteriormente comentado es destacable ya que dentro de la organización las personas buscan asociarse de distintos modos para poder cumplir con las funciones designadas, pero también para satisfacer otro tipo de necesidades o actividades interpersonales que no necesariamente siguen la misma estructura que se designó por la empresa.

- Los sistemas organizacionales como redes

Dentro de la definición de organización algunos autores integran el término sistema; la teoría de sistemas está centrada en la estructura y relaciones o interdependencia que existe

entre las partes de la organización (Hodge et al. 1998). Dentro de la teoría de sistemas se pueden ubicar dos tipos: los sistemas abiertos y los sistemas cerrados.

(Hodge et al. 1998) define a los sistemas cerrados como todos aquellos que no tienen intercambio con el exterior, es decir, se auto conservan y no interactúan con su alrededor. En contraparte los sistemas abiertos son aquellos que se relacionan con el medio que los rodea. Las organizaciones son de este último tipo y dentro de ellas también podemos ubicar subsistemas abiertos que se relacionan entre sí.

Los subsistemas antes mencionados pueden ser formales, aquellos que son establecidos por la dirección de la organización y los sistemas informales que se van formando por la interacción de las personas de los subsistemas formales de forma inter-sistémica. Para Pérez van Morlegan y Ayala (2011), en los equipos de trabajo se debe diferenciar entre lo que ellos denominan contenidos y procesos, siendo los contenidos los temas a trabajar y los procesos el cómo se trabajan dichos contenidos. Así mismo diferencian entre dos tipos de procesos: de tarea y de relación.

De lo anterior Pérez van Morlegan y Ayala (2011), indican que los procesos de tarea son:

- Definir y aceptar normas
- Definir el proceso de toma de decisiones de un equipo
- Elaborar un orden del día y llevarlo a cabo
- Redactar las minutas de reuniones

Por otra parte, los procesos de relación tienen que ver con:

- Qué sienten los miembros del equipo sobre el contenido que están trabajando.
- Qué piensa cada uno de los integrantes del equipo.

Los líderes de los sistemas son los responsables de dirigir los procesos tanto de tarea como de relación y moderar la interacción inter e intra-sistemas.

Una red se define como un conjunto de actores y las relaciones que los vinculan. Un actor puede ser un individuo, un grupo, una organización o una entidad social cualquiera. También se le conoce como nodo.

De acuerdo con Nohria y Eccles (1992), desde 1950 las redes son un tema que se ha destacado en diferentes ámbitos como son la biología, antropología, sociología, psicología, entre otras. En el campo del comportamiento organizacional este concepto data de los años 30's, en que Roethlisberger y Dickson describieron y enfatizaron la importancia de las redes informales en las relaciones de una organización.

Las redes se encuentran por todas partes, nos rodean, formamos parte de ellas, unas veces como nodos (en nuestras relaciones de parentesco o amistad), en otras ocasiones como enlaces (fluyendo como usuarios entre estaciones o aeropuertos). Las redes de comunicación, la *World Wide Web* (www), el genoma humano, las redes de proteínas, las redes neuronales, las de transportes, las redes sociales, las redes de colaboración científica o las redes terroristas son algunos ejemplos, así lo indica Perianes-Rodríguez, Olmeda-Gómez y Moya-Anegón (2008).

El estudio de las organizaciones desde una perspectiva de redes tiene cinco premisas, según Nohria y Eccles (1992), las cuales son:

1. Todas las organizaciones son importantes en su red y deben de abordarse y analizarse como tal.
2. El entorno de una organización se ve propiamente como una red de otras organizaciones.
3. Las acciones (actitudes y comportamientos) de los actores de las organizaciones pueden ser mejor explicados desde su posición en las relaciones de la red.

4. Las restricciones dentro de la red son moldeadas por la misma red.
5. El análisis comparativo de las organizaciones debe tomar en cuenta las características de su red.

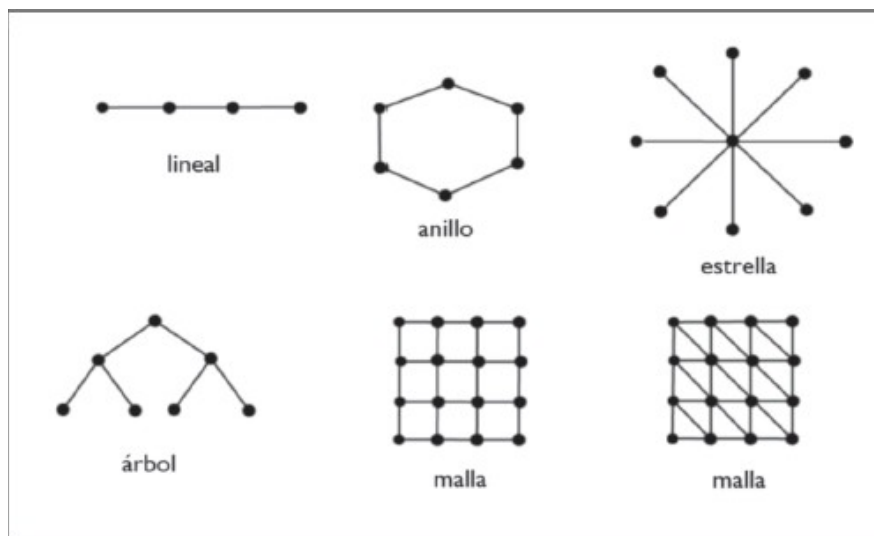
En las redes personales como lo son las organizaciones, la fuerza de los vínculos se forma por la dinámica que tienen; Gómez y Verd (2013) comentan que, aunque la información sobre estos vínculos es aparentemente fácil de generar, en ocasiones no lo es, sin embargo, tienen una gran capacidad predictiva sobre los contenidos y los intercambios que potencialmente pueden darse dentro de las relaciones de la red. La fuerza de los vínculos puede ser medida tomando en consideración la teoría de redes de lazos débiles y los tipos estructurales.

La fuerza de los lazos es una de las características más frecuentemente observadas cuando se pretende analizar la dinámica de una red, particularmente aquellas que tienen como nodos personas, como lo es una organización o departamentalización dentro de una organización. En la teoría de redes un puente es un vínculo que une a dos partes de la red, un puente local es el camino más corto entre dos sectores de una red unidos en algún otro punto, sin ningún vecino en común entre los extremos del puente.

- Modelos de redes

Atendiendo a su topología, podemos clasificar las redes en dos grandes tipos: las regulares o monótonas y las complejas. Las redes regulares (como las redes de pesca, algunas redes de computadoras sencillas y las telarañas) no presentan dificultades especiales al analizarlas ya que generalmente cada uno de sus nodos es igual a los otros, las aristas son iguales entre sí. Dentro de este tipo de redes encontramos las lineales, las de anillo, las de estrella, las de árbol y las de malla, tal como se ejemplifican en la figura 2.

Figura 2. Tipos de redes



Fuente: Ortega, J.C. (2016)

El tamaño es una de las características más comunes de una red; de acuerdo con Nohria y Eccles (1992) entre más grande es mejor, las personas pueden hacer crecer sus redes

agregando más y más contactos. Estos contactos pueden significar más exposición, más información valiosa y más referencias. Sin embargo, crecer la red sin considerar una suficiente diversidad puede ser peligroso, es decir, lo que es valioso es la cantidad de contactos no redundantes.

El término que se le da a la separación entre contactos no redundantes es hueco estructural, que se define como la relación de la no redundancia entre dos contactos de una red, estos hoyos son un amortiguador como lo mencionan Nohria y Eccles (1992) y como resultado de su existencia en una red, dos contactos se proveen mutuamente de beneficios en un cierto grado de forma aditiva y no como traslape.

La fuerza de los vínculos es una (probablemente lineal) combinación del tiempo, la intensidad emocional, intimidad (confianza mutua) y los servicios recíprocos que caracterizan a dicho vínculo.

De acuerdo con Granovetter (1973), cada uno de estos aspectos es independiente del otro, aunque el conjunto esté altamente intracorrelacionado.

Los bridges o puentes en una red, son las personas con quienes tenemos una relación menos cercana suelen pertenecer a círculos socialmente distintos de los que frecuentamos en nuestras relaciones cotidianas, y consecuentemente, disponen de informaciones distintas y nuevas en relación con las que maneja nuestro entorno, lo que de acuerdo con Wasserman y Faust (1994) puede suponer una ventaja comparativa.

La eficiencia de una red se puede medir en el número de contactos no redundantes que posee cada nodo. Uno de los puntos que maximiza la eficiencia de una red es presentado por Nohria y Eccles (1992) como el buen uso de la energía y tiempo dentro de la red, esto es la maximización de la medida de los hoyos estructurales de los nodos.

Otra de las medidas típicas de una red es la centralidad que se define en palabras de Wasserman y Faust (1994) como el número de nodos con los que se relaciona un nodo dentro de la red. Por otro lado, la intermediación es la capacidad de un nodo de interactuar con el resto de los nodos de la red.

En cuanto a la distancia entre nodos o personas dentro de una red, Wasserman y Faust (1994) indican que la cercanía es la medida de la separación entre los actores de una red y la excentricidad se refiere a la distancia más larga entre un nodo y otro.

2. Metodología

Este trabajo se desarrolló de forma retrospectiva, longitudinal, cuantitativa dentro de la filial mexicana de una empresa de capital americano con aproximadamente 3,800 empleados. La estructura organizacional es por medio de departamentalización, por lo que se consideró un departamento de la organización para evaluar los vínculos en su dinámica. Este departamento se encuentra conformado por 30 personas.

Se realizó un instrumento de evaluación para los vínculos generados dentro del grupo, analizando las siguientes dimensiones:

- Conoces su experiencia
- Conocen tu experiencia
- Con quién tienes mayor interacción
- A quién buscas cuando necesitas información
- Quién acude a ti, cuando necesita información
- A quién percibes con mayor liderazgo dentro del grupo

Mediante la aplicación de una entrevista cerrada se obtuvieron las respuestas de las 30 personas a las 6 dimensiones a medir en una escala de Likert de 5 puntos, en dónde el 5 representa a la persona con quien más presentan el vínculo y el 1 con la que menos. Se procesó la información utilizando el software Visone 2.17 para la generación de redes para cada una de las categorías medidas.

Cabe resaltar que las personas que formaron parte del estudio son parte de una organización piramidal en la que se tiene una gerencia general del área y gerencias medias encargadas de los diferentes subsistemas y que el alcance de la aplicación del cuestionario cubrió a los tres niveles jerárquicos.

3. Resultados

A continuación, se presenta la matriz de resultados de la aplicación del instrumento de medición:

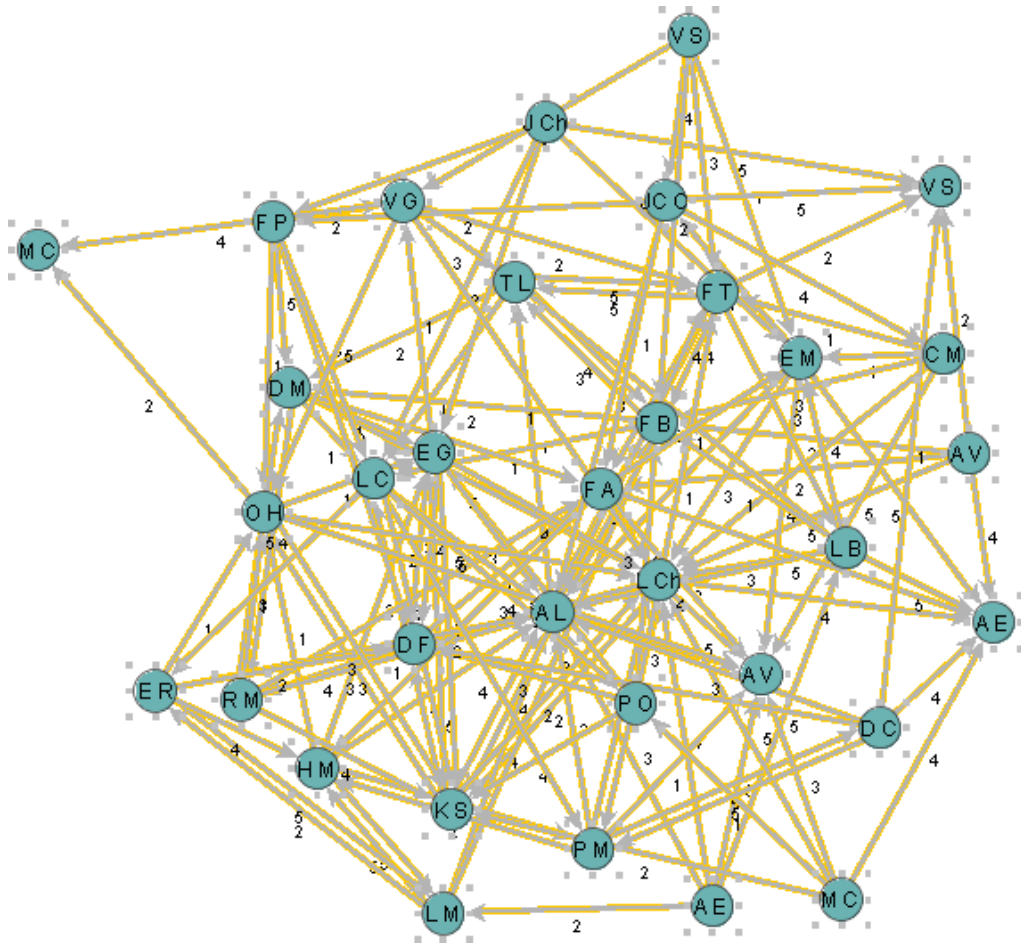
Tabla 1. Resultados de “conoces su experiencia”

	A.V.	A.E.	L.Ch.	LM.	H.M.	P.M.	EM.	AL.	CM.	F.T.	T.L.	F.B.	K.S.	P.O.	M.C.	LB.	J.C.	V.S.	D.F.	DM	F.P.	R.M.	EG.	FA.	D.C.	ER.	LC.	V.G.	EH.	J.C.C	
A.V.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
A.E.		5	4					3				3				1		2						1							
L.Ch.		5	4				3					2							1												
LM.					5			4				3														2			1		
H.M.					5		3	4																2						1	
P.M.	1		5		2			3																	4						
EM.	4	5	3					2																		4				1	
AL.	3									2	1	5	4																		
CM.	5		2				4			1		3																			
F.T.											5	4				3		2							1						
T.L.										5		4				3					2							1			
F.B.							5	2	4	3				1																	
K.S.			2				1												5				4							3	
P.O.										1	2	4								3				5							
M.C.	3	4	5									2	1																		
LB.		5	3				4	2			1																				
J.C.																		5		4	3							2			
V.S.							1			3	2																		5	4	
D.F.		1	2										5										4		3						
DM			5																				4	3	2						
F.P.																				4	5			4	3	2			3	2	1
R.M.								1				4									5				2					3	
EG.			4					3				5																		1	
FA.	4	5	3		2		1																								
D.C.		4				5		3												1	2										
ER.				5	4			3													2									1	
LC.	4		5									3				2										1					
V.G.			1								2	3				4														5	
EH.	4		5										3		2										1						
J.C.C								3	4										5		2			1							

Fuente: elaboración propia con los resultados del instrumento de medición.

La tabla representa las iniciales de las 30 personas del grupo seleccionado para el estudio, así como los resultados que ellos entregaron al realizar la breve encuesta que fue aplicada por recursos humanos de la organización para evaluar las interacciones dentro del grupo y las interacciones entre subgrupos. La red generada con los resultados de “conoces su experiencia” se presenta en la figura 3.

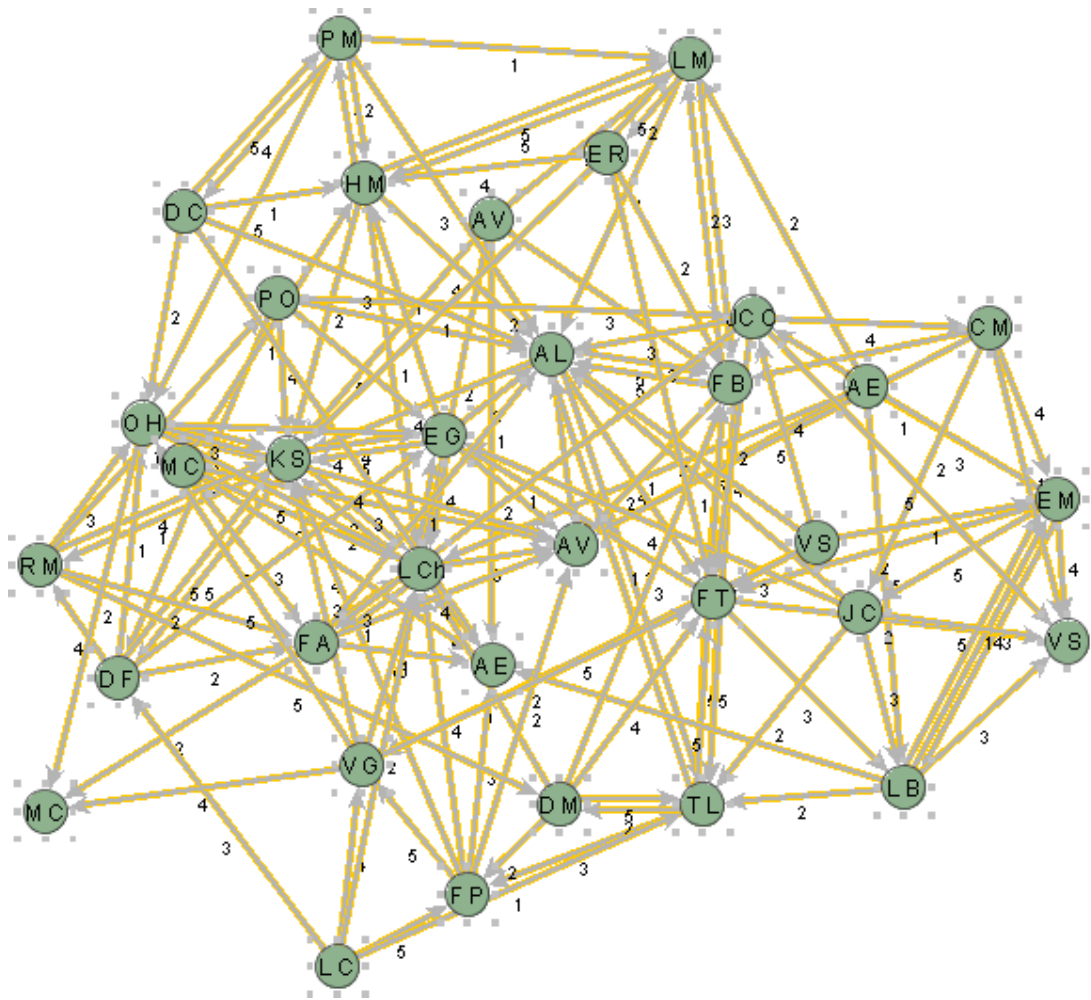
Figura 3. Red ¿conoces su experiencia?



Fuente: elaboración propia.

Esta gráfica muestra la red de conocimiento mutuo de la experiencia entre los participantes del grupo, al preguntar por la persona que más conocen siendo la asignada con el 5 y la que menos conocen con el 1.

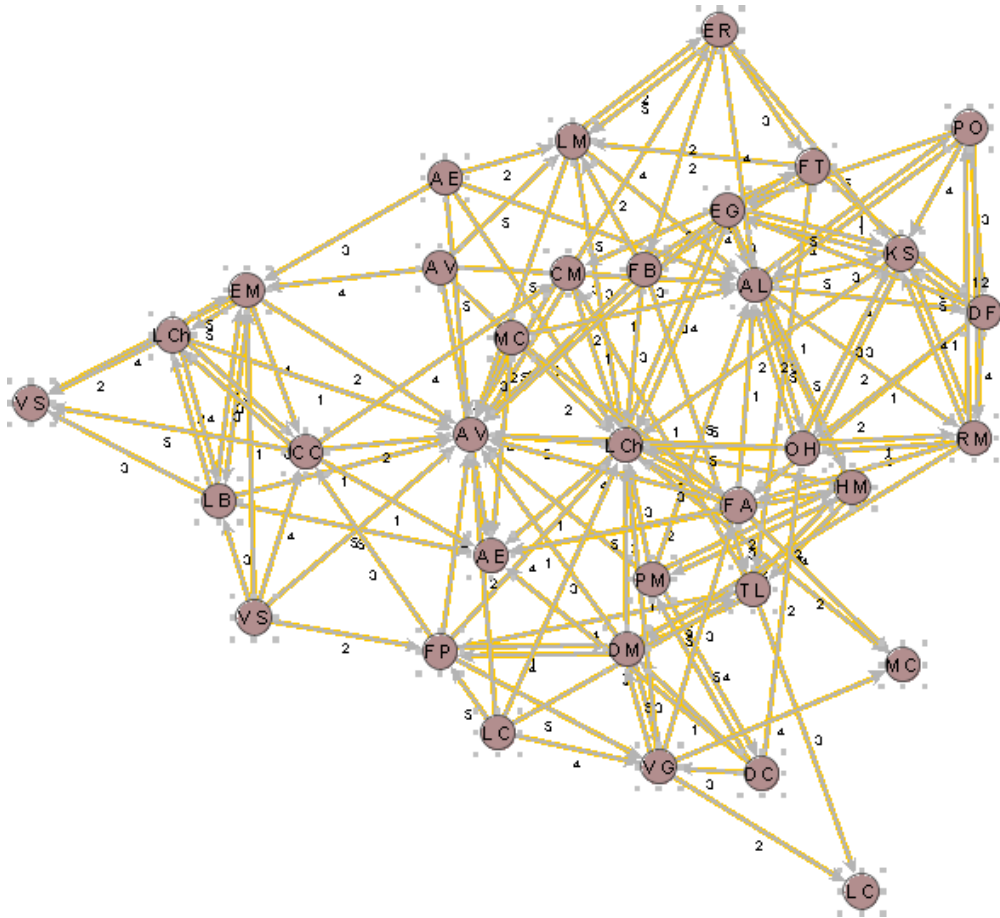
Figura 4. Red ¿quién conoce tu experiencia?



Fuente: elaboración propia.

La red “quién conoce tu experiencia” es muy similar a la anterior, ya que representa de nuevo el reconocimiento de las entidades que forman el grupo entre sí, sin embargo, en este caso se trata de las respuestas del reconocimiento a la experiencia de los miembros del grupo siguiendo la misma escala, estableciendo el nivel 5 a la persona que más se reconoce y el 1 a la que menos.

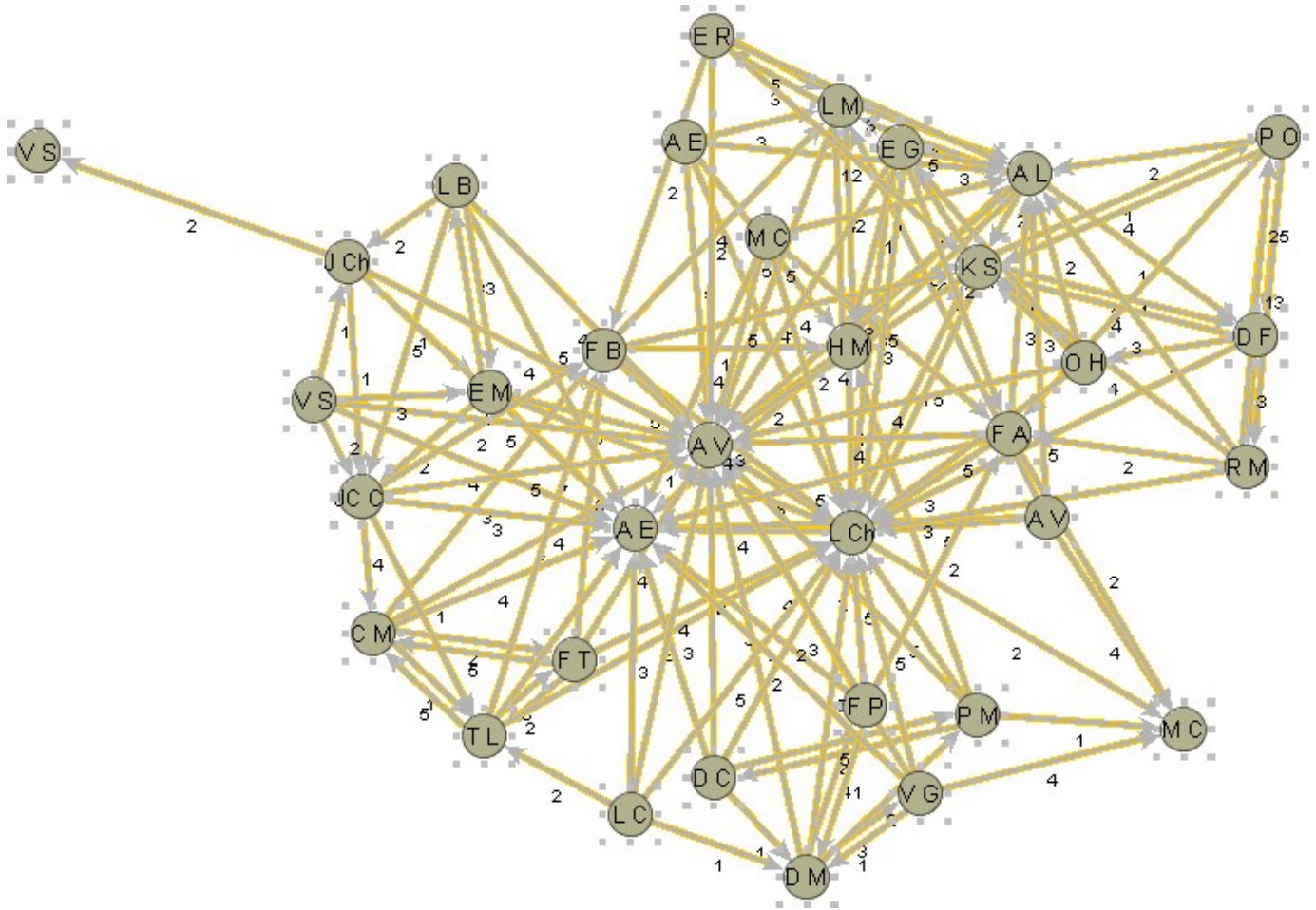
Figura 5. Red ¿con quién tienes mayor interacción?



Fuente: elaboración propia

La figura ¿Con quién tienes mayor interacción? Muestra las relaciones formales e informales del grupo ya que la pregunta no puntualiza alguna característica o necesidad laboral, se concentra simplemente en hacer indagación de la forma en la que se relacionan, siendo de nuevo el nivel 5 en el que más interacción se tiene y el 1 con la persona con la que menos interacción se reconoce.

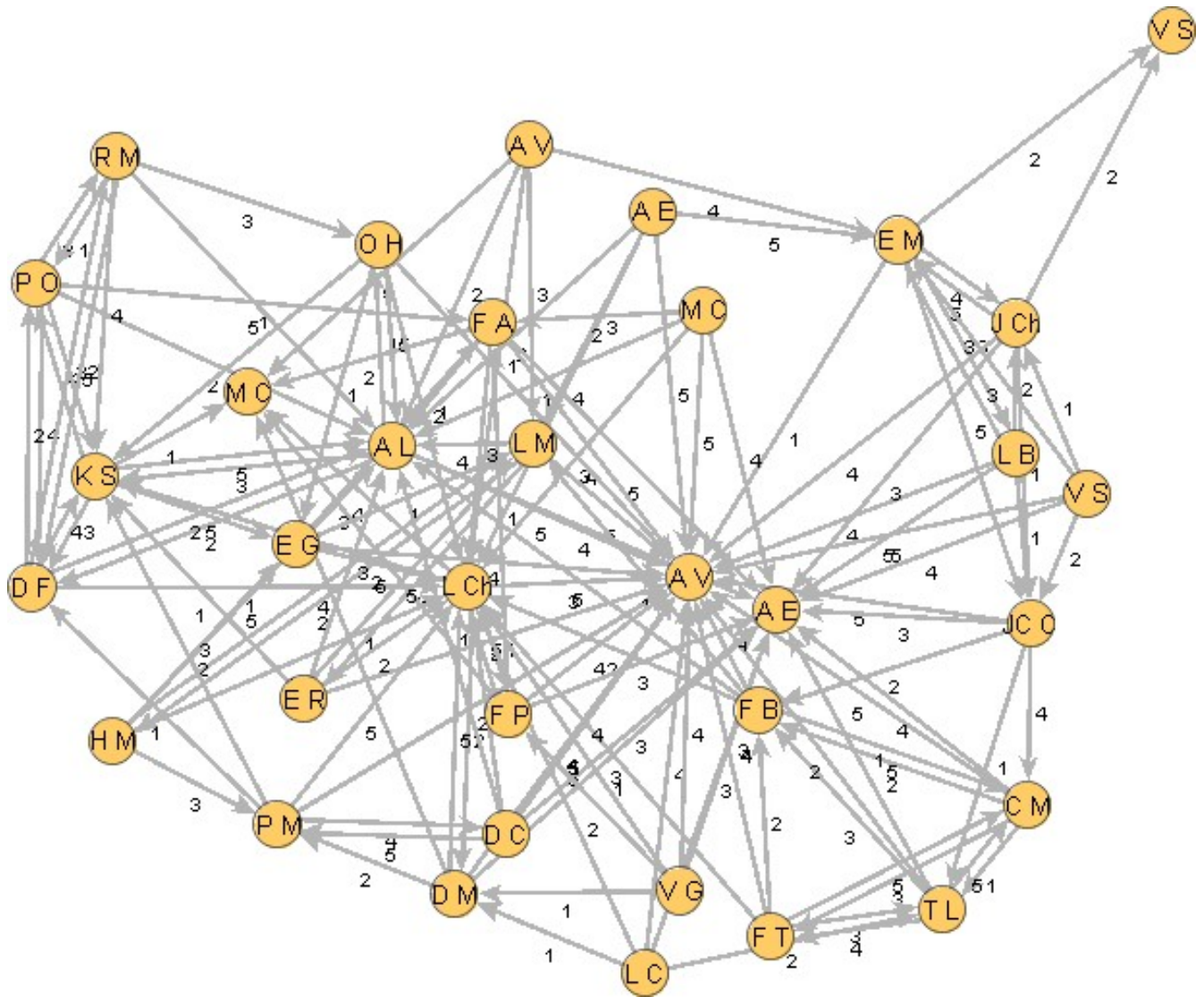
Figura 6. Red ¿a quién buscas cuando necesitas información?



Fuente: elaboración propia.

En el caso de la Figura 6. la cual representa la red de ¿A quién buscas cuando requieres información?, si se orienta a los participantes del grupo a que asignen el valor más alto que es el 5 a la persona de la que reciben mayor información. En esta gráfica podemos observar que dentro del contexto de este grupo se presenta un mayor enfoque laboral, de igual forma se observa de forma muy notoria un elemento que sale de la red, el cual se encuentra prácticamente aislado.

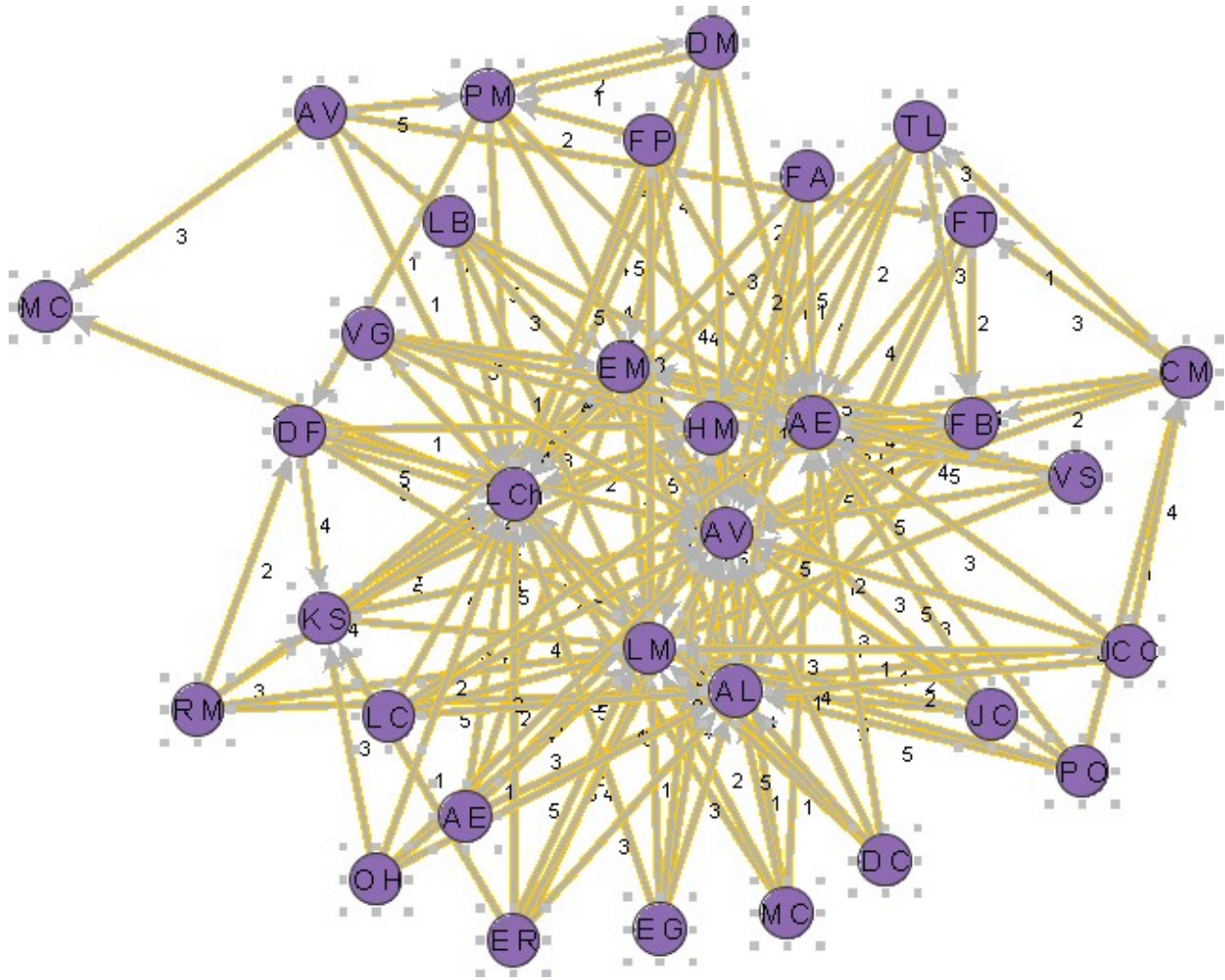
Figura 7. Red ¿quién te pide información?



Fuente: elaboración propia

El caso de la red de ¿Quién te pide información? mostrada en la figura 7, se repite el elemento aislado VS que se presentó en la figura anterior, lo que confirma que este nodo tiene una interacción pobre con el resto de la red en cuanto a la transferencia de la información que maneja en su labor, y por ello no es reconocido ni por el grupo como una persona a la cuál se le solicite información, ni él reconoce solicitar información del resto del grupo.

Figura 8. Red ¿a quién consideras líder?



Fuente: elaboración propia

La red mostrada en la figura 8 muestra a las personas reconocidas como líderes dentro del grupo, siendo las calificadas por más personas con el reconocimiento más alto como 5. Se puede notar con claridad que AV que es jerárquicamente el nodo de más alto nivel, también es el que presenta el mayor reconocimiento como líder dentro del grupo.

4. Conclusiones

Para cada una de las diferentes relaciones dentro de la red hay elementos con mayor o menor relación, esto puede observarse en cada una de las figuras en donde es notable que hay elementos que, sin ellos, no habría puentes de comunicación eficientes y otras personas que están casi aisladas de la red. En cada caso, los puentes de la red son personas diferentes.

En la red generada con el reactivo ¿A quién conoces? es posible observar que MC es la persona con mayor distancia hacia el resto de la red, lo que hace que MC tenga una lejanía en

cuanto a sus relaciones inter e intra-red. Considerando que dentro de la red se encuentran personas de su mismo subsistema, la recomendación para este actor sería fortalecer las relaciones con el resto de los miembros del sistema.

Por otro lado, L Ch y AL son las personas con mayor centralidad en las redes generadas a partir de los reactivos ¿conoces su experiencia? y ¿quién conoce tu experiencia?, lo que indica que son las personas con mayor relación dentro de las redes, al menos a nivel de conocimiento. Sería interesante profundizar en el tipo de relaciones que generar estos dos actores con el resto de la red y evaluar si son de impacto positivo.

LC y VS son los actores con mayor distancia internodal en la red del reactivo ¿Con quién tienes mayor interacción?, esto nos indica que estas dos personas son las que tienen menos relaciones con el resto de las personas de la red. Es importante recordar que dentro de este sistema se encuentran los compañeros directos y jefes de estas dos personas, por lo que sería conveniente evaluar si el nivel de interacción presentado es suficiente para tener una participación activa dentro del grupo.

En las redes de los reactivos ¿A quién recurres cuando necesitas información? y ¿quién te pide información? repite como nodo con mayor distancia de la red VS. Este nodo reitera la distante relación incluso en el nivel de comunicación de la información del sistema, lo que es un tanto alarmante.

En la red que muestra la consideración del liderazgo de los nodos del sistema tenemos un efecto positivo ya que los nodos que tienen mayor centralidad son los que estructuralmente tienen una función jerárquica gerencial, como se puede observar, AV, AL, L Ch, HM, LM, EM son reconocidos como los nodos con mayor liderazgo de la red de forma interaccional correspondiendo a la estructura lo que habla de un sistema saludable.

Finalmente se puede concluir que el estudio de redes es una herramienta valiosa para el análisis de la interacción de las personas que conforman una estructura organizacional, brindando información valiosa que permite tomar acciones que favorezcan el desempeño dichas personas, así como el mejoramiento de sistemas y crecimiento de la organización.

5. Referencias

- Daft, R.L, (2013). *Teoría y diseño organizacional*, 10ª ed. México: Cengage Learning Davis, K y Newstrom, J. (2003). *Comportamiento humano en el trabajo*. 5ª ed. México: McGrawHill
- Douma, S., Schreuder, H. (2009). *Enfoques económicos para el análisis de las organizaciones*, 4ª ed. España: Pearson educación
- Gómez, I., & Verd, J. (2013). *La fuerza de los lazos: una exploración teórica y empírica de sus múltiples significados*, España: Universidad Autónoma de Barcelona
- Granovette R, M. (1973). The strength of weak ties, *The American Journal of Sociology*. vol. 78, n.º 6 (Mayo), pp. 1360-1380
- Hall, R., (1996) *Organizaciones: estructuras, procesos y resultados*, Prentice Hall Hernández, J.A., Gallarzo, M., Espinoza, J de J., (2011). *Desarrollo organizacional*, México: Pearson Educación.
- Hodge, B.J., Anthony, W.P. y Gales, L.M. (1998). *Teoría de la organización, un enfoque estratégico*, 5ª ed. España: Prentice Hall
- Nohria, N. y Eccles, R.G. (1992). *Networks and organizations: structure, form, and action*, Estados Unidos de América: Harvard University
- Ortega, J.C. (2016). Las redes sociales y su modelado matemático, *Revista Ensayos Pedagógicos Edición Especial*, n.º. 0, pp. 19-35
- Pérea, M.I., (2014), *Factores que inciden en el desempeño laboral y la competitividad*. España: Universidad Central de Nueva Granada, Tesis de grado.
- Pérez van Morlegan, L. y Ayala, J.C. (2011). *El comportamiento de las personas en las organizaciones*. Argentina:

Pearson

Perianes-Rodríguez, A., Olmeda-Gómez, C., Moya-Anegón, F. (2008). Introducción al análisis de redes”. *El profesional de la información*. Noviembre-diciembre, v. 17, n. 6, pp. 664- 669.

Robbins, S. & Judge, T. (2013). *Comportamiento organizacional*. Pearson.

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Estados Unidos de América: Cambridge University

Definición de temas prioritarios de investigación en Energías Renovables a partir de un proceso jerárquico analítico (AHP) y análisis de tendencias tecnológicas

Alejandro Angarita-Saavedra

Universidad Pontificia Bolivariana, Candidato a Msc en Gestión Tecnológica, Colombia

alejandro.angarita@upb.edu.co

César Nieto-Londoño

Universidad Pontificia Bolivariana, Grupo de Energía y Termodinámica, Colombia

cesar.nieto@upb.edu.co

Resumen

En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología para determinar áreas prioritarias de investigación, a partir de la aplicación de la herramienta de proceso jerárquico analítico (AHP). Esta priorización busca ser la base para la construcción de agendas y planes de investigación. Inicialmente se recopilan datos de los criterios relevantes, previamente determinados para la priorización de áreas, que incluyen tendencias científicas y tecnológicas, de entorno, y algunas que pueden ser específicas al área de conocimiento abordada. Para el presente trabajo, la metodología se aplica para la priorización de áreas de investigación en energías renovables. Para este caso los criterios evaluados fueron la producción de artículos científicos, la producción de patentes, el análisis de las líneas de trabajo de grupos de investigación, la disponibilidad de fuentes de energía renovable en el país y un análisis de entorno. Los datos recopilados para los diferentes criterios son analizados y hay una calificación del peso de los diferentes criterios con base en la opinión de expertos y su priorización con la herramienta AHP:

A partir de la aplicación de la metodología se identifican unas áreas de investigación en energías renovables que pueden ser priorizadas por actores del Sistema de Ciencia y Tecnología en Colombia en sus investigaciones. Específicamente se proponen 5 áreas prioritarias de investigación correspondientes a energía eólica, energía solar, energía hidroeléctrica, almacenamiento de energía y redes inteligentes.

Palabras clave

Metodología AHP, Áreas prioritarias de investigación, Energías Renovables, Agendas de Investigación.

1. Introducción

En un contexto de recursos limitados para el desarrollo de investigación como el que se presenta en Colombia, es importante priorizar áreas y temas de investigación, muchos de los cuales se abordan en agendas de investigación. Esto es fundamental para el desarrollo y adopción de tecnologías en países en desarrollo como Colombia, donde Talukdar et al. (2001) citados por Halaweh (2013), encontraron que los países en desarrollo presentan tasas de adopción más lentas que los países desarrollados.

A partir de la priorización de áreas de investigación se busca la generación de agendas. La construcción de una agenda de investigación tiene como propósito la identificación de la problemática en el sector, con la consecuente determinación de las demandas de tipo tecnológico y no tecnológico, que deben ser consideradas por la cadena. De esta forma se constituye en un programa que permite establecer acciones estratégicas

para la solución de los problemas identificados, ya sea por la vía de transferencia de conocimiento o por la generación de capacidades nacionales para la ejecución de proyectos (Castellanos, Piñeros, & Domínguez, 2009).

En el presente documento se plantea el análisis de tecnologías y el uso de métodos cuantitativos como la bibliometría y cienciometría, para identificación de tendencias y temas prioritarios como parte de la construcción de una agenda de investigación. Una aplicación similar corresponde a un estudio de vigilancia tecnológica realizada por Velasco et al, para el estudio de sistemas de biomasa, la que se concentró en el análisis de información de patentes, identificando empresas líderes, evolución del desarrollo tecnológico y un agrupamiento de palabras clave. A partir de las tendencias identificadas se generaron unas conclusiones generales del avance tecnológico en este tema, que aunque presenta unas tendencias generales que incluyen el comportamiento de publicación de patentes y un mapa tecnológico no llega a una propuesta de temas o una agenda de investigación concreta para los sistemas de Biomasa (Velasco, Cindy, Hamilton, & Herrera, 2011). Los análisis de tendencias propuestos en este trabajo, que incluyen información de patentes y artículos científicos, se complementarán con criterios adicionales como información de grupos de investigación en el área de estudio y de disponibilidad de recursos (en el caso de energías renovables correspondiente a recursos energéticos). Para la priorización de criterios se propone la herramienta de proceso jerárquico analítico (AHP, por sus siglas en inglés). Con esta priorización se busca, con apoyo de expertos en el área de conocimiento correspondiente, determinar la importancia de los diferentes criterios, y realizar la jerarquización de los temas de investigación que se podrían incluir en una agenda de investigación.

Se identifican antecedentes de aplicación de metodologías multicriterio para la priorización de temas de trabajo en energía, como es el caso de Dester & Francato (2018), donde basado en una metodología multicriterio se clasifican las mejores alternativas para la producción de energía eléctrica según criterios vinculados con la sostenibilidad y las dimensiones ambientales, técnicas y económicas. Así mismo, se identifica un trabajo donde se propone una metodología multicriterio basada en la teoría de gráficos combinados y AHP para la evaluación y selección de sistemas energéticos a partir de hidrógeno, entre una gran cantidad de sistemas alternativos disponibles. La metodología propuesta es adecuada para la evaluación de tecnologías energéticas y considera los atributos del sistema energético y sus interrelaciones para un problema determinado de selección del sistema energético (Lanjewar, Rao, & Kale, 2014). El presente trabajo se enfoca en una propuesta metodológica para la priorización de temas de investigación en energías renovables, basado en criterios específicos aplicables al contexto colombiano.

2. Metodología

La metodología propuesta está enfocada tanto el análisis de tendencias a partir de información científica y tecnológica, que puede ser encontrada en fuentes como bases de datos de artículos científicos, patentes, información de grupos de investigación en Colombia asociados al tema, como otros criterios específicos que incluyen la información de grupos de investigación relacionados con el área de conocimiento a abordar. Posteriormente se realizó una priorización de temas y una jerarquización de criterios con apoyo de expertos, para una primera identificación de áreas, que al contrastarlo con un análisis de entorno permitió determinar una lista final de áreas de investigación. En la Figura 1 se presenta un esquema de la metodología utilizada:

Figura 1. Esquema de metodología para determinar temas prioritarios de investigación.



Fuente: Elaboración propia

- **Análisis de producción de artículos científicos**

Para este trabajo se toma la información de la base de datos de Scopus, a partir de aplicar una ecuación de búsqueda general, correspondiente a artículos que en su título, palabras claves o resumen involucraran el término “renewable energy”, en un rango de fechas que abarcó los últimos 25 años. Se parte de las palabras clave de los artículos para la definición de las tecnologías o áreas de investigación con mayor producción en el campo de estudio. Es importante mencionar que dentro de algunas de las categorías analizadas por medio de palabras clave, no fue posible identificar un área de investigación o una categoría general, en estos casos se agruparon las tecnologías con una clasificación más general y se generaron conjuntos de palabras de las diferentes tecnologías.

- **Análisis de patentes**

La búsqueda de patentes se efectuó en el Portal Patent Inspiration, tomando como base, patentes que en su título o resumen tenían el término energía renovable. La búsqueda al igual que con los artículos científicos se realizó entre 1990 y 2016. Acorde con la clasificación Cooperativa de Patentes (CPC), se incluyó en los criterios de búsqueda un filtro correspondiente al código CPC “Y02E” o tecnologías para “reducción de emisión de gases de efecto invernadero relacionados con generación, transmisión o distribución de energía.

- **Producción grupos investigación**

De acuerdo a una revisión de la información de grupos de investigación en Colombia

en la base de datos GrupLAC, se buscó identificar los grupos de investigación que trabajan en temas relacionados al desarrollo y aplicación de tecnologías usen y transformen energías renovables, de acuerdo a las categorías de selección que se encuentran en esta plataforma. Se tomó como base, la correspondiente a grupos de investigación incluidos en “Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología” por ser más específica en las áreas y líneas de investigación que abarcan. Los Programas de Ciencia y Tecnología se clasifican en 13 Programas diferentes (Colciencias, 2017), dentro de los cuales se incluye el correspondiente a “Investigaciones en Energía y Minería”.

Para la revisión de las líneas de investigación de los grupos relacionados con energías renovables, se tomó la información de los grupos de investigación correspondientes al Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Energía y Minería (100 grupos). Con base en esto, se revisa en cada uno de los grupos si tienen líneas de investigación declaradas en energías renovables y específicamente, que áreas de investigación son trabajadas por cada uno de los grupos.

- Análisis de disponibilidad de recursos

Este criterio es específico para el tema de energías renovables. En el caso de priorizar temas de investigación en otras áreas del conocimiento, en necesario evaluar qué criterios adicionales pueden afectar la selección de temas en el contexto del estudio. Para la evaluación de los recursos para la generación de energía a partir de recursos renovables en Colombia, se tomaron como fuente de información varios estudios que buscan determinar el potencial de los mismos, entre los cuales se encuentran atlas y mapas de recursos como el hídrico, solar, eólico, geotérmico y de biomasa residual (IDEAM, 2014, 2015; INGEOMINAS, 2000; Torres, 2003; UPME, Colciencias, Pontificia Universidad Javeriana, IDEAM, & IGAC, 2015; UPME, IDEAM, Colciencias, & Universidad Industrial de Santander, 2009) y una tesis que incluye la evaluación del potencial energético de los océanos. Estos estudios no necesariamente tienen la resolución requerida para brindar información para la instalación de proyectos específicos y en muchos casos los estudios se realizaron hace varios años, sin embargo, la información se consideró apropiada para una clasificación inicial de recursos y potenciales.

- Priorización AHP

Se aplicó el proceso jerárquico analítico (AHP por sus siglas en inglés) elaborada por Klaus D. Goepel. Para realizar esta priorización, se tuvieron en cuenta análisis realizados previamente de artículos científicos, patentes, líneas de grupos de investigación y disponibilidad de recursos. Igualmente se realizaron las siguientes actividades:

- Consulta a expertos importancia de los diferentes criterios
- Análisis con base en herramienta AHP de los criterios
- Priorización de criterios

Se realizaron consultas para determinar la priorización de los criterios a tener en cuenta para la evaluación de las áreas de investigación, basados en la calificación de expertos en estos criterios, a los que previamente se enviaron encuestas para su diligenciamiento, basadas en los

requerimientos de la metodología AHP. El formulario se envió a expertos relacionados con investigación energías renovables en empresas, grupos de investigación y de gobierno (Colciencias). Posteriormente se introducen los datos de las encuestas a la

herramienta AHP para una priorización inicial.

A partir de los criterios priorizados y la información obtenida del análisis de patentes, artículos científicos, líneas de grupos de investigación y disponibilidad de recursos, se procedió a realizar la clasificación de las áreas o temas de investigación. De acuerdo a estas tendencias, se obtuvo un listado de temas en orden de prioridad que podrían hacer parte de la agenda.

- **Análisis de entorno**

Los estudios y planes internacionales usados como referencia para evaluar la evolución y tendencias relacionadas con energías renovables, incluyen aquellos realizados por la Agencia internacional de Energías Renovables – IRENA- y la Agencia Internacional de Energía – EIA. Estos fueron usados para contrastar los resultados obtenidos a partir de la clasificación obtenida luego de aplicar la AHP a partir de las tendencias científicas, tecnológicas, de recursos y de información de grupos de investigación locales, con las directrices internacionales identificadas. De esta forma se obtuvo una clasificación final de áreas de investigación que pueden ser desarrollados en la agenda de investigación.

3. Resultados

Con base en el contraste de los temas de investigación priorizados, basados en tendencias científicas y tecnológicas con el análisis de entorno, se realiza a continuación de la propuesta final de priorización de las áreas a incluir en la agenda de investigación. En primer lugar, se presenta los resultados obtenidos luego de hacer el análisis de producción de artículos científicos, patentes, grupos de investigación y disponibilidad de recursos. Luego se aplica la metodología de análisis AHP, que es complementada con el estudio del entorno, para finalmente hacer la propuesta de temas de investigación priorizados a incluir en la agenda de investigación a proponer en temas de energías renovables.

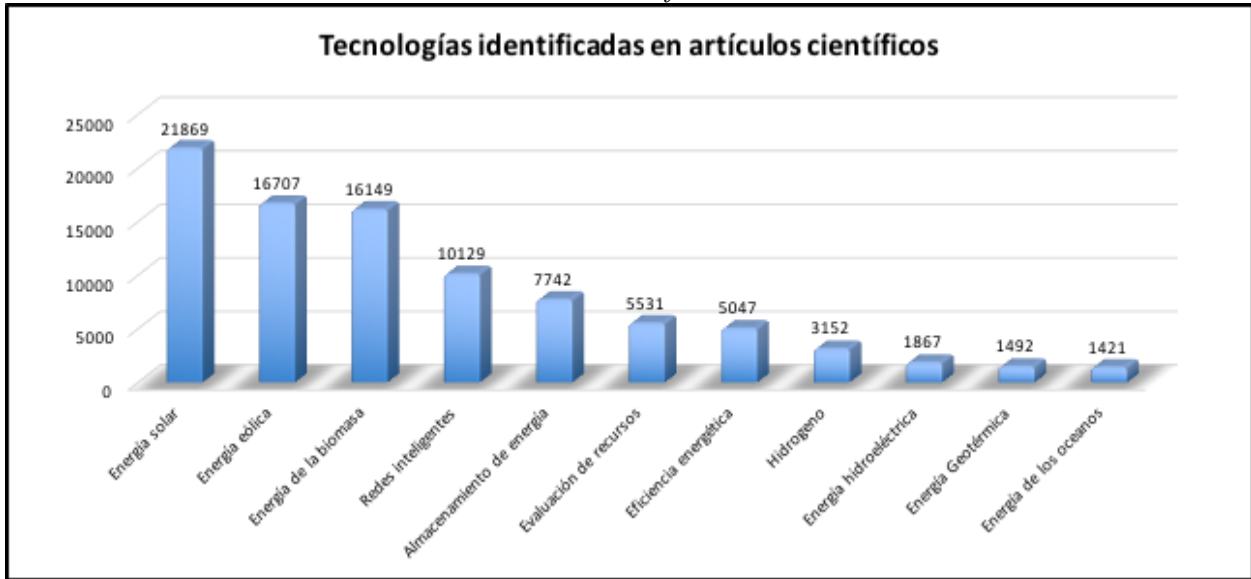
- **Análisis de producción de artículos científicos**

Para el análisis de artículos científicos se incluyeron los siguientes criterios de búsqueda en la Base de Datos Scopus.

- Base de datos: Scopus
- Ecuación de búsqueda: TITLE-ABS-KEY ("renewable energy") AND PUBYEAR > 1989 AND PUBYEAR < 2017)
- Rango de búsqueda: 1990 a 2016
- No resultados: 73853

Se recopiló la información de las palabras clave, que representan los componentes principales de cada investigación y se depuró la información. Para la selección, se consideraron únicamente las palabras clave relacionadas con tecnologías o áreas de investigación específicas. Las tres principales tecnologías identificadas corresponden a tecnologías para generación de energía a partir de fuentes renovables correspondientes a energía eólica, solar y energía de la Biomasa, llama la atención que las cuatro categorías siguientes corresponden a tecnologías habilitadoras para el desarrollo de energías renovables, como es el caso de las redes inteligentes, el almacenamiento de energía, entre otras, desplazando a tecnologías para generación de energía importantes como la energía hidroeléctrica o la geotérmica. En la Figura 2, la información de las principales áreas identificadas en artículos científicos.

Figura 2. Tecnologías agrupadas en energías renovables con base en frecuencia de palabras clave en artículos científicos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Scopus

- Análisis de patentes

A continuación, los parámetros de la búsqueda en la plataforma Patent Inspiration:

- Base de datos: Patent inspiration
- Acceso: <https://app.patentinspiration.com/>
- Ecuación de búsqueda: Patents with "renewable energy" in Title or Abstract, Patents with Y02E children included in CPC Codes
- Rango de búsqueda: 1990 a 2016

De acuerdo con la revisión de la clasificación de las diferentes patentes y agrupando de acuerdo a las tecnologías correspondientes a generación de energía eléctrica a partir de energías renovables se tiene la clasificación de la Tabla 1.

Tabla 1. No de patentes por tecnología con base en la clasificación de patentes (CPC).

CPC	Tecnología	No patentes
Y02E10/72/74/721/723/725/728/763/766	Eólica	701
Y02E10/50/563/566	Fotovoltaica	294
Y02E10/40/44/46/47	Solar térmica	276
Y02E70/30, Y02E60/17	Almacenamiento de energía	252
Y02E10/22/28/223	Hidráulica	227
Y02E70/10, Y02E60/366	Hidrógeno	171
Y02E10/38	De los océanos	159
Y02E50/10/13/30/343	Biomasa	148
Y02E40/72	Redes inteligentes	46
Y02E10/10	Geotérmica	34

Fuente: Elaboración propia con base en información de la base de patentes "Patent Inspiration"

Como resultado del análisis de patentes, se encuentra, que al igual que en las tendencias de artículos científicos, los temas asociados a energía eólica y solar son los que más relevancia tienen, sin embargo, la energía de la biomasa pierde importancia bajo este criterio, y la siguiente tecnología priorizada en este análisis es la hidráulica, muy importante igualmente la aparición en el listado de tecnologías habilitadoras para el desarrollo de energías renovables, como es el caso del almacenamiento de energía y las redes inteligentes.

- Producción grupos investigación

De acuerdo a la información recopilada, se encuentra que, de los 100 grupos asociados al Programa de Energía y Minería, 58 tienen líneas de investigación asociadas a energías renovables. A continuación, se presentan los resultados del análisis representado en el número de grupos por cada una de las líneas de investigación relacionadas con energías renovables como se observa en la Figura 3. En este caso, se resalta la importancia de los grupos de investigación que trabajan con líneas de investigación asociadas al aprovechamiento de la biomasa como recurso energético, así mismo, en segundo lugar, se encuentran las investigaciones asociadas a energía solar y especialmente a energía solar fotovoltaica. Bajo este criterio también se identifican tecnologías habilitadoras de las energías renovables como es el caso de las redes inteligentes o la movilidad eléctrica.

Figura 3. Líneas de investigación en Energías Renovables identificadas en grupos de investigación colombianos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de GrupLAC (Colciencias, 2017)

- Análisis de disponibilidad de recursos

Potencial Hidroenergético: de acuerdo con el Atlas de Potencial hidroenergético de Colombia elaborado en el 2015 por expertos de la Pontificia Universidad Javeriana para Colciencias, la UPME y el IGAC, se encuentra un potencial total hidroenergético de 56.187 MW o 56,2 GW (UPME et al., 2015).

Energía eólica: Pinilla (2009), Citado por Corpoema (2010), estima que podrían desarrollarse 35 GW de potencia con energía eólica. Si al potencial calculado previamente le adicionamos una parte del potencial offshore, que fue incluido en los mapas realizados en el

año 2015 (IDEAM, 2015), e incluyendo solamente en el potencial la distancia a 500 metros de la costa, para 295 km² daría un potencial adicional de 295 GW, para un potencial de 147 GW, que sumados a los 35 GW equivaldría a un potencial total de 182 GW que incluyen el factor de planta.

Energía de la Biomasa: de acuerdo al análisis de potencial energético de biomasa residual se establece a partir de información de potenciales en Colombia de Biomasa Residual del sector agrícola, biomasa proveniente del sector Pecuario, Residuos Sólidos Urbanos, un potencial total de 124.944 GWh/año. (UPME et al., 2009).

Energía de los océanos: como única referencia de potenciales con base en la energía de los Océanos se encuentra el trabajo de Torres (2010, correspondiente a 1MW en la Isla de San Andrés a partir del gradiente térmico, y en el Pacífico Colombiano, mediante modificaciones a los canales de entrada de Bahía Málaga, para un total aproximado de potencia de 100MW.

Teniendo en cuenta los factores de planta que usa la UPME en su Plan de Expansión de referencia (UPME; Minminas, 2016, pp 265) y los valores de potencial previamente identificados, se realizan los cálculos de energía por tipo de fuente en las mismas unidades (GWh/año) para cada una de las fuentes de energía renovable. En la Tabla 2, se presenta una relación del potencial de energía anual por tipo de fuente.

Tabla 2. Potencial de generación de energía anual (GWh/año) para las diferentes fuentes de energía renovable.

Recurso	Factor de Planta (%)	Potencial energía (GWh/año)
Energía eólica	44%	701.501
Energía solar	15%	568.944
Energía hidroeléctrica	70%	344.618
Energía biomasa	64%	79.964
Energía geotérmica	72%	13.939
Energía de los océanos	30%	263

Fuente: Elaboración propia con datos de mapas y bibliografía citada en el documento

Diferente a lo esperado por la matriz energética actual de Colombia, donde a julio de 2016 la capacidad efectiva de generación hidroeléctrica era del 70% (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2016), se encuentra que los mayores potenciales provienen de la energía eólica y solar, esto evidencia una oportunidad importante en el aprovechamiento energético de estos recursos que, de acuerdo al análisis de los otros criterios en consideración para el desarrollo de la agenda de investigación, pueden ser tecnologías a priorizar para el desarrollo de investigaciones en el país.

- **Priorización AHP**

Para la realización de las encuestas para la priorización de criterios se envió el formulario a expertos relacionados con investigación energías renovables a partir de encuestas. La encuesta fue respondida por 10 personas relacionadas con energías renovables, que incluyeron perfiles de grupos de investigación en el área, de empresas en el sector energético y una entidad pública de promoción de Ciencia y Tecnología en

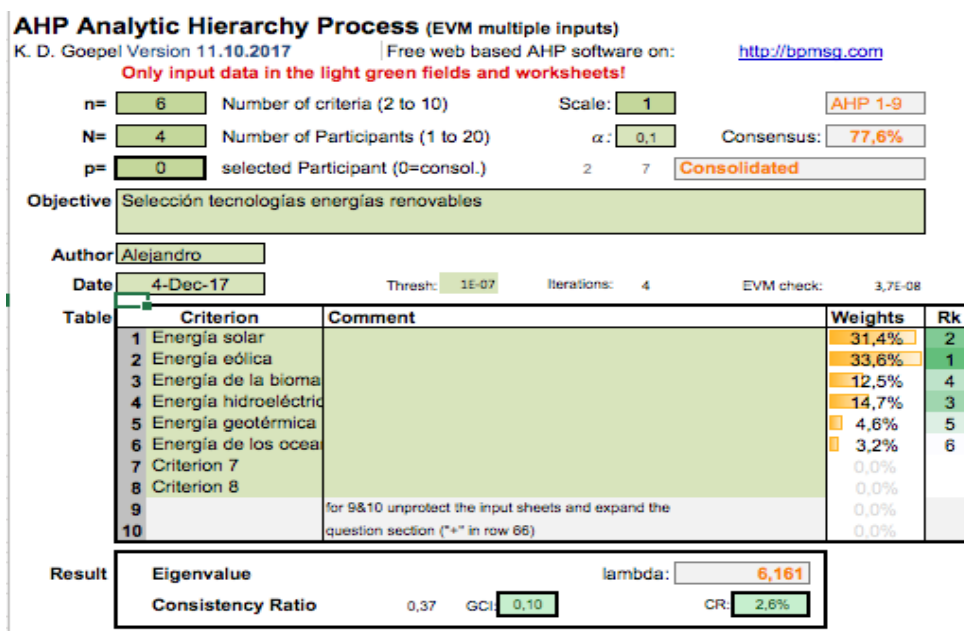
Colombia.

De acuerdo al ejercicio de priorización, a continuación, se presentan los criterios más importantes y los pesos correspondientes, los cuales son un insumo para tener un listado priorizado de temas de investigación:

1. Recursos disponibles: 59,0%
2. Tendencias patentes: 17,0%
3. Líneas grupos de investigación: 12,5%
4. Tendencias artículos de investigación: 11,6

A partir de los criterios priorizados y la información obtenida del análisis de temas por criterio se obtiene un listado inicial de temas en orden de prioridad que podrían ser parte de la agenda. En la Figura 4, se presenta una visualización de los resultados de priorización para la agenda.

Figura 4. Visualización resultados priorización de tecnologías o áreas de investigación con base en tendencias tecnológicas y de investigación



Fuente: Herramienta AHP (Goepel (2017))

Del anterior análisis se obtiene que el tema que cobra mayor relevancia es el de energía eólica con un 33,6%, lo cual se explica por el gran peso de la disponibilidad de recursos energéticos en la evaluación realizada. Cabe anotar que en la mayoría de criterios (salvo las líneas de los grupos de investigación en el país) las tecnologías de energía eólica y solar son las mas importantes. Las tecnologías que se priorizan posteriormente en el listado, corresponden a tecnologías hidroeléctrica y de biomasa, que actualmente tienen una gran importancia en el país, lo cual se evidencia tanto en la disponibilidad de estos recursos como en las líneas de trabajo de los grupos de investigación.

- Análisis de entorno

Dentro de los estudios y planes internacionales que se toman como referencia para

el presente trabajo, se encuentra el desarrollado por la Agencia Internacional de Energías Renovables, (IRENA, 2014), donde se definió una hoja de ruta para el sector de energías renovables e incluye proyecciones de crecimiento del uso de ER a nivel mundial, así como información de la International Energy Agency - IEA (2016), donde se presentan las adiciones de capacidad instalada por fuente de energía.

Así mismo se tiene en cuenta la capacidad de generación en energías renovables (IRENA, 2017), y la evolución entre el 2010 y 2015 de diferentes tecnologías. Otro aspecto a analizar es la inversión en tecnologías de energías renovables, para el 2015 (IRENA, 2017) y los escenarios incluidos en el Plan Energético Nacional. A continuación, en la Tabla 3, se presenta un resumen de las tendencias de energías renovables identificadas en el análisis de entorno, de acuerdo con la clasificación realizada en el análisis de los diferentes criterios y las tendencias presentadas, basados principalmente en estudios de IRENA y la IEA (International Energy Agency (IEA), 2016; IRENA, 2014, 2017).

Tabla 3. Resumen de priorización de tecnologías en planes y estudios internacionales en Energías Renovables

Criterio	Tecnología energía renovable				
Por Potencial de crecimiento uso	CSP (Solar termoelectrica)	Solar fotovoltaica	Eólica	Biomasa	Energía geotérmica
Adiciones de capacidad instalada	Eólica	Solar fotovoltaica	Hidroeléctrica	Otras renovables	
Crecimiento capacidad de generación	Solar fotovoltaica	Eólica offshore	CSP (Solar termoelectrica)	Eólica onshore	Energía oceánica
Nivel de penetración de las tecnologías	Hidroeléctrica	Eólica onshore	Solar fotovoltaica	Biomasa	Energía geotérmica
Por inversión global	Solar fotovoltaica	Eólica	Otra energía solar	CSP (Solar termoelectrica)	Biomasa
Focos tecnológicos IRENA	Solar fotovoltaica	Almacenamiento de energía			
Plataforma de Seguimiento del Progreso de la Energía Limpia	Solar fotovoltaica	Eólica onshore			

Fuente: Elaboración propia

4. Temas prioritarios de investigación

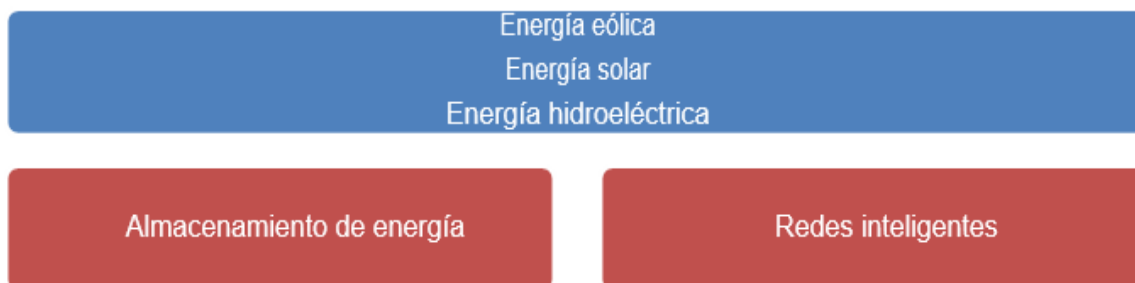
Cruzando la información de tendencias con el entorno, se encontró que las tecnologías de generación priorizadas de acuerdo al análisis de tendencias de investigación y patentes, son las correspondientes a energía eólica, solar e hidroeléctrica. Este resultado es consistente con el análisis de entorno, siendo las tecnologías de energía solar y eólica las principales de acuerdo a la mayoría de planes y programas internacionales reportados en la literatura. Otro aspecto a resaltar, tanto del análisis de entorno como de los análisis de

tendencias tecnológicas, es la aparición de tecnologías transversales que no necesariamente son tecnologías de generación a partir de energías renovables, pero que son tecnologías habilitadoras para el desarrollo de estas. Se identificaron específicamente dos que están presentes tanto en las tendencias científico tecnológicas como en el análisis de entorno. Estas son las redes inteligentes y las tecnologías para el almacenamiento de energía (térmica, eléctrica, química, mecánica, entre otras).

De acuerdo a las anteriores consideraciones sobre el análisis de la priorización realizada con base en las tendencias científicas y tecnológicas definidas a través de la matriz AHP, y el cruce con la información de entorno, se proponen las áreas de investigación prioritarias que indican en la Figura 7, las cuales tienen en cuenta tanto los análisis de tendencias científicas y tecnológicas, la priorización de criterios y áreas con base en la herramienta AHP y el análisis de entorno.

- Áreas de investigación prioritarias

Figura 5. Resultados finales de priorización de áreas de investigación en Energías renovables



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

Como principales resultados del estudio se encuentra que con base en la metodología usada en el análisis de información científica, tecnológica y de entorno, fue posible determinar unos temas prioritarios de investigación para Energías Renovables en Colombia, en este caso corresponden a cinco áreas de investigación, tres correspondientes a tecnologías medulares (energía eólica, energía solar y energía hidroeléctrica) y dos tecnologías transversales (Almacenamiento de energía y redes inteligentes).

Un aporte importante de este trabajo corresponde a la aplicación de herramientas de Vigilancia Tecnológica como la bibliometría o la Cienciometría en conjunto con análisis de información relevante en un área específica del conocimiento para la determinación de temas prioritarios de investigación con miras a establecer agendas de investigación y establecer una metodología concreta para determinar estas prioridades. Acogiéndonos a la concepción de la UNESCO de agendas de investigación (UNESCO, 2012), este trabajo aportaría a la primera parte de la definición de estas agendas y planes de investigación correspondiente a determinar áreas prioritarias de investigación.

La aplicación de la herramienta de análisis jerárquico analítico (AHP) resultó muy útil tanto para calificar los diferentes criterios de priorización utilizados como para la selección final de las áreas o temas de investigación, un aspecto que se podría mejorar en futuros ejercicios es el acompañamiento a las personas que realizan la encuesta para garantizar que en todas las encuestas el índice de consistencia se encuentre en los valores requeridos para validar la información.

Un trabajo complementario, una vez se determinen las áreas prioritarias, consistirá en determinar unos temas específicos de investigación y unas estrategias para desarrollar un plan de investigación mas detallado, para este punto es importante determinar la madurez de las tecnologías y/o las trayectorias tecnológicas para tener un mejor panorama de las áreas de investigación identificadas.

En un estudio futuro se planea continuar este trabajo con la aplicación de herramientas de análisis de información científica y tecnológica para profundizar en cada una de las áreas priorizadas y establecer temas de trabajo a corto, mediano y largo plazo, en una agenda de investigación.

Los aportes de este trabajo corresponden a una metodología que puede ser aplicada en Colombia u otros países para determinar prioridades de investigación, teniendo en cuenta tanto tendencias mundiales a nivel científico y tecnológico como aspectos del entorno local y criterios específicos del contexto del área del conocimiento.

6. Referencias

- Castellanos, O. F., Piñeros, L. M., & Domínguez, K. P. (2009). *Manual Metodológico para la definición de agendas de investigación y desarrollo tecnológico en cadenas productivas agroindustriales*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia (Giro Editó). Bogotá D.C. Retrieved from http://www.bdigital.unal.edu.co/2079/1/2009_Manual_I.pdf
- Colciencias. (2017). GrupLAC - Consulta grupos de investigación. Retrieved March 26, 2017, from <http://scienti.colciencias.gov.co:8083/ciencia-war/>
- Dester, M., & Francato, A. L. (2018). Comparative analysis of sustainable electric energy generation technologies using a multi-criteria decision methodology. *International Journal of Energy Technology and Policy*, 14(1), 64–87. <https://doi.org/10.1504/IJETP.2018.088258>
- Halaweh, M. (2013). Emerging Technology: What is it? *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(3), 19–20. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000400010>
- IDEAM. (2014). Mapa Irradiación global horizontal medio diario - Anual. Retrieved October 22, 2017, from <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- IDEAM. (2015). Mapa de velocidad de viento de máxima energía. Retrieved October 22, 2017, from <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>
- INGEOMINAS. (2000). *Mapa Geotérmico de Colombia*. Bogotá D.C.
- International Energy Agency (IEA). (2016). World Energy Outlook 2016. *Secure Sustainable Together*, 684. https://doi.org/http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WORLD_Energy_Outlook2016_Executive_Summary_English_Final.pdf
- IRENA. (2014). *A Renewable Energy Roadmap*. Abu Dhabi. Retrieved from www.irena.org/remap
- IRENA. (2017). *Rethinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation*. *ASHRAE Journal* (Vol. 55). Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- Kema-Cenergía - Colciencias. (2012). Plan de Ciencia Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Energía Sustentable en Colombia. *Plan de Ciencia Tecnología e Innovación Para El Desarrollo de La Energía Sustentable En Colombia, 1*, 1–110.
- Lanjewar, P. B., Rao, R. V., & Kale, A. V. (2014). A combined graph theory and analytic hierarchy process approach for multicriteria evaluation of hydrogen energy systems. *International Journal of Energy Technology and Policy*, 10(1), 80–96. <https://doi.org/10.1504/IJETP.2014.065049>
- Torres, R. R. (2003). *Estudio del potencial en Colombia para el aprovechamiento de la energía no convencional de los océanos*. Escuela naval de cadetes almirante padilla.
- UNESCO. (2012). Guidelines for Creating a National ESD Research Agenda and Plan. Paris: UNESCO. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002188/218840e.pdf>
- Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2016). Boletín Estadístico de Minas y energía 2012 – 2016. *Ministerio de Minas y Energía*, 200. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- UPME; Minminas. (2016). Plan de expansión de referencia generación - transmisión 2015-2029, (45).

- UPME, Colciencias, Pontificia Universidad Javeriana, IDEAM, & IGAC. (2015). *Atlas potencial hidroenergético de Colombia*. Bogotá D.C.
- UPME, IDEAM, Colciencias, & Universidad Industrial de Santander. (2009). *Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia*. Bucaramanga.
- Velasco, A., Cindy, D., Hamilton, B., & Herrera, P. (2011). Ejercicios de vigilancia tecnológica aplicados a las tecnologías utilizadas en los sistemas de Biomasa. *Revista Científica TEKNOS*.

Aplicación de redes de flujo de trabajo para determinar activos tecnológicos estratégicos en pequeñas empresas manufactureras

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

Mario José Mantulak

Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial, Argentina

mantulak@fio.unam.edu.ar

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

Las redes de flujo de trabajo derivadas de las Redes de Petri, modelan la sucesión de estados y sus relaciones durante la ejecución de un procedimiento específico. El objetivo del trabajo es aportar evidencia empírica a favor de las redes de flujo de trabajo, a partir del modelado y ejecución de un procedimiento de análisis diagnóstico que contribuya a determinar los activos tecnológicos estratégicos en el contexto pequeñas empresas de manufactura, con el propósito de contribuir con la toma de decisiones de los empresarios que las dirigen. Para ello, mediante el software Workflow Petri net Designer (WoPeD) se modelaron las tareas y las relaciones que componen el procedimiento, y se comprobó la factibilidad de ejecución de las acciones que posibilitan alcanzar los diferentes estados requeridos en el procedimiento, a partir de la disponibilidad de determinados recursos e información previstos en su diseño. Los resultados obtenidos permitieron comprobar la viabilidad de aplicación de la herramienta para los fines diseñados, así como afirmar que el procedimental creado garantizó las condiciones necesarias y suficientes para ejecutarse en una cantidad de estados definidos y con los recursos e información proyectados, lo fue sustentado a través de un análisis estructural y de robustez del software utilizado. Finalmente, el trabajo permitió la aplicación de las redes de flujo de trabajo como instrumento apropiado de reflexión y análisis, destinadas a la modelación y simulación de procesos de gestión estratégicos para ser utilizados en el ámbito de pequeñas empresas manufactureras.

Palabras clave

Redes de flujo de trabajo; Redes de Petri; Activos tecnológicos estratégicos; Pequeñas empresas manufactureras

1. Introducción

La tecnología constituye una variable estratégica dentro de la empresa productiva y resulta la clave de éxito que posibilita obtener y mantener una ventaja competitiva (Escorsa Castells y Valls pasola, 2005). Resulta imprescindible desplegar eficientemente una cultura organizacional que garantice la permanencia de la empresa de manufactura en un nivel de gestión tecnológica favorable, en función de sus capacidades y aspectos organizacionales, de manera que pueda establecer una diferencia con sus competidores al responder a las demandas

del mercado.

En el contexto de las pequeñas empresas se coincide con Martínez Méndez (2012) en cuanto a que la estrategia general de desarrollo de las mismas, se enfoca en la visión de su líder y su capacidad empresarial, y está basada principalmente en sus fortalezas tales como, la flexibilidad productiva, la movilidad y rapidez en la toma de decisiones, en segmentos de mercado reducido, y la facilidad para cambiar de mercados. Para Estrada et al. (2017) los recursos y capacidades tecnológicos se consideran actividades generadoras de valor, aunque en el caso de las pequeñas empresas latinoamericanas están más orientadas a resolver problemas que a responder a oportunidades.

El adecuado usufructo de los activos tecnológicos implica la necesidad de favorecer al desarrollo de competencias organizacionales que aprovechen y potencien los saberes, habilidades y experticias individuales y colectivas de los trabajadores para mejorar la eficacia de las máquinas, equipos y herramientas con que trabajan. Por ello, y en consideración con la estructura organizacional de este tipo de empresas, una adecuada utilización de los activos tecnológicos en el marco de una estrategia general, está asociada indefectiblemente con la aplicación de herramientas de diagnóstico que puedan ser apropiadas por el directivo en el nivel estratégico, y fácilmente transferibles y asimilables a los trabajadores en el nivel operativo.

Para el diseño de nuevas herramientas, ya sea que contribuyan a mejorar la gestión y/o la producción, resulta útil poder realizar un examen o valoración antes que se concrete su aplicación (evaluación ex-ante), con la finalidad de verificar si las condiciones y los recursos proyectados posibilitan una efectiva ejecución del proceso (Espinoza y Peroni, 2000; Michalus et al., 2015; Vivares Vergara, 2017).

Por ello se concuerda con Lozada y Velazco (2010) y Michalus et al. (2015), en que un proceso constituido a partir de pasos secuenciales consecutivos y sistemáticos, con inicio y final definidos, y la necesidad de un conjunto de recursos para su ejecución, constituyen una red de flujo de trabajo. Una red de este tipo puede ser modelada a partir de las Redes de Petri (RdP), como una sucesión de estados durante la ejecución de un proceso metodológico, las cuales permiten además, evaluar la existencia de condiciones en las cuales los elementos que la componen y/o sus relaciones pudieran conducir a situaciones que impidieran la ejecución del citado proceso.

En general, el campo fundamental de aplicación de las RdP es la modelación de sistemas en los que los eventos discretos ocurren de forma independiente y concurrente, aunque bajo determinadas restricciones; y en particular puede ser aplicado con éxito al control interno, como por ejemplo la utilización de los recursos disponibles (Vega de la Cruz et al., 2016). La importancia de los métodos de diseño formales que pueden ser validados y verificados, radica en que posibilitan el desarrollo de algoritmos de control computacional más eficientes, seguros y relativamente fáciles de implementar, al tiempo que, contribuyen a resolver los problemas de forma sistemática (Murillo, 2010).

De acuerdo con lo expuesto, se plantea como objetivo el diseño, a partir de redes de flujo de trabajo derivadas de las RdP clásicas, de un instrumento de diagnóstico que posibilite la determinación de activos tecnológicos estratégicos en el marco de la estrategia general de desarrollo de la pequeña empresa de manufactura, con el propósito de contribuir con la toma de decisiones de sus directivos.

2. Materiales y métodos

A partir de herramientas procedimentales presentadas por Brito Viñas (2000), Suárez Hernández (2003), Michalus (2011) y Mantulak et al. (2015), enfocadas en diagnósticos empresariales y gestión de la tecnología, se diseña un procedimiento metodológico para el análisis diagnóstico de activos tecnológicos estratégicos que sea pertinente y aplicable a pequeñas empresas de manufactura. En forma paralela e interactiva con el proceso señalado se realiza un trabajo formal procesable por computador mediante la utilización del software Workflow Petri net Designer (WoPeD). Como conjunción de la interacción de los procesos metodológicos antes indicados se ha logrado modelar y ejecutar ex-ante las condiciones de cumplimiento del procedimiento metodológico construido, mediante su análisis desde el punto de vista estructural y funcional.

No es propósito de este trabajo describir y analizar en detalle el procedimiento de diagnóstico de activos tecnológicos estratégicos diseñado, pues el presente trabajo se enfoca específicamente en la utilización de las RdP clásicas como herramienta de comprobación ex-ante.

2.1 Modelación de procesos mediante redes de flujo de trabajo derivadas de las RdP

Las RdP, cuyo acrónimo en inglés es PN, fueron utilizadas inicialmente para el análisis de algoritmos en la computación concurrente, pero dada la complejidad de los procesos de productivos actuales, las RdP resultan adecuadas para el modelado tanto de procesos como de control de los mismos (Murillo, 2008).

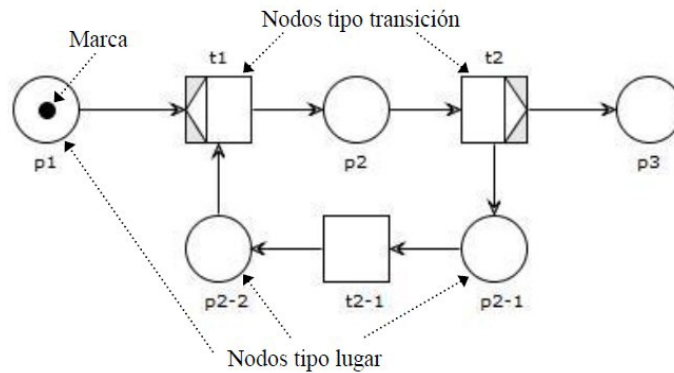
Las RdP son una herramienta que permiten modelar el comportamiento y la estructura de un sistema, llevar el modelo a condiciones límites, aislando ciertos eventos críticos en un sistema real, que mediante otra herramienta sería difícil de lograr; además, comparadas con otros modelos gráficos de comportamiento dinámico, estas ofrecen una forma confiable de expresar procesos que requieren sincronía y aportan las bases para un análisis formal del sistema modelado (Vega de la Cruz et al., 2016). Estas redes representan un modelo formal y abstracto de flujo de información que posibilita el análisis de sistemas y/o procesos, puesto que permiten modelar su comportamiento y su estructura, asimilable a condiciones normales y críticas que pudieran darse en la realidad (Castellanos, 2006).

Según Solana González et al. (2007) el diseño de flujos de trabajo organizativos requiere considerar detalles que recojan una abstracción de los procesos en un modelo, el cual abarca la perspectiva de proceso (describe el control del flujo de las actividades), la perspectiva de información (describe los datos que son utilizados), la perspectiva de recursos (describe la estructura de la organización, recursos, roles y grupos), y la perspectiva de actividades (describe el contenido de los pasos individuales de cada proceso).

Desde el punto de vista gráfico, una RdP constituye un caso particular de grafo orientado con dos tipos de nodos, los tipo lugar (P) representados mediante circunferencias, y los tipo transición (T) representadas por segmentos rectos verticales; los lugares y las transiciones se unen mediante arcos o flechas (F), por lo cual un arco vincula siempre lugares con transiciones y viceversa, pudiendo el arco tener determinados pesos (W), en tanto los lugares pueden presentar marcas (punto en el interior de la circunferencia), y además la red requiere de un marcado inicial (M0), por lo que formalmente, una RdP puede definirse como una quintupla, $RdP = (P, T, F, W, M0)$ (Vega de la Cruz et al., 2015).

En la Figura 1 se representa una RdP básica, en la cual se aprecian los nodos tipo lugar y diversos nodos tipo transición conectados a través de arcos dirigidos.

Figura 1. Representación gráfica de una RdP sencilla.



Fuente: elaboración a partir de WoPeD v. 3.1.0.

En este trabajo en particular, en consonancia con lo planteado por Solana González et al. (2006), Michalus et al. (2015) y Mata et al. (2016), se utiliza para el modelado de redes de flujo de trabajo un peso $W=1$ asociado a cada arco, puesto que se considera que todas las actividades tienen igual importancia, donde lo sustancial es preservar el orden de ejecución (a partir de un único estado inicial y un único estado final), y que además, todos los componentes (nodos tipo lugar y nodos tipo transición) deben estar fuertemente conectados.

3. Resultados

3.1 Diseño del procedimiento para determinar activos tecnológicos estratégicos en pequeñas empresas manufactureras mediante RdP

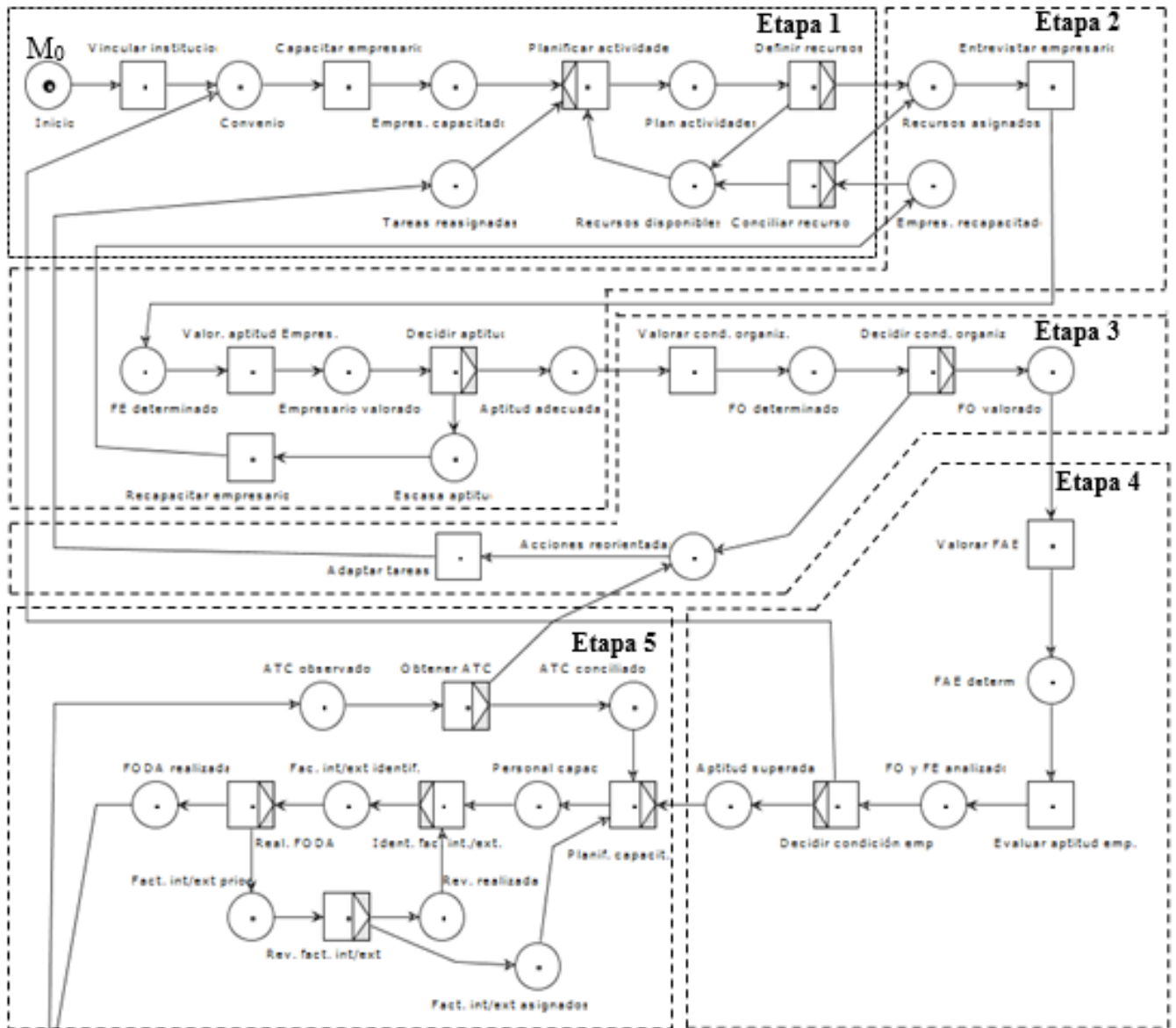
Las RdP constituyen una herramienta muy útil en el modelado de procesos organizativos y productivos, puesto que soportan una representación gráfica que facilita la visión y comprensión general del sistema (en nuestro caso el procedimiento modelado), y simultáneamente posibilitan un análisis formal en el establecimiento, verificación y validación del modelo construido (Lozada y Velasco, 2010). Además, para Huayna D. et al. (2009) las RdP permiten reflejar gráficamente el conjunto de relaciones entre los eventos y condiciones de un sistema, lo cual eleva la calidad del modelo de simulación, y en cierta forma se logra una maqueta gráfica del modelo que debe diseñarse como programa computacional de simulación de eventos discretos.

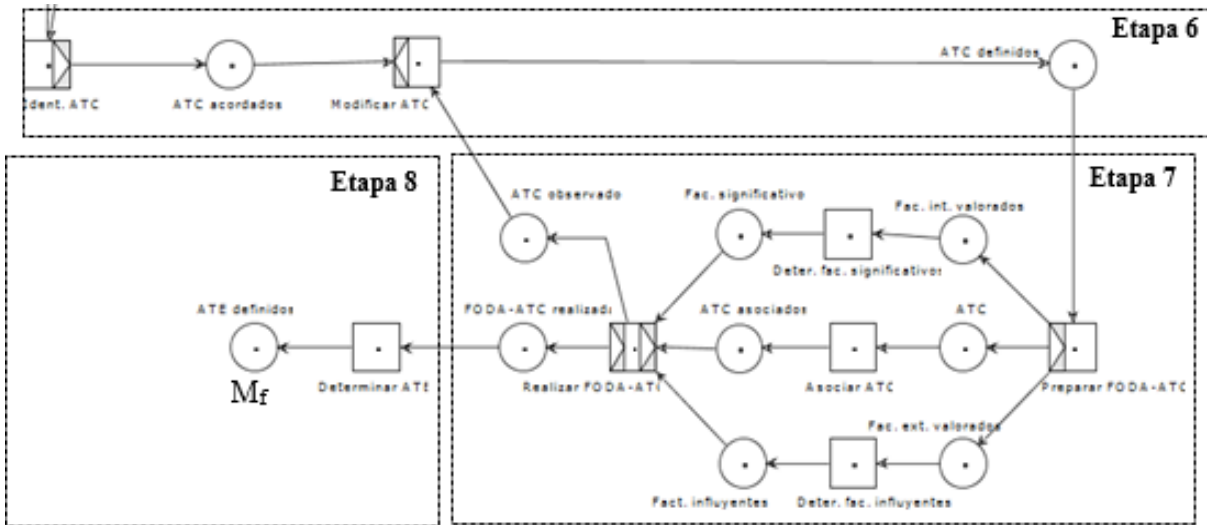
A través de las redes de flujo de trabajo derivadas de las RdP clásica se procede al modelado y simulación del procedimiento con el propósito de verificar la viabilidad de ejecutarse con la información y los recursos explicitados a tal fin, y que posibilitan el debido cumplimiento de cada uno de sus pasos, bajo una configuración sistémica de todos los componentes que lo conforman. Una RdP permite modelar una sucesión de estados durante la ejecución de las etapas del procedimiento, y posibilita evaluar la existencia de condiciones en las cuales los componentes o sus relaciones conducen a estados determinados que detienen o limitan su ejecución.

El procedimiento propuesto en varias etapas, desagregado en sus componentes (actividades) y sus relaciones (el orden de cumplimiento de cada una de las tareas) debe ser posible de ejecutar en un tiempo finito, y como tal, ha de contar con el análisis de las condiciones o estados en los cuales la validez, aplicación, factibilidad y capacidad de producir

los resultados esperados puedan ser verificados, sin que se produzcan bloqueos en su ejecución. En la Figura 2 se presenta el modelado del procedimiento a través de RdP, a partir de las cuales y mediante su ejecución, se constató el adecuado diseño de las diferentes etapas, luego se ejecutó la simulación y se comprobó que fuera posible alcanzar el marcado final M_f a partir del marcado inicial M_0 .

Figura 2. Red de Petri para el procedimiento diagnóstico de determinación de activos tecnológicos estratégicos en pequeñas empresas de manufactura.





Fuente: elaboración propia.

Para el diseño del procedimiento propuesto, se utiliza el software WoPeD, para lo cual se procede de acuerdo con los pasos que se indican a continuación:

- Modelado de las etapas correspondientes al procedimiento propuesto, donde se establecieron los medios y recursos (unidades pasivas) requeridos para desarrollar cada uno de ellos, los cuales fueron representados por nodos tipo lugar; asimismo, los eventos, acciones o sentencias (unidades activas) se representaron por nodos tipo transición. Los nodos tipo lugar y transición se unieron con arcos direccionados, que representan la secuencia, movimiento y causalidad definida en las tareas diseñadas.
- Determinación de la condición inicial del procedimiento, definida por el marcado inicial M_0 .
- Ejecución de las redes de flujo de trabajo y verificación de que el marcado final M_f (definido por la ejecución del último paso del procedimiento propuesto como estado final).
- Mediante la utilización del software utilizado, se ejecutaron las Redes de Petri diseñadas, comprobándose la factibilidad de alcanzar el marcado final M_f a partir del marcado inicial M_0 , por medio de una secuencia establecida de disparos de los nodos tipo transición que activaron los correspondientes nodos tipo lugar, vinculados por los arcos direccionados.

Asimismo para verificar el correcto funcionamiento de las diferentes etapas del procedimiento a partir del software utilizado, se realizó un análisis semántico de las Rdp diseñadas, el cual permitió aportar evidencia respecto a la consistencia del procedimiento modelado, a partir de sus componentes y la fortaleza de las relaciones entre estos, además de verificar que no se produzcan condiciones que limiten (parcial o totalmente) su ejecución.

En la Tabla 1, a partir de un análisis semántico, se indican diferentes propiedades correspondientes a las redes de flujo de trabajo del procedimiento. Se observa con respecto al análisis estructural la inexistencia tanto de operadores de uso erróneo, y de violaciones de libre elección, lo cual permite la ejecución de los diferentes pasos sin ningún tipo de condiciones o restricciones adicionales, y valida la consistencia lógica del procedimiento.

El comportamiento (robustez) determina que las redes diseñadas son acotadas, o sea, no existen lugares no acotados – boundedness - estableciendo que las condiciones y recursos son limitados al igual que en la práctica; además, la no presencia de transiciones muertas y de transiciones no vivas – Liveness - verifica la vivacidad de las redes confeccionadas, y a partir de lo cual se garantiza la inexistencia de bloqueos que impidan su ejecución.

Por otra parte, se realiza el denominado análisis semántico a través del propio software WoPeD (Figura 3), que ha permitido establecer que la modelación de las diferentes etapas del procedimiento propuesto, presentan condiciones de diseño adecuadas para su ejecución, siempre que se disponga de los recursos, asociaciones e información predeterminados.

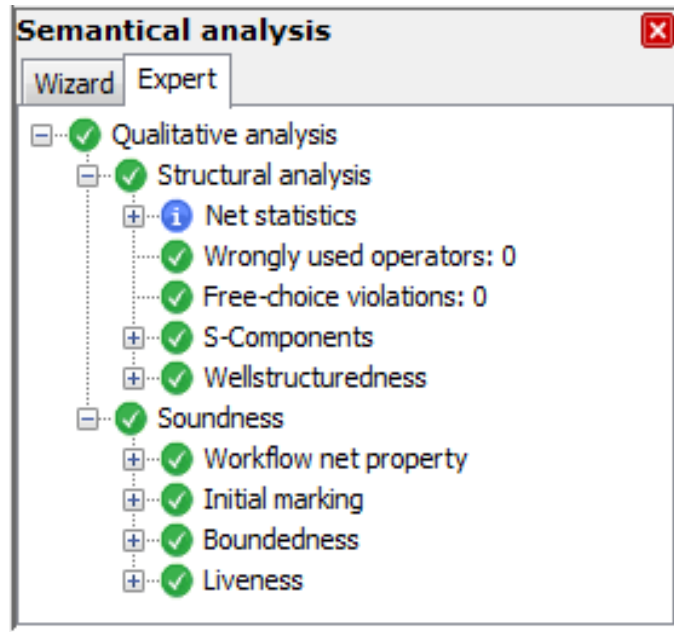
En función de ello, en la práctica, esto implica que no existen estados (lugares) que estén sujetos a condicionamientos, o que, a su vez condicionen a otros. Además se prueba, el control del flujo de las actividades, los vínculos requeridos para el pasaje de un estado a otro, la estructura de la organización, sus recursos e información, lo cual posibilita el normal funcional cumplimiento de todas las etapas del procedimiento metodológico.

Tabla 1. Propiedades de las redes de flujo de trabajo aplicadas al procedimiento

Propiedades	Descripción	Cantidad
Análisis estructural	Operadores usados erróneamente	0
	Violaciones de libre elección	0
	S-Componentes	59
	Lugares no cubiertos por los componentes	0
Comportamiento (Robustez)	Lugares de origen (M_0)	1
	Lugares de final (M_f)	1
	Componentes conectados	65
	Componentes fuertemente conectados	65
	Lugares incorrectos en la marcación inicial	0
	Lugares no acotados - Boundedness	0
	Transiciones muertas - Liveness	0
	Transiciones no vivas - Liveness	0
Estadísticas	Lugares/plazas	38
	Transiciones	45
	Operadores	15
	Arcos	94

Fuente: elaboración propia

Figura 3. Comprobación del correcto funcionamiento de la RdP modelada



Fuente: WoPeD.

En la Tabla 2 se presenta una vista del procedimiento metodológico que ha sido modelado, donde se describen sucintamente las diferentes etapas del mismo. A modo de ejemplo se describen someramente a continuación las acciones que se llevan a cabo en las etapas 2 y 7.

En la etapa 2, para la determinación de la aptitud del empresario, se comienza con la entrevista del dueño de la empresa, la cual es realizada por un profesional externo y perteneciente a la institución académica con la cual se firmó el convenio de vinculación, y su propósito es realizar un análisis particular de la gestión empresarial, además de posibilitar al empresario que la activación de un análisis reflexivo y creativo sobre el posicionamiento estratégico de su empresa. Para ello, resulta necesario evaluar al empresario, ello se realiza con base en un conjunto de capacidades que han sido preestablecidas y que aportan al desarrollo del pensamiento estratégico.

Tabla 2. Etapas y descripción del procedimiento.

Etapas del procedimiento	Descripción
1.Vinculación empresa-Institución tutora	Mediante convenio específico se plasma cabalmente el compromiso entre la empresa y la Universidad/Instituto que evalúa. La institución evaluadora capacita previamente al empresario, y acuerda las condiciones para implementar el procedimiento
2.Valoración de la aptitud del empresario	La entrevista del empresario se emplea con el propósito de valorar la aptitud de su gestión al frente de la empresa, con enfoque en aquellas acciones que aportan al pensamiento estratégico empresarial
3.Valoración de la condición Organizacional	La exploración organizacional tiene el propósito de valorar en qué medida la empresa tiene las condiciones necesarias para una adecuada gestión, utilización e innovación de sus activos tecnológicos

4. Valoración agregada de la empresa	Se obtiene la valoración agregada referida a la Aptitud global de la pequeña empresa, a partir de las valoraciones obtenidas de la entrevista al empresario y la exploración de las condiciones de gestión, operación, mantenimiento, e infraestructura de la pequeña empresa
5. Análisis FODA	A partir de la herramienta de matriz FODA se identifican las fortalezas y debilidades más importantes de la empresa, que son consignadas como los factores significativos. Se identifican las oportunidades y amenazas más importantes del entorno desde la perspectiva tecnológica, que son establecidas como factores influyentes del entorno. El análisis se realiza en el marco de la estrategia general de desarrollo de la empresa
6. Identificación de activos tecnológicos claves (ATC)	Se analizan los procesos productivos y la infraestructura de la empresa, se identifican los activos tecnológicos, por una parte los tangibles tecnológicos (maquinaria, equipos e infraestructura), y por otra, los intangibles tecnológicos (saberes y habilidades individuales, así como prácticas y rutinas colectivas); y a partir de la valoración de los mismos, se establecen cuales resultan valiosos para el desempeño productivo
7. Análisis agregado FODA-ATC	A partir de una matriz compuesta FODA-ATC, se establecen las vinculaciones entre los activos tecnológicos clave, los factores significativos y los factores influyentes
8. Determinación de activos tecnológicos estratégicos (ATE)	Se determinan los activos tecnológicos estratégicos en a partir del mayor grado de asociación existente entre activos tecnológicos clave, factores significativos y factores influyentes, en el marco de la estrategia general de desarrollo de la pequeña empresa

Fuente: elaboración propia

A partir de los resultados de la entrevista, se procede a una valoración sobre las capacidades evaluadas en el empresario; luego calcula mediante una fórmula un Factor del Empresario, a partir del cual se puede determinar la Aptitud del empresario mediante una escala empírica prediseñada. Como resultado de las actividades anteriores, el empresario puede resultar apto o no, para continuar el desarrollo del procedimiento. Si resulta apto se continúa con la etapa 3, sino, debe realimentar un lazo que incluye su capacitación y adecuación de recursos de su organización, para recién luego volver a realizar una nueva entrevista.

La etapa 7, tiene como propósito realizar un proceso asociativo entre los activos tecnológicos clave, con los factores internos significativos del establecimiento (debilidades y fortalezas) y a los factores influyentes del entorno (oportunidades y amenazas). Para ello, en primera instancia se utiliza el análisis FODA, que es una herramienta sencilla y a la vez potente para el análisis de situación, a partir de lo cual se realiza una evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa, y aquellas que son puntuadas con valoración elevada son caracterizadas como factores significativos; luego se efectúa una evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno, y las que son puntuadas con valoración elevada son caracterizados como factores influyentes. Posteriormente se realiza el proceso de asociación entre activos tecnológicos clave, factores significativos y factores influyentes a través de la denominada matriz FODA-ATC, a partir de la cual, y en la etapa siguiente se determinan los activos tecnológicos estratégicos (ATE).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo a partir de la utilización ordenada y metódica de RdP posibilitó la detección de conflictos, estancamientos, vías muertas y/o bucles desarticulados durante el proceso de modelación, y en sincronismo con el diseño del

procedimiento metodológico, lo cual resultó crucial desde el punto de vista de los costos, los recursos compartidos, y el tiempo requeridos cuando hubiere de implementarse el instrumental. Además, se desarrolló un procedimiento formal que ha sido validado a partir de las propiedades estructurales y de comportamiento de las RdP, y que ha garantizado el cumplimiento de un conjunto de condiciones y requerimientos preestablecidos para su normal funcionamiento.

4. Conclusiones

- Se diseñó un procedimiento metodológico para determinar los activos tecnológicos estratégicos contextualizados dentro de la estrategia general de desarrollo para ser aplicado a pequeñas empresas de manufactura, a través de la utilización de redes de flujo de trabajo derivadas de las RdP.
- Se comprobó ex-ante el adecuado diseño de las acciones que componen todas las etapas del procedimiento metodológico, a través de la utilización del software WoPeD, con lo cual se verificó su consistencia lógica y funcionalidad, sin impedimentos estructurales (obstáculos o limitaciones), y con un sólido comportamiento (robustez).
- Se consolidó evidencia empírica a favor de las redes de flujo de trabajo como instrumento pertinente de reflexión y validación, destinada a la modelación y simulación de procesos de diagnóstico, específicamente constituye una novedad su implementación en la valoración y determinación de activos tecnológicos estratégicos en las pequeñas empresas de manufactura.
- Se espera avanzar en trabajos futuros con la utilización de RdP para modelar aplicaciones vinculadas a procesos productivos de pequeñas empresas, de tal forma que la utilización de modelos simulados permita mejorar los sistemas de manufactura reales, y contribuya a eliminar desajustes de producción, bloqueos, ralentización de procesos, subutilización de equipos, entre otros aspectos.

Referencias

- Brito Viñas (2000). Modelo conceptual y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones empresariales para potenciar la función de GTI en la empresa manufacturera cubana. *Tesis de Doctorado*, Universidad Central de Las Villas, Cuba.
- Castellanos, C. (2006). Consideraciones para el modelado de sistemas mediante Redes de Petri. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 27(2), 49-58.
- Escorsa Castells, P. y Valls Pasola, J. (2005). *Tecnología e innovación en la empresa*. Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V., Distrito Federal, México.
- Espinoza, A. y Peroni, A. (2000). Metodología de evaluación ex ante de Programas Sociales. Serie: Material de Apoyo a la Planificación Social, Documento de Trabajo N° 4. Departamento de Evaluación, División Social, Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile, Santiago, Chile.
- 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.
- Huayna D., A. M.; Cortez Vásquez, A. y Vega Huerta, H. (2009). Aplicación de las redes de Petri a la simulación discreta de sistemas. *Revista de Ingeniería de Sistemas e Informática*, 6(2), 35-44.
- Lozada, M. y Velasco, J. M. (2010). Modelado dinámico basado en redes de Petri para el modelo de integración empresarial "actor de empresa". *Scientia et Technica*, 16(44), 140-145.
- Mantulak, M. J.; Hernández Pérez, G. D. y 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.
- Martínez Méndez, R. (2012). Análisis estratégico en las pequeñas empresas de la construcción en Puebla, México.

- Revista Internacional Administración & Finanzas*, 5(4), 85-96.
- Mata, G.; Méndez, A.; Cardillo, J.; Chacón, E. (2016). Análisis de sistemas de manufactura conteniendo una exclusión mutua usando redes de Petri. *Revista Ingeniería UC*, 23(1), 30-40.
- Michalus, J. C. (2011). Modelo alternativo de cooperación flexible de pymes orientado al desarrollo local de municipios y microrregiones – Factibilidad de aplicación en la provincia de Misiones, Argentina. Tesis de Doctorado, Universidad Central de Las Villas, Cuba.
- Michalus, J. C.; Sáez Mosquera, I.; Hernández Pérez, G.; Sarache Castro, W. A. (2015). Comprobación de la factibilidad de ejecución de un procedimiento organizativo mediante redes de workflow. *Visión de Futuro*, 19(2), 106-121.
- Murillo, L. D. (2008). Redes de Petri: modelado e implementación de algoritmos para autómatas programables. *Tecnología en Marcha*, 21(4), 102-125.
- Murillo Soto, L. D. (2010). Simulación de un sistema de manufactura flexible con redes de Petri coloreadas. *Tecnología en Marcha*, 23(1), 47-62.
- Solana González, P.; Alonso Martínez, M. y Pérez González, D. (2006). Análisis y modelado con redes de workflow del proceso de tratamiento de experiencias operativas. XX Congreso anual XX AEDEM, Academia Europea de Dirección y Economía de la Empresa AEDEM, Palma de Mallorca, España.
- Solana González, P.; Pérez González, D. y Alonso Martínez, M. (2007). El proceso de evaluación y gestión de la experiencia operativa en la industria: análisis en el sector nuclear español. *Boletín de estudios económicos*, 62(191), 303-319.
- Suárez Hernández, J. (2003). Modelo general y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones para desarrollar la gestión de la tecnología y de la innovación en empresas ganaderas cubanas, Tesis de Doctorado, Universidad Central de Las Villas, Cuba.
- Vega de la Cruz, L. O.; Lao León, Y. O.; Marrero Delgado, F.; Pérez Pravia, C. M. (2015). Redes de Petri para la validación de procedimientos. 7ª Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Holguín, Guardalavaca, Cuba.
- Vega de la Cruz, L. O.; Lao León, Y. O.; Pérez Pravia, C. M. (2016). Redes de Petri en la determinación de puntos críticos para el control interno. *Universidad y Sociedad*, 8(4), 219-226.
- Vivares Vergara, J. A. (2017). Modelo de madurez para valorar el sistema de producción y formular la estrategia de manufactura, Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Factores influyentes en el valor percibido en una organización deportiva sin ánimo de lucro en la ciudad de Medellín mediante el uso de redes neuronales artificiales.

Julián Alberto Uribe Gómez

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de ciencias económicas y Administrativas, Colombia
julianuribe@itm.edu.co

PhD. Jorge Iván Brand Ortiz

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de ciencias económicas y Administrativas, Colombia
jorgebrand@itm.edu.co

Resumen

En el contexto de cualquier empresa, los administradores y responsables de la alta dirección centran sus esfuerzos en conocer el estado futuro de sus áreas de negocio, con el fin de minimizar los riesgos y tomar decisiones de forma más acertada. Es por esta razón que actualmente se han centrado los esfuerzos organizacionales en entender y dar valor a los datos generados al interior de la organización con el fin de encontrar soluciones más competitivas. Por esta razón se han aplicado diversos modelos estadísticos y computacionales para tratar estos datos y convertirlos en información valiosa para la organización.

El objetivo de esta investigación es proponer un modelo de red neuronal artificial para eficientemente entender cuáles son las variables que impactan en el valor percibido por los clubes adscritos de una organización deportiva sin ánimo de lucro en la ciudad de Medellín.

Esta investigación consta de una primera parte introductoria, donde se exploran los referentes conceptuales sobre el valor percibido y las redes neuronales artificiales (RNA), seguido, se plantea la metodología utilizada para la investigación, en un tercer momento se presenta el desarrollo por medio de las RNA, finalmente se obtienen los resultados obtenidos de la RNA que apuntan a que 3 de las 10 variables más importantes para diagnosticar el valor percibido son FIA1, FIA4 y CR3 pertenecientes a la categoría de la calidad de servicio, otras variables en menor medida se encuentran en las categorías expectativas y compromiso.

Se espera que los hallazgos presentados sirvan a administradores y personal encargado en mejorar el proceso de toma de decisiones.

Palabras clave

Perceptron multicapa, Modelos, Relacionamiento, Organizaciones deportivas

1. Introducción

El valor percibido es entendido como el resultado de la comparación entre los beneficios recibidos y el precio pagado por el servicio. El valor percibido por los clientes tiene un carácter subjetivo y desde la literatura se ha señalado que este cuenta con diversos componentes. Usualmente el valor percibido tiene relación con la actitud del cliente, lo cual determina su lealtad (Ruiz-Molina, 2009). Por otro lado, el valor percibido es un factor que puede incorporarse en el modelo SERVQUAL (Heno & Tavera, 2017) al igual que otros como confianza, compromiso y costo de cambio.

El modelo SERVQUAL ha sido ampliamente aplicado para evidenciar y medir la calidad del servicio, mediante las expectativas y percepciones de los clientes (Matsumoto, 2014)

en múltiples sectores, como telecomunicaciones (Henao & Tavera, 2017), comercios minorista (Ruiz-Molina, 2009) y turismo (El-Adly, 2018). Este modelo se basa principalmente en 5 dimensiones: Fiabilidad, Seguridad, Capacidad de respuesta, Empatía y Tangibilidad (Garza, Abreu, & Badii, 2008) en la tabla 1 se pueden ver las descripciones de cada dimensión.

El modelo SERVQUAL se publicó por primera vez en el año 1988 y es una técnica de investigación comercial, que permite realizar la medición de la calidad del servicio, conocer las expectativas de los clientes, y como ellos aprecian el servicio. Este modelo permite analizar aspectos cuantitativos y cualitativos de los clientes, proporcionando información sobre: opiniones sobre el servicio, comentarios, sugerencias y percepción, así como impresiones de los empleados. Este modelo es un instrumento de mejora y comparación con otras organizaciones (Matsumoto, 2014).

Tabla 1. Factores de la calidad del servicio

Dimensión	Definición
Fiabilidad	Capacidad para brindar el servicio deseado, confiable y consecuente.
Seguridad	Conocimiento de los empleados, cortesía y habilidad para transmitir confianza y seguridad.
Capacidad de respuesta	Disposición de dar un servicio rápido y ayudar a los clientes.
Empatía	Provisión de cuidado y atención personalizada a los clientes.
Tangibilidad	Apariencia de las instalaciones físicas, equipo, personal y materiales.

Fuente: (Parasuraman, Zeithaml, & Berry, 1985)

Las metodologías en la búsqueda de mejoras en la calidad de los procesos y servicios empresariales sumado a la importancia de los datos en la creciente economía y sociedad ha sido resumida bajo la siguiente declaración el “Big Data es el nuevo petróleo” según el director ejecutivo de IBM. Crecientes y recientes estudios han demostrado el impacto y el poder de los datos en la vida moderna (Iqbal, Doctor, More, Mahmud, & Yousuf, 2018) y empresarial. A partir de esto muchas herramientas de minería de datos han servido para analizar las bases generadas, estas técnicas supervisadas y no supervisadas han servido para análisis predictivo y análisis descriptivo. Uno de los focos del análisis descriptivo es la selección de factores de interés, el cual permite identificar factores o variables que tienen más influencia sobre algún evento, en este caso son los factores que influyen en mayor medida sobre el valor percibido por los clubes de una organización deportiva sin ánimo de lucro en la ciudad de Medellín.

Existen diversas técnicas para realizar un análisis descriptivo para la selección de los factores entre los que se encuentran los métodos probabilísticos, los evolutivos y las redes neuronales artificiales (de ahora en adelante RNA). La preferencia de las RNA sobre otro tipo de técnicas radica en que ellas constituyen una de las herramientas más poderosas para la clasificación de patrones, planeamiento, predicción control y optimización (Mejía & Toro, 2004) debido a sus propiedades de aprendizaje adaptativo no lineal y no paramétrico (Blanco, Pino-Mejías, Lara, & Rayo, 2013), por otro lado, constituyen un paradigma computacional que provee una gran variedad de modelos matemáticos no lineales, utilizado para estudiar un rango considerable de problemas estadísticos (Blanco et al., 2013), finalmente las RNA no están alejadas de los métodos estadísticos y probabilísticos, de hecho, puede ser consideradas como una técnica de regresión la cual está representada por una alta no linealidad entre las variables dependientes e independientes (Geem & Roper, 2009).

La justificación de las RNA y su preferencia como técnica de análisis de datos, radica en sus principios fundamentados en el concepto de neurona y cerebro humano, los cuales tienen varias características deseadas por cualquier sistema computacional, esta razón ha

incrementado la investigación y el campo de aplicación sobre el funcionamiento de las RNA. Dichas redes aprenden de su entorno haciendo uso de la información disponible (Mejía & Toro, 2004), por lo tanto, ellas no son programadas, sino entrenadas, como resultado, ellas pueden entregar buenos resultados en el corto plazo (Kigami, 2001), principalmente, los atributos encontrados en este tipo de técnicas son las siguientes: aprendizaje desde la experiencia, generalización desde ejemplos, desarrollo de soluciones más rápido, eficiencia computacional y no linealidad.

Las RNA contienen varios algoritmos como son: Perceptron, propagación hacia atrás y hacia adelante, madaline, redes de base radial, entre otras. El perceptron multicapa es la RNA más comúnmente utilizada en casos de negocio (Blanco et al., 2013) y en una gran variedad de disciplinas como la contabilidad, las finanzas y la banca en general, para aspectos como clasificación y predicción. El perceptron multicapa pertenece a las redes neuronales supervisadas, esto quiere decir que es necesario proveer al modelo con algunas variables de entrada y una salida deseada (Serrano-Cinca, 1996)

2. Metodología

La investigación se basa en un análisis descriptivo y exploratorio, para la selección de factores a través de técnicas supervisadas y no supervisadas, donde a una muestra de 270 clubes pertenecientes a una organización deportiva sin ánimo de lucro en la ciudad de Medellín se les aplico una encuesta estructurada tipo likert con valores desde 1 a 5, donde 1 es el valor más inferior y 5 es el más alto, la cual recoge, según la adaptación del modelo SERVQUAL (Fripp, 2019), datos de calificación cualitativa sobre los siguientes aspectos: Expectativas, Calidad de servicio, Satisfacción, Valor percibido, Confianza, Compromiso y Lealtad.

En total se realizaron 74 preguntas, las cuales abarcan los aspectos antes mencionados, en 7 grandes grupos, tal como se indica en la tabla 2:

Tabla 2. Estructura de la encuesta aplicada a los clubes.

Variable	Aspecto a encuestar	Número de preguntas realizadas
Independiente	Expectativas	5
	Calidad del servicio	24
	Satisfacción	9
	Confianza	7
	Compromiso	8
	Lealtad	13
Dependiente	Valor percibido	8

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de datos y la construcción del modelo de RNA se utilizan como insumos los softwares NETLOGO, STATGRAPHICS e IBM SPSS.

La red neuronal artificial perceptron multicapa con algoritmo de retropropagación no se considera una técnica estadística propiamente dicha, por lo tanto, la red se entrena con los datos de las variables independientes de entrada que se dispongan.

La ficha técnica de la investigación es la presentada en la tabla 3.

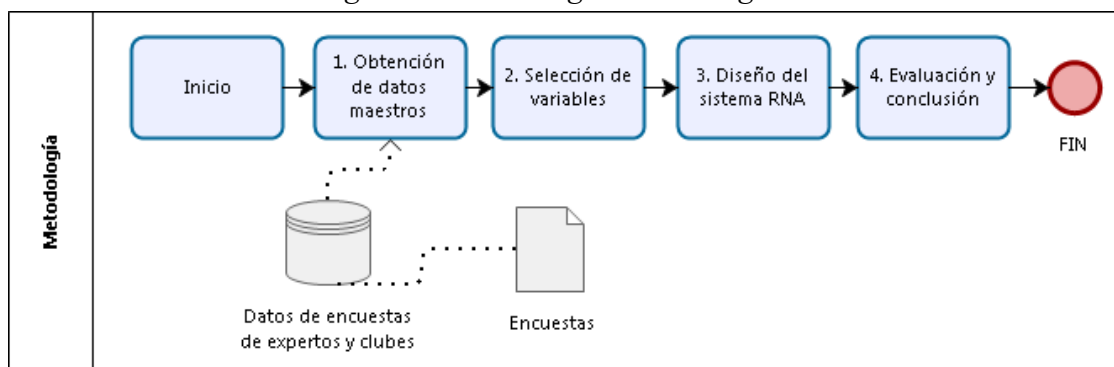
Tabla 3. Ficha técnica de investigación

Universo	Clubes perteneciente a la organización deportiva
Ámbito geográfico	Regional
Tamaño muestral	270 clubes
Diseño muestral	Encuesta personal al representante de cada club
Periodo de recogida de la información	Año 2018
Tipo de muestreo	No probabilístico voluntario
Técnicas de análisis	Análisis descriptivo y Redes neuronales artificiales

Fuente: Elaboración propia.

La metodología propuesta para el desarrollo de esta investigación es la presentada en la figura 1.

Figura 1. Metodología de investigación

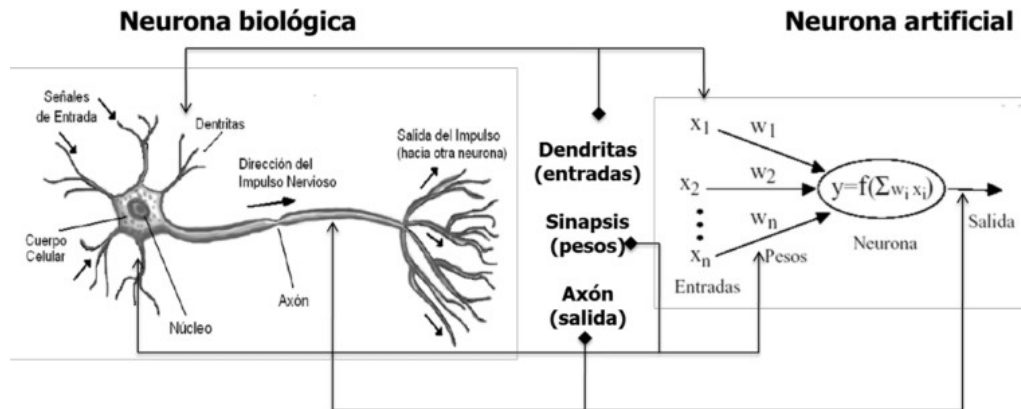


Fuente: Elaboración propia

3. Desarrollo

Las RNA son técnicas analíticas y matemáticas que han sido inspiradas en las redes neuronales de la biología, tal y como se muestra en su símil en la figura 2, su elemento y su unidad básica es la neurona o nodo, estas están organizadas por capas de entrada, ocultas y de salida. Una red neuronal es la red constituida por una simple unidad de procesamiento llamada nodo, cada nodo está vinculado a n-unidades de entrada a través de n-conexiones dirigidas. Cada nodo está caracterizado por un valor límite, una función de activación univariable y un vector de pesos (Leshno & Spector, 1996). Los modelos de redes neuronales aceptan gran cantidad de entradas, sumándolas de manera ponderada. Usualmente se aplican funciones no lineales para generar los resultados (Kuzey, Uyar, & Delen, 2014) y transmitirla a otra neurona dichos resultados como futuras entradas (Lao & Caridad, 2017).

Figura 2. Símil neurona biológica y artificial.

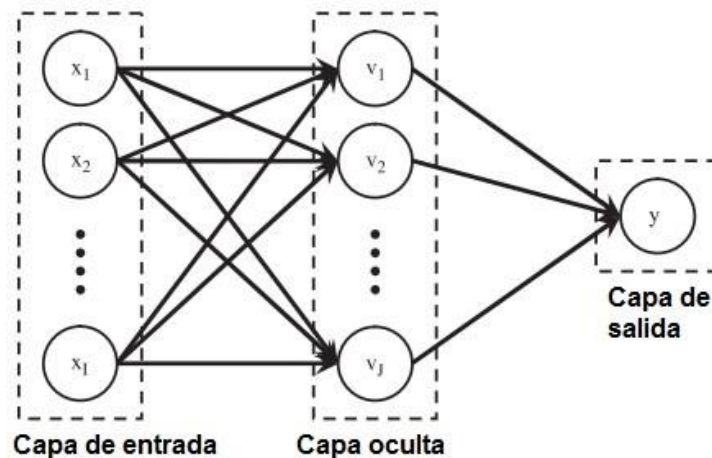


Fuente: Tomado de (Lao & Caridad, 2017)

Así como las neuronas biológicas, uno de los principales atractivos de las redes neuronales es su posibilidad de aprender y ajustarse a las condiciones de las capas de entrada y salida, por lo tanto, a través de un algoritmo de aprendizaje, las redes neuronales artificiales ajustan su arquitectura y parámetros de manera que permite minimizar la función de error que indique el grado de ajuste de los datos (Lao & Caridad, 2017). El número de capas o nodos ocultos determina la complejidad del modelo final (Blanco et al., 2013).

Dentro de los modelos de RNA, el perceptron multicapa con el algoritmo de retropropagación del error es el modelo más popular para predicción y la selección de factores. El modelo generalmente consiste de tres capas (capa de entrada, capa oculta y capa de salida) (Geem & Roper, 2009), cada capa tiene una cantidad de neuronas asociadas y el objetivo es minimizar la función de error entre la salida deseada y la del modelo neuronal a partir de un conjunto de observaciones ya clasificadas (Lao & Caridad, 2017), en la figura 3 se puede ver la estructura general de este tipo de red neuronal.

Figura 3. Concepto red neuronal artificial



Fuente: Adaptado de (Geem & Roper, 2009)

La salida de la red neuronal que se encuentra en la capa final, y se encuentra asociada a la ecuación 1 presentada, esta debe considerar que cada neurona de la capa oculta y la capa de entrada aportan pesos ponderados y valores que se ajustan en el proceso de aprendizaje de la red, así mismo, la función de activación mediante por tangente hiperbólica es la presentada en la ecuación 2 (Arroyo, 2013).

$$y = f_h \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad (ec. 1)$$

Donde:

y : son las neuronas de la capa de salida.

f_h : Es la función de activación de la red.

w_i : son los pesos sinápticos del proceso de aprendizaje y adaptación.

$$\varphi_v = \frac{e^v - e^{-\alpha v}}{e^v + e^{-\alpha v}} \quad (ec. 2)$$

Donde:

α : Es el parámetro de pendiente de la curva

v : Es la suma ponderada de la neurona

Para la construcción de la red neuronal artificial perceptron multicapa con algoritmo de retropropagación, se van a seleccionar 63 variables independientes pertenecientes a los grupos: Expectativas, Calidad del servicio, Satisfacción, Confianza, Compromiso y Lealtad, la respuesta es el grupo valor percibido, que consta de 8 variables. En la tabla 4 se pueden ver los parámetros y la información de inicio para la red.

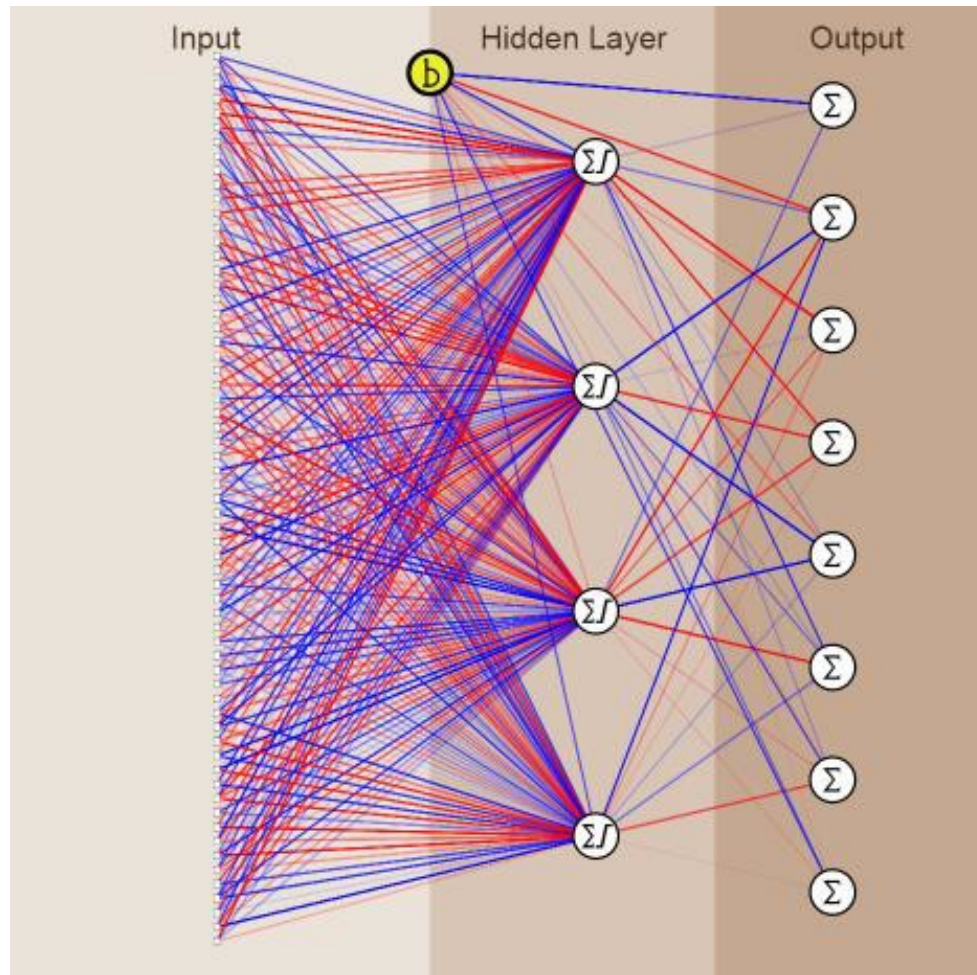
Tabla 4. Construcción de la red neuronal

Información sobre la red neuronal		
Capa de entrada	VARIABLES INDEPENDIENTES FACTORES	63
Capas ocultas	Número de capas ocultas	1
	Número de unidades de la capa oculta	16
	Función de activación de la red	Tangente Hiperbólica
Capa de salida	VARIABLES DEPENDIENTES	8
	Número de unidades	34
	Función de activación	Softmax
	Función de error	Entropía cruzada

Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 presenta la red neuronal artificial perceptron multicapa, con sus tres capas de neuronas, en la capa de entrada se tienen las 63 variables independientes, la capa oculta, la cual mediante la función de activación ajusta los pesos en las neuronas. La primera capa de las neuronas de la red se propagan a través de las capas superiores hasta generar una salida, se compara el resultado obtenido de las neuronas de salida con la salida que se desea obtener, es decir con los valores de calificación para el valor percibido por los clubes, y mediante la función de error, esto se transmite hacia atrás para que cada neurona reciba el error aproximado de participación.

Figura 4. RNA Perceptron multicapa del valor percibido



Fuente: Elaboración Propia

4. Resultados y análisis

Las curvas de operación características del receptor (Receiver-Operating Characteristic) son indicadores de precisión en la prueba dentro del perceptron multicapa y demás herramientas de optimización, clasificación y predicción. Las curvas ROC es un método muy popular para entender visualmente el desempeño (Hernández-Orallo, 2013), por otro lado, proporcionan un buen índice de la capacidad de prueba y seleccionar umbrales de decisión. Las curvas ROC fueron desarrolladas en el contexto de detección de señales electrónicas en los años 50 y se extendieron a campos como la psicología, medicina, psicofísica experimental (Dominguez & Gonzalez, 2002), radiología, estadística, bioinformática, aprendizaje de máquina y reconocimiento de patrones (Hernández- Orallo, 2013).

Dentro de las ventajas que tiene el uso de las curvas ROC se encuentra la representación simple y comprensible del fenómeno y proporciona una comparación visual entre las múltiples opciones sobre una escala común, sin embargo, la prueba no presenta el número de sujetos ni la medida del tamaño de la muestra, por otro lado, la obtención de las curvas COR debe obtenerse mediante programas de computación, los cuales no siempre están

disponibles (Dominguez & Gonzalez, 2002).

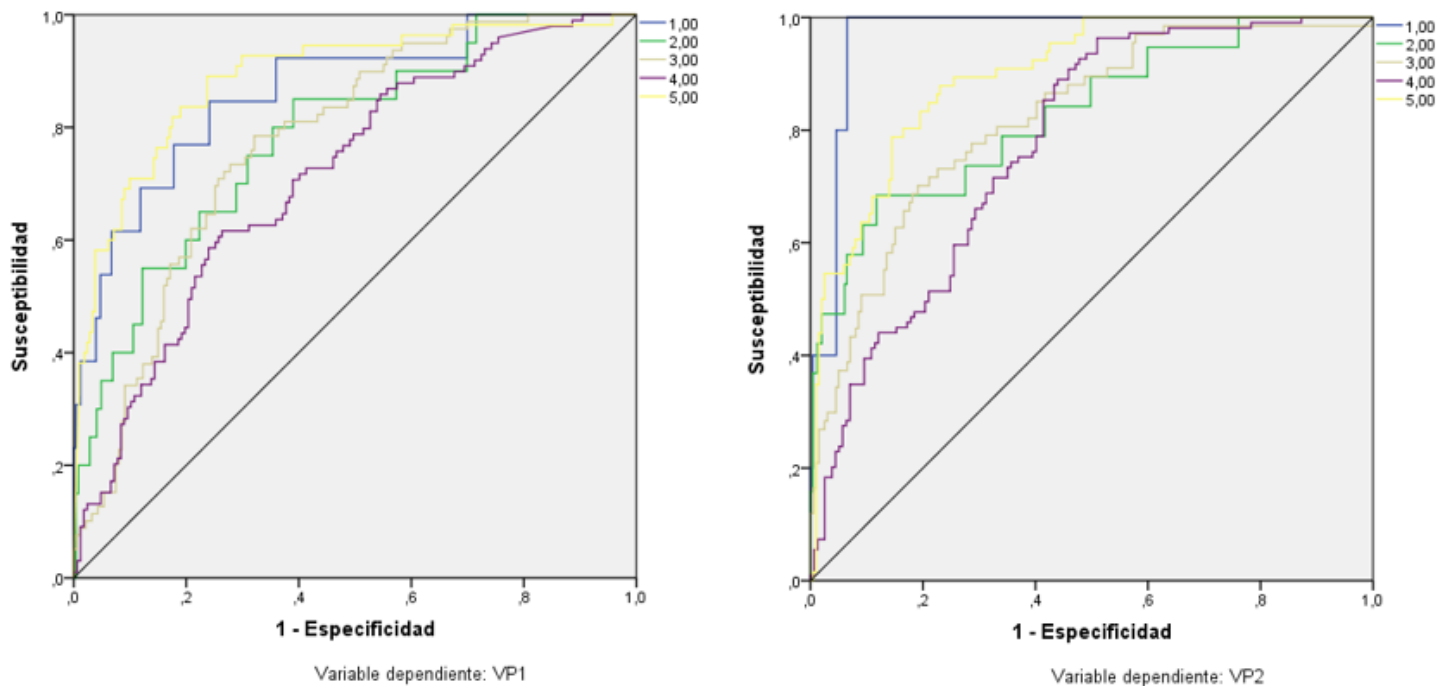
Las curvas COR se interpretan mediante su área bajo la curva, esta área siempre debe ser mayor o igual a 0,5, de este modo desde el valor 0,75 hasta 1 indican pruebas desde buenas a excelentes. Para cada variable en la capa de salida del valor percibido se pueden ver sus áreas bajo la curva y valores característicos para indicar cuales fueron las salidas más acertadas del perceptron multicapa, sus valores pueden observarse en las figuras 5 y 6.

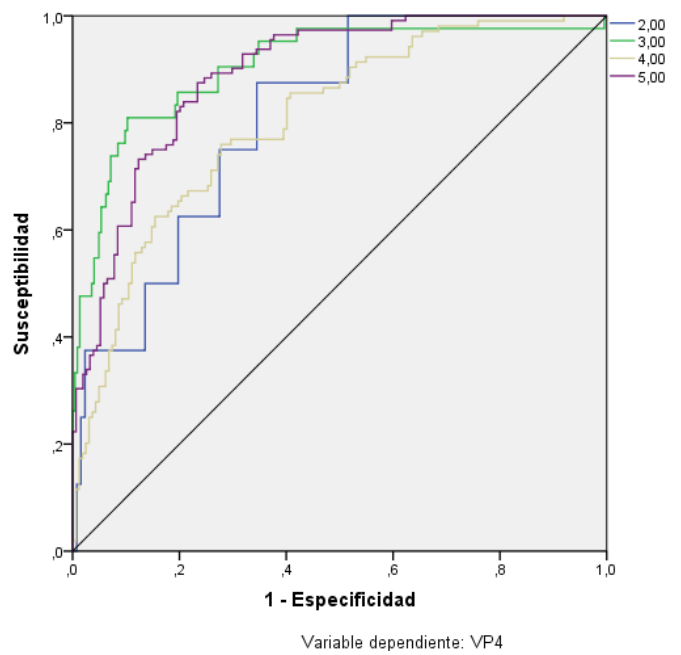
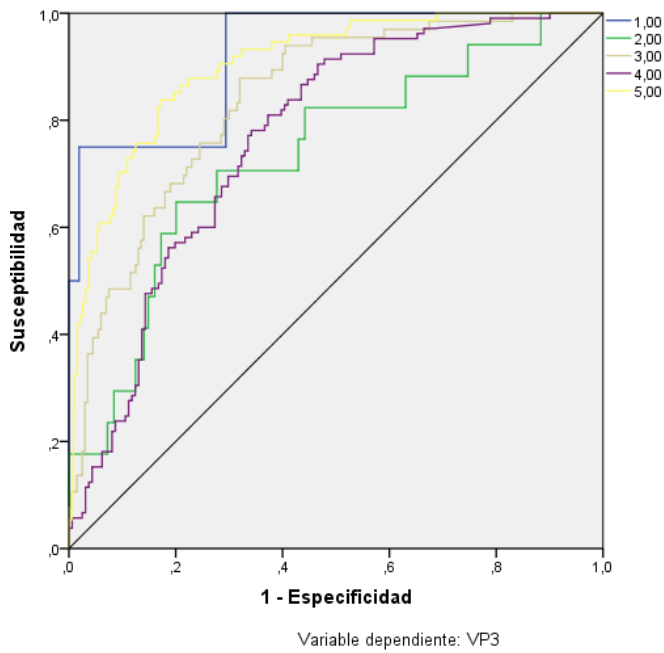
Tabla 5. Código de variables y explicación de la salida del modelo valor percibido.

Código variables	Explicación desde el modelo con valor percibido
VP1	La Liga tiene un precio razonable en los servicios que ofrece en torneos y competencia
VP2	La Liga da una buena relación calidad-precio
VP3	La calidad de los torneos y competencias organizados por la Liga es buena, con respecto a los costos y gastos que le causa al Club
VP4	Vale la pena el esfuerzo en la participación de los torneos y competencias ofrecidos por la liga
VPS1	La participación en los torneos y competencias organizados por la Liga nos ayuda a sentirnos bien
VPS2	La participación en los torneos y competencias organizados por la Liga mejora la percepción que los demás tienen de mi club
VPS3	La participación en los torneos y competencias organizados por la Liga genera una buena impresión de los demás
VPS4	La participación en los torneos y competencias organizados por la Liga nos proporciona aprobación social

Fuente: Elaboración propia.

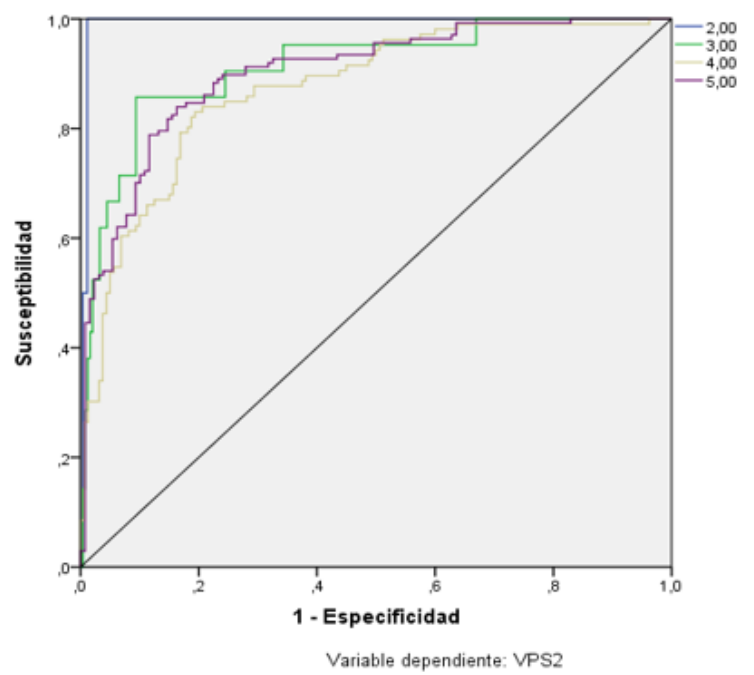
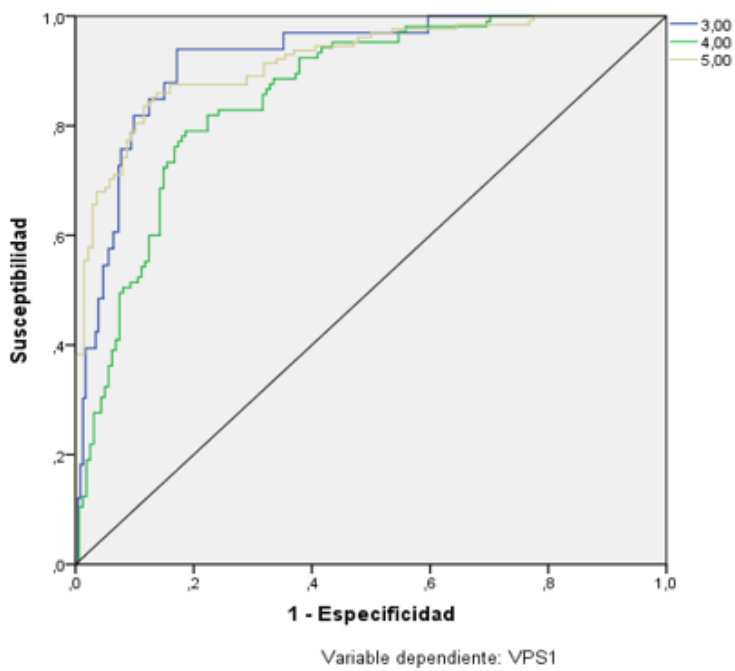
Figura 5. Curvas COR para el valor percibido.

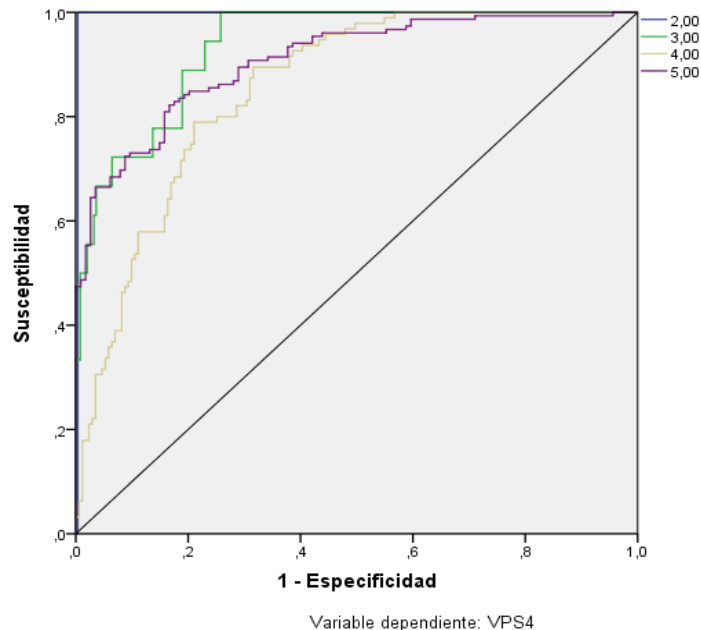
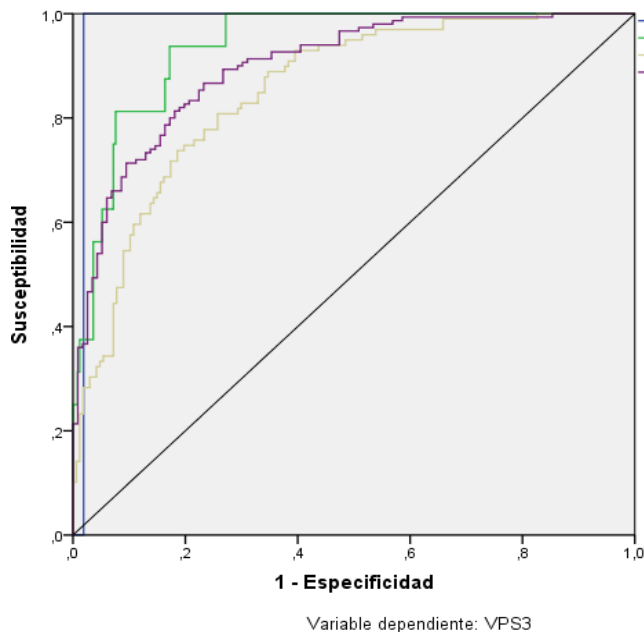




Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Curvas COR para el valor percibido





Fuente: Elaboración propia

Los valores conseguidos a través de la evaluación del algoritmo de aprendizaje de la RNA y los valores del área bajo las curvas ROC se pueden representar en la tabla 6. En este caso, los valores de salida están marcados en gris, indicando que ha sido el valor más ajustado y con el error mínimo.

Tabla 6. Áreas bajo la curva COR para las calificaciones del valor percibido

Área debajo de la curva					
variable dependiente	Curva	Área	variable dependiente	Curva	Área
VP1	1	0,86	VPS1	1	sin valor
	2	0,79		2	sin valor
	3	0,78		3	0,921
	4	0,72		4	0,858
	5	0,89		5	0,919
VP2	1	0,97	VPS2	1	sin valor
	2	0,83		2	0,992
	3	0,82		3	0,913
	4	0,78		4	0,873
	5	0,9		5	0,901
VP3	1	0,92	VPS3	1	sin valor
	2	0,73		2	0,981
	3	0,84		3	0,937
	4	0,77		4	0,852

	5	0,9		5	0,898
VP4	2	0,81	VPS4	2	0,996
	3	0,91		3	0,934
	4	0,8		4	0,854
	5	0,89		5	0,907

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, el modelo creado de RNA, responde a la clasificación de factores e importancia de las variables sobre la influencia de las salidas de valor percibido en el modelo. Las diez variables más importantes para el modelo están subrayadas, tal como se ilustra en la tabla 7.

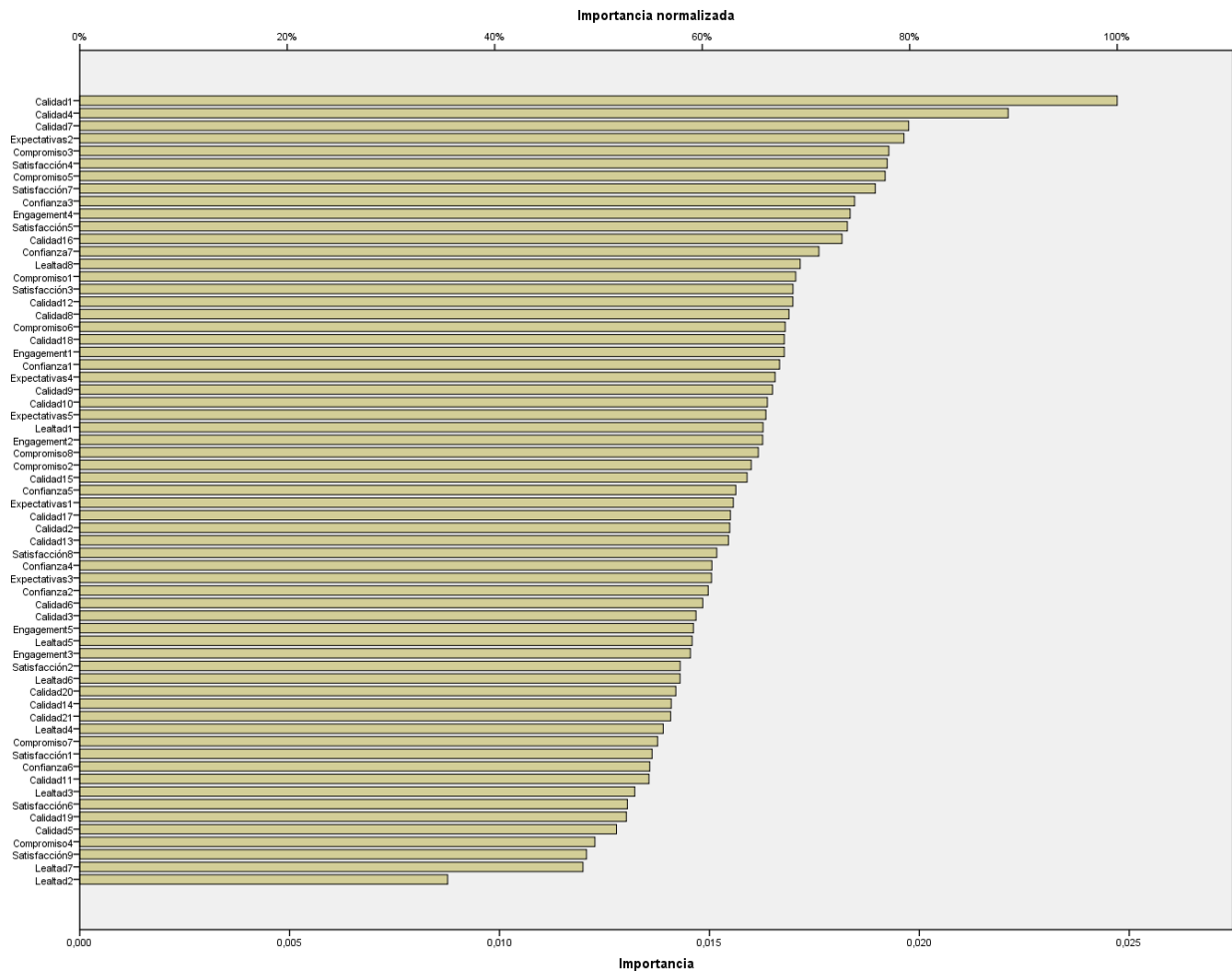
Adicional, la figura 7 presenta la clasificación en orden de importancia de las 63 variables independientes tenidas en cuenta para el modelo RNA.

Tabla 7. Importancia de las variables independientes en el modelo RNA

Importancia de las variables independientes			
Código variable	Explicación	Importancia	Importancia normalizada
FIA1	Cuando la Liga promete hacer algo en cierto tiempo para la organización de torneos y competencias, lo cumple	0,025	100,00%
FIA4	La Liga proporciona sus servicios en el momento en que promete hacerlo	0,022	89,50%
CR3	Los empleados de la Liga siempre están dispuestos a ayudar a los clubes	0,02	79,90%
EXP2	Disposición de dar un servicio rápido y ayudar a los clubes	0,02	79,50%
CMP3	El Club está muy comprometido con la relación que tiene con la Liga	0,019	78,00%
SAT4	El Club está satisfecho con el tiempo de respuesta de la Liga	0,019	77,80%
CMP5	El Club tiene sentimientos positivos frente la Liga	0,019	77,60%
SAT7	El Club está satisfecho con los esfuerzos que la Liga está haciendo con el Club	0,019	76,70%
CFZ3	El Club puede confiar en los empleados de la Liga para resolver los problemas	0,018	74,70%
EG4	Existen vínculos estrechos entre la Liga y la concepción de nuestro Club	0,018	74,30%
SAT5	El Club está seguro de que fue una buena decisión obtener servicios con la Liga	0,018	74,00%
EM4	Los empleados de la Liga entienden cuáles son las necesidades del Club	0,018	73,50%
CFZ7	El Club cree que la Liga es confiable	0,018	71,30%
LTD8	El Club trata de contratar la Liga para que le provea de todos los servicios que necesite	0,017	69,50%
CMP1	La Liga es la primera opción para el Club (en torneos y competencias)	0,017	69,50%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Importancia de las variables del diseño



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones y discusiones

El modelo de RNA propuesto resulta pertinente para explicar los factores que determinan el valor percibido en el caso de los clubes en una organización deportiva sin ánimo de lucro en la ciudad de Medellín. A través del estudio se logró mostrar que los clubes le dan mayor importancia a factores relacionados, en el orden de importancia, a la calidad de servicio, expectativas, compromiso, satisfacción, confianza y lealtad, lo que significa que el relacionamiento entre el proveedor de servicios y el cliente es más importante, en cuanto a su promesa de servicio en tiempos de atención y disposición de los colaboradores a brindar servicios con calidad y atención, y no tanto así para los elementos tangibles del negocio como instalaciones, pulcritud en los colaboradores o materiales asociados al servicio.

El valor percibido y sus resultados explicados en las curvas COR indican que es importante trabajar y mejorar aspectos relacionados con la calidad-precio de su servicio, costos-gastos causados a los clubes y visibilidad de clubes hacia el exterior en la participación de torneos y competencias. Al interior de la organización se deben generar estrategias sobre la calidad del servicio, para que la percepción subjetiva de esta se balancee con el precio

solicitado, sobre los costos y gastos causados al club, las estrategias estarían enfocadas en la intervención al interior de la organización mejorando, flexibilizando y optimizando procesos y tareas. Finalmente, si se producen estrategias de visibilidad y efectos de red sobre los clubes y diferentes medios, los clientes clubes percibirán una mayor difusión y por lo tanto, recomendarán al proveedor del servicio en términos positivos.

Sobre la herramienta utilizada es importante aclarar que dentro del método de aplicación de las redes neuronales, existe una desventajas y es el hecho que no hay un procedimiento único conocido que garantice que las soluciones globales encontradas, logren para el problema, encontrar una configuración de pesos sinápticos que minimice el criterio de error, por lo tanto uno de los múltiples mínimos locales posibles es obtenido a través de una de las muchas reglas propuestas en la literatura. Por otro lado, como bien se ha explicado las redes neuronales artificiales son una simplificación del proceso biológico y el modelo creado no captura la dinámica ni las propiedades espacio temporales, las cuales son importantes en el proceso biológico. No obstante, como ya se ha mencionado las redes neuronales artificiales pueden aproximar con exactitud diversos tipos de relaciones complejas (Lao & Caridad, 2017), pero con sus claras limitantes.

6. Referencias

- Arroyo, I. (2013). *Evaluación de dos técnicas de reconocimiento de patrones para su implementación en el simulador de pilotaje automatico de taller del STC metro de la ciudad de México*. Universidad tecnológica de la Mixteca.
- Blanco, A., Pino-Mejías, R., Lara, J., & Rayo, S. (2013). Credit scoring models for the microfinance industry using neural networks: Evidence from Peru. *Expert Systems with Applications*, 40(1), 356–364. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.07.051>
- Domínguez, E., & Gonzalez, R. (2002). *Análisis de las curvas Receiver Operating Characteristic: un método útil para evaluar procedimientos diagnósticos*. *Revista Cubana Endocrinología* (Vol. 13). Retrieved from http://bvs.sld.cu/revistas/end/vol13_2_02/end10202.pdf
- El-Adly, M. I. (2018). Modelling the relationship between hotel perceived value, customer satisfaction, and customer loyalty. *Journal of Retailing and Consumer Services*, (xxxx), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.07.007>
- Fripp, G. (2019). Understanding the SERVQUAL Model - The Marketing Study Guide. Retrieved April 15, 2019, from <https://www.marketingstudyguide.com/understanding-the-servqual-model/>
- Garza, E., Abreu, J. L., & Badii, M. H. (2008). Mejoramiento de la calidad de servicios mediante el modelo de las discrepancias entre las expectativas de los clientes y las percepciones de la empresa. *International Journal of Good Conscience*, 3(1), 1–64. Retrieved from www.daenajournal.org
- Geem, Z. W., & Roper, W. E. (2009). Energy demand estimation of South Korea using artificial neural network. *Energy Policy*, 37(10), 4049–4054. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.04.049>
- Henao, L., & Tavera, J. (2017). *Calidad de servicio, satisfacción y antecedentes de la lealtad hacia las empresas de telecomunicaciones en Colombia*. Ciudad de México. Retrieved from <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xxii/docs/13.03.pdf>
- Hernández-Orallo, J. (2013). ROC curves for regression. *Pattern Recognition*, 46(12), 3395–3411. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2013.06.014>
- Iqbal, R., Doctor, F., More, B., Mahmud, S., & Yousuf, U. (2018). Big data analytics: Computational intelligence techniques and application areas. *Technological Forecasting and Social Change*, (December 2017), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.024>
- Kigami, J. (2001). Mathematical Background (pp. 196–211). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511470943.008>
- Kuzey, C., Uyar, A., & Delen, D. (2014). The impact of multinationality on firm value: A comparative analysis Of machine learning techniques. *Decision Support Systems*, 59(1), 127–142. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2013.11.001>
- Lao, O., & Caridad, M. (2017). Procedimiento para el pronóstico de la demanda mediante redes neuronales artificiales. *Ciencias Holguín*, 23(1), 1–18.

- Leshno, M., & Spector, Y. (1996). Neural network prediction analysis: The bankruptcy case. *Neurocomputing*, 10(2), 125–147. [https://doi.org/10.1016/0925-2312\(94\)00060-3](https://doi.org/10.1016/0925-2312(94)00060-3)
- Matsumoto, R. (2014). Desarrollo del modelo Servqual para la medición de la calidad del servicio en la empresa de publicidad Ayuda Experto. *Revista Perspectivas*, (34), 181–209. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332014000200005
- Mejía, D., & Toro, E. (2004). Pronóstico de ventas usando redes neuronales. *Scientia et Technica*, 10(26), 25–30.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). *A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research*. Source: *The Journal of Marketing* (Vol. 49). Retrieved from https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2491773/mod_resource/content/1/Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research.pdf
- Ruiz-Molina, M. (2009). Valor percibido, actitud y lealtad del cliente en el comercio minorista. *Universia Business Review*, 1698(5117), 112–117.
- Serrano-Cinca, C. (1996). Self organizing neural networks for financial diagnosis. *Decision Support Systems*, 17(3), 227–238. [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(95\)00033-X](https://doi.org/10.1016/0167-9236(95)00033-X)

The use of correlation and cluster analysis aiming to identify similarities in an innovation diagnosis model

Luís Filipe Serpe

Universidade Federal do Paraná – UFPR – PPGADM – Paraná - Brazil
luisfserpe@gmail.com

Itamir Caciatori Junior

Universidade Federal do Paraná – UFPR – PPGADM – Paraná - Brazil
itamircj@gmail.com

Eziel Gualberto de Oliveira

Universidade Federal do Paraná – UFPR – PPGADM - Paraná - Brazil
eziliveira@gmail.com

Abstract

This article focuses on the relevance of innovation activities to micro and small enterprises; the model proposed by Serpe (2014) and adapted from Reis (2012) is used to evaluate the degree of implementation of innovation activities in a set of companies in a specific sector. This article deals with the evaluation of innovation in Small and Medium Enterprises, sector X. The study starts with the elaboration of a diagnostic model proposed by Serpe (2014), adapted from the model of Reis (2012). Initially developed from a qualitative methodology, in this article we evaluate the relevance of different innovation activities from several dimensions through quantitative techniques. The article aims to propose the use of a statistical tool to verify the similarity and dissimilarity between the answers obtained in the companies concerning the innovation activities contained in each evaluation dimension.

Key-words

Innovation Management; MPE's; innovation dimensions; innovation model; cluster analysis.

1. Introduction

Innovation is critical for the development of Small and Medium Businesses (SMEs). In order to implement an innovation, one must always observe the concept of commercial return, one of the focal points of innovation. (Huisman & Cort, p.1, 2003).

When working on innovation in small and medium-sized enterprises, Santos, Alves and Almeida (2007) indicate that SMEs make up an essential part of national production. However, there are few efforts to understand their difficulties and develop solutions to this group of companies. Innovation in SMEs depends on customers judgment on the paths the company must follow, and thus the demand contributes as a vital source of information.

In this line, Kuandykov and Sokolov (2010) admit that one of the most fundamental sources of information and dissemination of innovations occurs informally, in a communicative process between clients, where mass advertising has a more limited role. Rothwell and Zegveld (1982) indicate that the size of a firm can indirectly affect the outcome of an innovation process. This occurs indirectly because other factors are linked to the system, such as the type of industry and the incentive for a given sector.

As noted by Ettlíe and Rubenstein (1987), small companies have high production flexibility. This means that they can adapt to the most diverse external scenarios. Thus, when observing the influence of external actors, such as suppliers and competitors, it can be seen that there is a high capacity for adapting to external contingencies, which is an advantage for small and medium-sized enterprises.

Gunday, Ulusoy, Kilic and Alpkan (2011) explain the urgency of considering the type of innovation, the scope (scope) and which actors are involved in the study. In order for an innovation to be established and to allow the generation of value, there must be an alignment of interests among all the authors who participate in the process, and who in some way have their share of the process contribution. Moreover, according to the authors, there must also be a consensus regarding the meaning of an innovation, that is, conceptual agreement.

Thus, considering what we described in this topic, we can observe some pertinent questions: the importance of innovation for organizations in general; the diversity of innovation concepts for different organizations; the latent advantages and difficulties of SMEs in identifying innovations.

2. Theoretical background

In the theoretical background, we observed the critical themes for this study: management of innovation in microenterprises and the dimensions of innovation. The first topic describes the authors and articles used in the topic of innovation in microenterprises, which helps in the justification of why it is fundamental to analyze the innovation process in these organizations.

2.1 Concepts of Innovation Dimensions and Innovation Activities

We based our concept of innovation dimensions on a proposal for the evaluation of innovations in small companies, developed by Reis (2012). This study subdivides the innovation diagnosis process into six aspects: Method; Environment; People; Strategy; Leadership and; Results. For each of these dimensions corresponds to some questions that seek to verify the prospect of innovation for each dimension.

Regarding the concept of innovation activities, or groupings of activities, they were developed by Serpe (2014), and consider sets of activities corresponding to each dimension of evaluation as highlighted above. In other words, the model initially developed by Reis (2012), with the six overall dimensions of evaluation, was adapted in the sense that each of the proposed dimensions encompasses four sets of activities (or groupings) of activities, developed based on the researched literature especially in the Organization for Economic Co-operation and Development [OECD] (2010).

2.2 Innovation management

About the process of Management of innovation in MPE's, we applied the meta-synthesis search procedure as proposed by Hoon (2014). Thus, in the articles evaluated, we extracted the aspects necessary for the conceptualization of innovation and its relationship with the specificity of SMEs. In this way, the theoretical framework that sustains the starting question and that guides the present work remains. We explained these points in Table 1.

Table 1. The main emergent approaches in the selected studies

Authors	Context	Innovation Approach	Management	SME approach
Saraceni, Resende, Serpe and Andrade (2015)	Discussion of the clustering process of organizations as a generator of innovation advantages. Comparison with small isolated companies and results in innovation indices.	Dissemination of ideas, skills, knowledge and information about a given process. Creation of advantages in competitiveness and maintenance in the market.		Small organizations organized in productive clusters, to build competitive advantages in relation to large international organizations.
Hernández, Montoya and Martínez (2014)	Diagnostic development for manufacturing in Colombian SMEs. Analysis of the Latin American context for innovation in SMEs.	Deployment of innovation systems in manufacturing using the concept of "learning process", or building skills to sustain Innovation Management		Difficulties of SMEs in developing strategies, portfolio management, processes and metrics for innovation. SMEs can not create a local knowledge base.
Figueiredo and Piana (2017)	An examination of how capital-intensive SMEs accumulate innovative and technological capabilities and the types of innovation used by capital-intensive firms in the context of the Brazilian mining industry.	Construction of innovative capabilities in SMEs through knowledge resources that enable the generation and management of technological change through skills, knowledge and experience.		Flexibility and adaptability of SMEs to build alliances with larger groups in order to foster the process of market diversification in local companies.
Martínez-Román, Tamayo and Gamero (2017)	Study in companies of Andalusia (Spain) in order to verify the impact of innovation as a factor that shows the local competitive advantages.	Association between innovation performance and local organizational characteristics and organizational environment. Analysis of contextual elements in the innovation process.		Difficulties faced by SMEs in the construction of internal competences due to the distance between these organizations and the knowledge produced in research centers.
Figueiredo and Piana (2016)	Exploration of learning connections and the role of government policies in maintaining these links.	Building local innovation capacities and establishing networks for the dissemination of knowledge and processes of organizational learning for innovation.		The difficulties of small businesses associated with the absence of horizontal links of cooperation with universities and with other organizations.
Löfqvist (2017)	Study of three small enterprises and the development of product innovation.	Product innovation as an incremental innovation process, through the observation of information obtained directly in the market.		Flexibility, agility and responsiveness of small and medium-sized companies, as well as decision-making, facilitated communication and proximity to consumers.
Edwards (2016)	Study of a medium-sized organization that presented the need to develop and launch new products.	Development of competencies in innovation in order to serve niche markets. The use of local advantages allows competition with large organizations.		The development of innovation in SMEs depends on the development of capacities and internal competencies in the management process of Innovation in the medium and long term.

Source: The authors (2019).

3. Methodology

The model developed by Reis (2012) contemplates six dimensions. The author subdivided these dimensions into four groups of activities each, totaling 24 activities of innovation. This model, based on the description of the literature and the characteristics of the microenterprises researched, gathered in a database, allowed the specification of the content of these activities, in each dimension.

This article proposes to fill a methodological gap, regarding the verification of the importance or relevance of each activity in its dimension of analysis, or possibly to which dimension it belongs. Thus, this article aims to propose the use of a statistical tool to verify which innovation activities are most relevant to each dimension of evaluation, verifying similarities between the answers obtained during the research.

Initially, we elaborated a database from six dimensions of Innovation: Method; Environment; People; Strategy; Leadership and; Results. Next, a cluster analysis was applied, in order to observe the proximity between the responses of clusters of innovation activities.

The data to feed the system and obtain the clusters were obtained during the previous qualitative research (Serpe, 2014), and refers to a scale that addresses degrees of intensity of application of each innovation activity in the companies surveyed. Thus, it approaches a semantic differential scale, of ordinal type.

The degrees of "deployment of innovation activities" used in this study are: Non-existent; Survey; Selection; Appropriation of resources and; Implementation. It is essential to highlight that we also extracted these degrees of implementation from work developed by Reis (2012), which includes the six evaluation dimensions already highlighted in this article. Thus, each innovation activity present in each dimension receives a score, which indicates the positioning of the company in each stratum.

This database, describing these degrees of intensity of application of innovation activities, is part of the researcher's files and database. This facilitates its use in Statistical Software R, developed by the R Development Core Team (2008), where we performed the analysis. We demonstrate a model of the structure of company location within each of the phases in Table 2.

Table 2. Innovation development levels/intensity

Process maturity degree					
Dimension	Non-existent	Setting-up	Selection	Appropriation of Resources	Implantation
Innovation activity	1	2	3	4	5
Activity 1					
Activity 2					
Activity 3					
Activity 4					
Sub Total					
Activity level					

Source: Serpe (2014)

For each of the dimensions of innovation highlighted in the literature, we identified four clusters of innovation activities, also sought in the innovation literature, especially in the OECD (2005), as already highlighted in the article. These activities are constituted by actions directly related to the content of the dimension itself, and therefore are subdivisions for the operationalization of each of the dimensions.

The data collection instrument seeks to identify, within each dimension and in its related activities, the company's location regarding the degree of maturity of the process, or "implementation of innovation activities" as described by Reis (2012) and already highlighted above.

Therefore, Table 2 presents an example of how the scores of each company are identified, concerning their positioning within each cluster of innovation activities. Thus, each company has a result for each of the six dimensions. We grouped these dimensions into tables

representing all the companies surveyed, with the presentation of the correct scores obtained.

As for the scale used, since it is a semantic differential scale, where it is not possible to determine the distance between each of the phases or degrees of maturity, it is characterized as an ordinal scale.

From the scores obtained by the 11 companies in each dimension of the study, a correlation and cluster analysis can be carried out, in order to verify the proximity between clusters or innovation activities.

The analysis and discussion of the data thus intend to verify the degree of similarity in the answers obtained, so that, in future works, search the reasons for there is heterogeneity or homogeneity in the answers.

We noted that the identification of similarities between two or more clusters or innovation activities does not indicate that they have a higher degree of innovation implantation, but greater proximity in the responses obtained.

Clusters of innovation activities that have more disparate responses to the other groups could thus demonstrate a shift in the content of that cluster relative to the whole cluster. Moreover, this is where the proposal of the article is inserted: to search the clusters and to verify which, or which groupings, have a greater distance of the complete set of activities of the analyzed dimension.

4. Data analysis and discussion

For the analysis of innovation activity groupings in each dimension, a correlation was performed between the clusters of activities, using the Statistical Software R (2008). We performed the analysis of clusters to observe the behavior of the answers obtained in each dimension, analyzing the similarities and dissimilarities of responses among the companies surveyed.

Statistical methods, according to Hair, Black, Babin, Anderson and Tatham (2009), should not be used without conceptual support. In the present case, only the discovery of groups among the data did not validate the existence of these groups. This validation requires analysis of the conceptual basis for validation of the most potentially relevant clusters.

Also known as the art of finding groups in data, as emphasized by Kaufman and Leonard (2009), cluster analysis in the concept of Hair et al. (2009) is similar to factorial analysis. However, while factorial analysis performs groupings based on correlations, cluster analysis performs clustering based on distance (proximity). One of the goals is to give meanings to the data collected by a researcher, for example. If a large number of observations are collected, we can group them according to the meaning intended to be given to them, a reduction in this case.

Thus, the author adds that cluster analysis involves three basic questions: the way of measuring similarity; the method of forming the clusters and; the number of groups to be formed. As for data collection and classification of the technique, Kaufman and Leonard (2009)

add that, in general, selection of "good" variables is a non-trivial task and may involve some attempts and errors (besides knowledge of the subject and common sense). Thus cluster analysis can be considered an exploratory technique.

The technique for analysis was the Spearman correlation (Sampieri, Collado & Lucio, 2006). For Kaufman and Leonard (2009), the main difference between the Pearson coefficient and the Spearman coefficient is that, while the former seeks a linear relationship between the variables, the Spearman coefficient looks for a non-parametric relation. For this reason, this coefficient is more useful

when it comes to the use of an ordinal scale, as is the case in the present research.

The grouping, according to Kaufman and Leonard (2009), begins with the assumption of n objects to be grouped by two input structures, the first representing objects by their measures or attributes (eg weight, color, sex, etc.) and the second structure, by a collection of proximities available for all pairs of objects. We classified these two types of proximities as dissimilarities, which represent how far apart are two objects from each other, and similarities, which refer to how much these objects are similar to each other.

The descriptions of these groupings begin with the construction of an array of type $n \times p$, where the lines correspond to the objects and the columns to the attributes. Thus, in each dimension, the first table with the results for the 11 companies surveyed, the correlation table and the Dendrogram graph for the groupings of clusters found are presented.

We used the Canberra distance to obtain the absolute values of the analyzes and to verify the distances between the results obtained in the groupings, as pointed out by Jurman, Riccadonna, Visintainer and Furlanello (2009). After exposing the data in each dimension, a discussion about the correlations and results presented in the dendrogram is made, showing the groupings of activities with more disparate and less disparate answers. As shown in Table 2, the scores obtained in the following tables refer to the positioning of each company in each cluster or innovation activity in a specific dimension, as follows: None (1); Survey of resources (2); Selection of resources (3); Appropriation of resources (4) and; Application of resources (5).

4.1 Dimension Method

In the Method dimension, issues such as the use of systems and tools that support the systematic and continuous development of innovation internally within organizations are involved (Serpe, 2014; Reis, 2012). We demonstrate the scores in Table 3 and the Correlation Values in Table 4:

Table 3. The score obtained by the companies in Dimension Method

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Group 1	1	2	2	3	3	5	3	2	3	3	2
Group 2	5	4	3	5	5	5	3	4	2	3	3
Group 3	5	5	3	3	5	5	3	3	2	4	5
Group 4	1	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2

Source: Serpe (2014).

Table 4. Correlation values to the groups in Method

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1	1.00	0.1148931	-0.03116641	-0.05053987
Group 2	0.11489313	1.00	0.55630390	-0.42098457
Group 3	-0.03116641	0.5563039	1.00	-0.63950946
Group 4	-0.05053987	-0.4209846	-0.63950946	1.00

Source: The authors (2019).

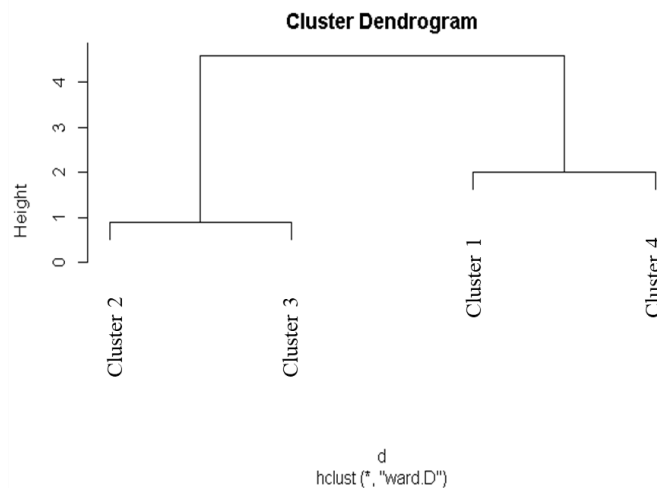
In the Method Dimension, we observed a low overall correlation, although this is most critical in Activity Cluster 1 due to the negative correlation between clusters of innovation activities. Cluster 1 refers to follow-up of applied improvements, with risk assessment, results and learning through errors (Serpe, 2014).

The central point is the accomplishment of a follow-up of the accomplishment of the activities, with notes on the faults and mistakes made, allowing the later correction and readaptation.

Due to the prospect obtained in Table 4, this grouping has low adherence, being displaced in relation to the set of activities of the dimension Method, and, therefore, could be rethought or eliminated in a later revision of the model. Groups 2, 3 and 4 remain, which refer respectively to:

(2) development of methods and techniques that encourage the creation of innovations from the suggestion of the Workers; (3) development of product quality, such as utility (functions), improvements in product design (use of graphic designs); (4) purchase of new machinery, new materials and organization of the company (layout) suitable for production by projects (Serpe, 2014). The Graph 1 shows an alternative representation of the results:

Graph 1. Cluster Dendrogram for the dimension Method



Source: The authors (2019).

According to the observation of Graph 1, we emphasized that there is greater proximity between groups 2 and 3, which have more similar responses concerning the other groups. This greater homogeneity of responses may suggest greater proximity between the characteristics described in clusters 2 and 3, suggesting that the other groups are more distant and heterogeneous in their results.

4.2 Dimension Environment

Within the Environment dimension, issues related to the creation, promotion and maintenance of an environmental and relationships structure that foster or encourage the creation of innovation in organizations are involved. (Serpe, 2014; Reis, 2012). We expose the results in Table 5 and Table 6:

Table 5. Scores obtained by companies in the Environment Dimension

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Group 1	1	2	3	2	4	2	2	4	2	3	3
Group 2	1	2	1	3	1	1	1	2	1	2	2

Group 3	2	2	3	2	2	5	2	2	4	3	2
Group 4	1	2	2	2	2	5	2	3	2	1	2

Source: Serpe (2014).

Table 6. Correlation values to the groups in the Environment

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1	1.00	0.3857584	-0.1895245	0.09021098
Group 2	0.38575837	1.00	-0.2982915	-0.13363062
Group 3	-0.18952451	-0.2982915	1.00	0.60729225
Group 4	0.09021098	-0.1336306	0.6072923	1.00

Source: The authors (2019).

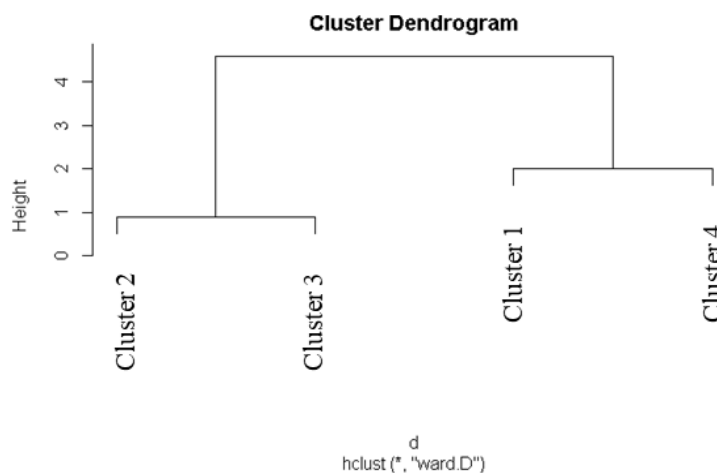
Through the analysis of Table 6, we observed that there is a low adherence of Group 1 with the other groups of activities of innovation for the Environment Dimension.

This grouping refers to the group of activities entitled creation of contribution spaces (for example, suggestions program) so that employees, customers and suppliers can contribute ideas that help in the company's innovation process, and that these contributions are evaluated by the Manager so that he can use them (Serpe, 2014).

This group is associated with issues such as activities related to stimulating the contribution of employees, such as the customers and suppliers contributions to innovation in the company.. Such grouping seems to be dislocated from the others and we could eliminate it in a later analysis of the diagnostic tool.

Groups 2, 3 and 4 remain, which refer respectively to: (2) use of activities to develop workers' creativity, allowing autonomy in decisions; (3) organization of the workplace in a way that allows the integration and interaction of people, improving communication between employees and manager; (4) use of part of the employees' work time to develop innovative activities and projects (Serpe, 2014). Graph 2 shows a visual representation of the results:

Graph 2. Cluster Dendrogram for the dimension Environment



Source: The authors (2019).

Graph 2 evaluation presents a case very similar to the first dimension: there is a significant similarity between the results obtained in clusters 2 and 3, indicating a greater homogeneity in the responses.

4.3 Dimension People

In the People dimension, we verified the process of attraction, development, retention, recognition system and rewards in Human Resources. The focus is on identifying, maintaining and learning competencies that sustain the innovation process (Serpe, 2014; Reis, 2012). Table 7 and Table 8 demonstrate the results:

Table 7. The score obtained by the companies in Dimension People

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Group 1	4	5	3	2	5	5	2	3	3	2	4
Group 2	5	2	3	2	2	5	2	3	2	2	2
Group 3	1	2	1	2	2	1	2	3	1	2	2
Group 4	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2

Source: Serpe (2014).

Table 8. Correlation values to the groups in People

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1	1.00	0.3711353	-0.20851441	-0.06944444
Group 2	0.37113525	1.00	-0.49580177	-0.11322770
Group 3	-0.20851441	-0.4958018	1.00	0.07819291
Group 4	-0.06944444	-0.1132277	0.07819291	1.00

Source: The authors (2019).

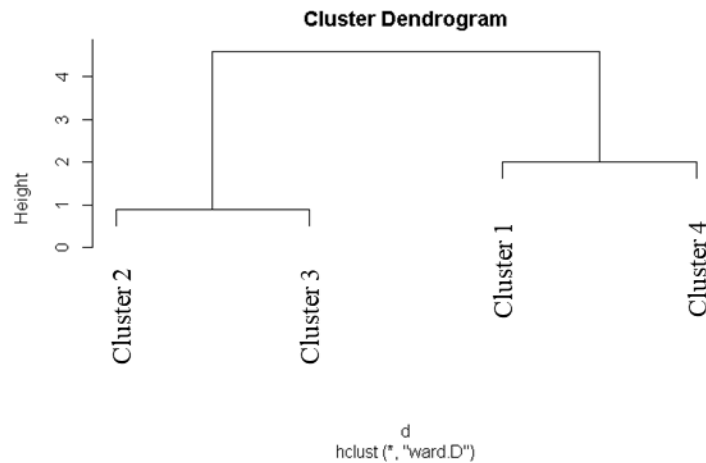
Employing the analysis of Table 8, group 4 presented the lowest adhesion with the other groupings of activities, when analyzing the 11 companies surveyed.

Thus, group 4 of innovation activities, for the People Dimension, could be eliminated, by the exclusion criterion associated with its adherence, of this dimension, thus reducing the size of the dimension to three activities only.

It is important to note that group 4 refers to the existence of financial and non-financial incentives to workers who have made suggestions on innovation, and who have worked (Serpe, 2014). This group involves activities related to the financial incentive of workers that do not come from the distribution of profits.

Clusters 1, 2 and 3 remain, which refer respectively to: (1) Hiring new employees, who already have experience and knowledge in the work to be performed; (2) Training of human resources or training of employees to carry out production tasks; (3) distribution of profits to employees according to their contribution in efforts to develop innovations in the company (Serpe, 2014). We represent the results of Table 8 in Graph 3:

Graph 3. Cluster Dendrogram of the companies for Dimension Peoples



Source: The authors (2019).

In this analysis, groupings of activities 1 and 4 have a lower homogeneity than groups 2 and 3. This corroborates with the information obtained in the correlation analysis, where group 4 obtained the lowest correlation levels in comparison to the others.

4.4 Dimension Strategy

In the Strategy dimension, we verified the mechanisms and strategic plans that address elements to promote a culture of innovation in order to create competitive advantages derived from the innovations that the companies implemented based on their strategic planning (Serpe, 2014; REIS, 2012). We demonstrate the results in Table 9 and Table 10:

Table 9. The score obtained by the companies in Dimension Strategy.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Group 1	3	5	4	3	3	5	3	3	3	5	4
Group 2	5	3	2	4	5	5	3	5	1	3	3
Group 3	3	3	2	2	5	5	2	4	2	2	2
Group 4	4	3	4	3	2	5	3	3	4	3	3

Source: Serpe (2014).

Table 10. Correlation values to the groups in Strategy

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1	1.00	-0.1101632	0.06584864	0.28571980
Group 2	-0.11016316	1.00	0.75079877	-0.10674401
Group 3	0.06584864	0.7507988	1.00	0.03681051
Group 4	0.28571980	-0.1067440	0.03681051	1.00

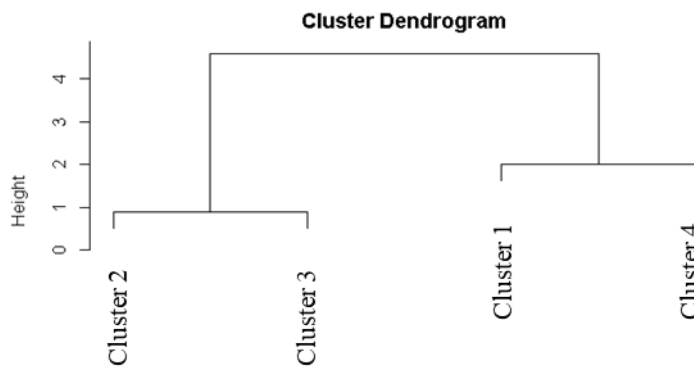
Source: The authors (2019).

By the analysis of Table 10, we perceived that there is more than one grouping with low adherence to the other groups of activities. However, cluster 4 appears to have a low degree of adhesion in general. This indicates greater distancing relative to the other groups, at least concerning the responses obtained.

Group 4 encompasses the activity of advertising (folders, TV, internet, radio), anticipating competition and seeking new market segments (such as other economic classes) (Serpe, 2014).

Clusters 1, 2 and 3 remain, which refer respectively to: (1) use of new marketing techniques; (2) speed in the distribution of the product to customers and; (3) realization of contact with partners who help in the innovation process. Moreover, according to Serpe (2014), these activities involves the knowledge of the existence of entities that assist in the process of implementation of innovation in companies, mainly in the technical personnel and financial support. Graph 4 shows a visual representation of the results:

Graph 4. Cluster Dendrogram for the dimension Strategy



d
hclust("ward.D")

Source: The authors (2019).

In the analysis of Graph 4, we again observe the greater proximity between activity clusters 2 and 3, with the other groups of activities having a greater distance from the answers obtained. This corroborates the results obtained in the correlation analysis, that is, the greater distance of the responses obtained in clusters 1 and 4.

4.5 Dimension Leadership

In the Leadership dimension, we observed how the entrepreneur/owner acts in the execution of the innovation objectives. Also, there are activities focused on decision-making in innovation, in order to promote and implement a Strategic Management of Innovation and competitiveness (Serpe, 2014; REIS, 2012). We exhibit the results in Table 11 and Table 12:

Table 11. The score obtained by the companies in the Dimension Leadership

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Group 1	5	3	3	2	2	5	2	3	2	2	2
Group 2	3	4	2	3	3	4	3	2	3	2	2
Group 3	1	1	1	1	2	3	2	2	1	3	2
Group 4	1	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2

Source: Serpe (2014)

Table 12. Correlation values to the groups in Leadership

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1	1.00	0.41478068	0.04950738	-0.5416026
Group 2	0.41478068	1.00	-0.09240617	-0.2106059
Group 3	0.04950738	-0.09240617	1.00	-0.4021998
Group 4	-0.54160256	-0.21060588	-0.40219983	1.00

Source: The authors (2019).

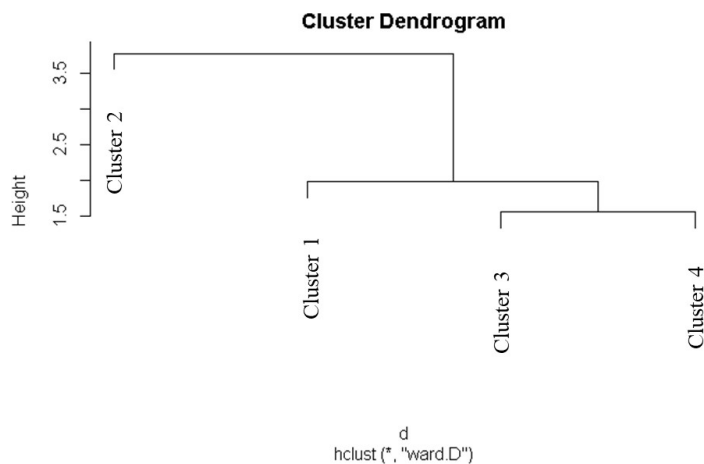
Analyzing Table 12, we observed the low adhesion again to Group 3, where all correlations are negative, demonstrating the low degree of adhesion of the cluster in comparison to the whole set.

Group 3 refers to activities such as affiliation/cooperation with trade associations, trade unions, APL's, other institutions and companies, aiming at the development of innovation projects with these partners. Also shows the search for codified knowledge in the form of theoretical works in the production area of the company, such as scientific articles, international production standards, metrology and regulatory requirements (Serpe, 2014). In a later analysis, such a group could be withdrawn or reassessed, to reduce or simplify the system.

Clusters 1, 2 and 4 remain, which refer respectively to: (1) Signature of specialized newspapers and magazines in the production area of the company; (2) participation in fairs and conferences in the area, allowing access to new forms of production and market trends regarding product and materials used and; (4) activities that involve targeting, targeting, and resource separation (budgeting) designed and aligned to achieve innovation (Serpe, 2014).

Here, we have issues such as the creation and definition of activities to develop the objectives and targets that will guide all the operations carried out by the company and the definition of the resources to be used in innovation improvements, such as financial, material and human resources, necessary for compliance of activities. Graph 5 shows the visual results of the analysis:

Graph 5. Cluster Dendrogram for the Dimension Leadership



Source: The authors (2019).

Here it is observed that there is a substantial similarity between groups 3 and 4, and the two with group 1. Conversely, correlation analysis shows that group 2 is the one that has the most significant distance from the others.

4.6 Dimension Result

In the Results dimension, we verify the exit activities resulting from innovations already implemented in the organization. The literature describes these activities such as possible improvements in innovation also made by the entrepreneurs that can generate significant positive results on the overall performance of the organization (Serpe, 2014; Reis, 2012). Table 13 and Table 14 demonstrate the results to Dimension Result:

Table 13. Score obtained by the companies for the Dimension Result

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Group 1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1
Group 2	2	2	2	2	4	5	3	2	4	2	2
Group 3	4	3	3	2	3	5	3	3	3	3	3
Group 4	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2

Source: Serpe (2014).

Table 14. Correlation values to the groups in Result

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1	1.00	0.6829480	0.8032193	0.2631174
Group 2	0.6829480	1.00	0.5485570	-0.0838579
Group 3	0.8032193	0.5485570	1.00	0.5987995
Group 4	0.2631174	-0.0838579	0.5987995	1.00

Source: The authors (2019).

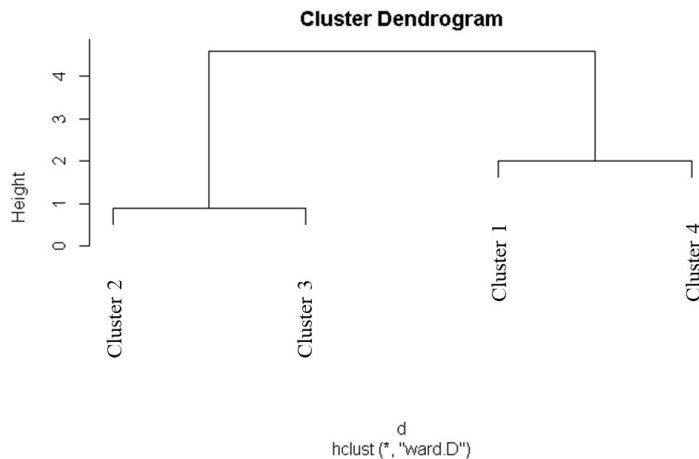
Using the analysis of Table 14, we observe that, for the Results dimension, the highest values of adherence among the clusters of activities were generally obtained, showing that there are substantial cohesion and coherence among the activities listed in the dimension.

However, obeying the simplification criteria of the model within the objective of the article, group 4 has the lowest adherence and should be re-evaluated or restructured for use in future research.

Group 4 refers to the creation of a method to evaluate mistakes made, with learning and correction of faulty parts (Serpe, 2014). It involves the follow-up of the innovation project execution process, with the annotation of the failures occurring, when they differ from the planned, that is, when the execution goes beyond the scope of the initial project.

Clusters 1, 2 and 3 remain, which refer respectively to: Existence of a method to verify that the results obtained with the innovations were achieved; Implantation of full, budgeted and managed plans/projects and; Focusing on innovations to reduce production costs and increase profitability. (Serpe, 2014). Graph 6 shows the Dendrogram of the results:

Graph 6. Cluster Dendrogram for the Dimension Result



Source: The authors (2019).

Corroborating the information obtained in the correlation analysis, we can observe that the clusters that obtained the highest similarity were 2 and 3, again showing that there is a greater distance in the responses obtained in clusters 1 and 4.

5. Conclusions

In this work, we selected a group of innovation activities for exclusion, which seems to have less relation to the general meaning and conceptualization of that specific dimension.

An important point to be addressed here is that, when crossing the information obtained in the analysis of correlation with the formation of the clusters, we observed that in five of the dimensions, the heterogeneous groupings coincide with the groupings that have the lowest correlation in general, indicating so that groupings of activities obtained more heterogeneous responses.

We noted, however, that cluster correlation and analysis was used because of the small number of the sample used, and that more robust methods, such as factorial analysis, would require a larger sample. Even so, the statistical methodology used here provides a way to demonstrate the cohesion between component activities in each dimension of Innovation assessment. This methodology also can serve as the basis for a review or test of requirements methodology that involves activities consistent with the definition used in each dimension.

Although only the use of correlation and clustering may be insufficient, the objective of the article was reached, e.g., the use of a statistical tool that helps characterize the activities used in each dimension, and the simplification of a diagnosis model in Innovation.

The proposal is that future work can explore the reasons for the heterogeneity between responses in clusters of activities that are more distant from each other or have a lower correlation in responses to other groups.

Acknowledgments

This work was carried out with the support of the Coordination of Superior Level Staff Improvement- Brazil (CAPES) - Financing Code 001.

6. References

- Edwards, T. V. (2017). SME Innovation: a case study. International Annual Conference of the American Society for Engineering Management, ASEM 2017. Huntsville; EUA;
- Ettlie, J. E., & Rubenstein, A. H. (1987). Firm size and product innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 4(2), 89-108.
- Figueiredo, P. N., & Piana, J. (2016). When “one thing (almost) leads to another”: A micro-level exploration of learning linkages in Brazil's mining industry. *Resources Policy*, 49, 405-414.
- Figueiredo, P. N., & Piana, J. (2018). Innovative capability building and learning linkages in knowledge-intensive service SMEs in Brazil's mining industry. *Resources Policy*, 58, 21-33.
- Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K., & Alpkan, L. (2011). Effects of innovation types on firm performance. *International Journal of production economics*, 133(2), 662-676.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora.
- Hernandez, M. C., Montoya, M. V., & Martínez, J. F. (2014). Development of a model for evaluating the npd process in SMEs: A Latin American experience. *Procedia CIRP*, 21, 449-454.
- Hoon, C. (2013). Meta-synthesis of qualitative case studies: An approach to theory building. *Organizational Research Methods*, 16(4), 522-556.
- Huisman, K. J., & Kort, P. M. (2003). Strategic investment in technological innovations. *European Journal of Operational Research*, 144(1), 209-223.
- Jurman, G., Riccadonna, S., Visintainer, R., & Furlanello, C. (2009). Canberra distance on ranked lists. In *Proceedings of advances in ranking NIPS 09 workshop* (pp. 22-27). Citeseer.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (2009). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis* (Vol. 344). John Wiley & Sons.
- Kuandykov, L., & Sokolov, M. (2010). Impact of the social neighborhood on the diffusion of innovation S-curve. *Decision Support Systems*, 48(4), 531-535.
- Löfqvist, L. (2017). Product innovation in small companies: Managing resource scarcity through financial bootstrapping. *International Journal of Innovation Management*, 21(02), 1750020.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2005). *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. Oslo: OECD.
- Martínez-Román, J. A., Tamayo, J. A., & Gamero, J. (2017). Innovativeness and its influence on growth and market extension in construction firms in the Andalusian region. *Journal of Engineering and Technology Management*, 43, 19-33.
- R Development Core Team (2008). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Serpe, L. F. (2014) *Proposta De Metodologia De Requisitos Para A Inovação Em Micro E Pequenas Empresas*. Master Degree Dissertation. UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná). Ponta Grossa, PR. REIS, Dalcio R. (2008) *Gestão da Inovação Tecnológica*. Barueri, SP: Manole.
- REIS (2012). *Caderno de Avaliação da Gestão da Inovação*. Prêmio Nacional da Inovação, Mobilização Empresarial pela Inovação.
- Rothwell, R., & Zegveld, W. (1982). *Innovation and the small and medium-sized firm*. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship.
- Sampieri, R. H.; Collado, C. F.; Lucio, P. B. (2006) *Metodologia da pesquisa*. (3th. ed). São Paulo: McGraw-Hill.
- Lemos da Silveira Santos, L., César Alves, R., & Nunes Tavares de Almeida, K. (2007). Formação de estratégia nas micro e pequenas empresas: um estudo no centro-oeste mineiro. *Revista de Administração de Empresas*, 47(4), 1-15.
- Saraceni, A. V., de Resende, L. M. M., Serpe, L. F., & de Andrade Junior, P. P. (2015). A comparative analysis between clustered and non-clustered companies using innovation indicators. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 155- 160.

Análisis de los patrones de adopción de una tecnología de teletrabajo en una unidad de una IES: Un modelo Basado en Agentes

Carlos Andrés Arbeláez Velásquez
Universidad de Antioquia, Facultad de ingeniería, Colombia
carlos.arbelaez@udea.edu.co

Santiago Quintero Ramirez
Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela de Ingenierías, Colombia
santiago.quintero@upb.edu.co

Resumen

Se presenta un modelo de difusión de la innovación basado en agentes que permite analizar mediante simulaciones los patrones de adopción de una tecnología de teletrabajo en una IES. El modelo se construyó siguiendo el proceso metodológico para la creación, validación y verificación de modelos propuesto por Sargent (2011; 2013) y adaptado por Uribe-Gómez y Quintero (2017). Las simulaciones realizadas producen curvas de adopción acumulada con formas sigmoideas que se aproximan a las observadas en la realidad. Los resultados obtenidos sugieren que la principal razón detrás de la fase de crecimiento rápido de las curvas de adopción observadas, es el incremento temporal de la utilidad que los potenciales adoptantes encuentran en la innovación, así como el aumento transitorio de la influencia externa que actúa sobre ellos.

Palabras clave

Difusión de la innovación, Modelación basada en agentes, Teletrabajo

1. Introducción

La teoría de la difusión de la innovación fue introducida por Everett M. Rogers en 1962 y definida como el proceso por el cual una innovación (sea una idea, una práctica o un nuevo producto) es comunicada por medio de determinados canales entre los miembros de un sistema social a través del tiempo (Rogers, *Diffusion of innovations.*, 1962). Es un campo interdisciplinario con raíces en la antropología (Wissler, 1915), la psicología (Tarde, 1903), la geografía (Hagerstrand, 1967), las ciencias políticas (Walker, 1969), la economía (Griliches, 1957), y el mercadeo (Arndt, 1967); que se podría considera como uno de los mecanismos más importantes de cambio social y tecnológico (Katz, Levin, & Hamilton, 1963).

El paradigma de la difusión de la innovación se estableció en 1943 con la publicación de los resultados de un estudio sobre semillas híbridas de maíz conducido por Bryce Ryan y Neal C. Gross, psicólogos rurales de la Universidad Estatal de Iowa (Ryan & Gross, 1943), en este paradigma se postula que los mercados están dominados por influencias sociales, como ocurre cuando las decisiones de un individuo dependen de decisiones que han tomado ya otros consumidores (Delre, Jager, Bijmolt, & Janssen, 2007), la premisa básica es entonces, que los nuevos productos, las nuevas ideas y las nuevas prácticas se propagan en gran medida a través de la comunicación interpersonal (Hagerstrand, 1967; Katz, Levin, & Hamilton, 1963; Ryan & Gross, 1943; Rogers, *Diffusion of innovations*, 1983; Valente & Rogers, *The Origins and Development of the Diffusion of Innovation Paradigm as an Example of Scientific Growth*, 1995; Valente & Davis, *Accelerating the diffusion of innovations using opinion leaders*, 1999; Valente, *Network models and methods for studying the diffusion of innovations*, 2005).

Dicha premisa fue ya incluida en la teoría de la difusión introducida por Rogers (1962) en uno de sus trabajos iniciales, en donde se explica que el número acumulado de adoptantes de una innovación en el tiempo, típicamente sigue una curva S en la que se pueden observar cuatro fases de crecimiento. Inicialmente la curva tiene un crecimiento lento que ocurre mientras las primeras personas adoptan la innovación, a este grupo clave de los llama innovadores. Luego se observa una fase de crecimiento un poco más rápido cuando otro grupo de personas adopta la innovación, a este grupo clave se le llama adoptantes tempranos. Después la curva se hace un poco más pronunciada mientras los miembros de la mayoría temprana y la mayoría tardía adoptan la innovación. Finalmente, la curva aumenta un ritmo más lento mientras los miembros del último grupo, los rezagados, adoptan la innovación. Esta clasificación de los adoptantes en grupos o categorías está basada en el grado en el cual un individuo o una unidad de adopción es relativamente proclive a la adopción de nuevas ideas con respecto a los otros miembros de un sistema social (Rogers, *Diffusion of innovations*, 2003).

La velocidad y el grado con el que una innovación se difunde, es decir la pendiente y la altura de la curva S asociada, está relacionada con diferentes factores, (Rogers, *Diffusion of innovations*, 1995) sostiene que la mayor parte de la variación en la tasa de adopción, entre el 49% y el 87%, se explica mediante cinco atributos de la innovación: Ventajas relativas, Compatibilidad, Posibilidad de observación, Complejidad y Posibilidad de ensayo.

En (Rogers, *Diffusion of innovations*, 2003) se conceptualiza sobre el mecanismo de adopción de los consumidores como un proceso, y se postula que las personas pasan por una secuencia de cinco estados para determinar si adoptan o rechazan una innovación: un estado de conocimiento, un estado de persuasión, un estado de decisión, un estado de implementación, un estado de confirmación

Los aportes realizados por Rogers proveen un rico marco conceptual que ha influenciado significativamente la investigación en difusión de la innovación, sin embargo no provee herramientas cualitativas de estudio para investigar la difusión de nuevos productos o para investigar el efecto de diversas variables estratégicas en el proceso de difusión (Kiesling, 2011). En este sentido, desde tiempo atrás se han desarrollado diferentes aproximaciones para tratar de capturar el proceso de difusión de la innovación de forma matemática, los cuales están principalmente representados en modelos cuantitativos que se pueden dividir según su enfoque en dos categorías: agregados y desagregados.

Los modelos agregados de difusión de la innovación típicamente están basados en una descripción matemática del flujo de individuos que se da entre dos poblaciones mutuamente excluyentes: adoptantes y no adoptantes (generalmente este flujo se describe mediante ecuaciones diferenciales); aunque esta categoría constituye la mayoría de la literatura disponible actualmente sobre modelamiento de difusión de la innovación, también existen aproximaciones desde la dinámica de sistemas que abordan la difusión de la innovación como un proceso dinámico desarrollado en un sistema complejo.

Los modelos desagregados de la difusión de la innovación abordan específicamente las decisiones de innovación a nivel de individuo, y determinan la respuesta de un mercado mediante la agregación o sumatoria de la demanda de consumidores individuales que no necesariamente son homogéneos y que no son meramente transmisores de información (Mahajan & Muller, 1979); en lugar de eso, toman decisiones deliberadamente de forma independiente. En este sentido, los modelos desagregados están mucho más basados en el comportamiento de los individuos que los modelos agregados que investigan la relación entre variables a un nivel macro.

Los modelos desagregados de difusión de la innovación se pueden dividir en tres

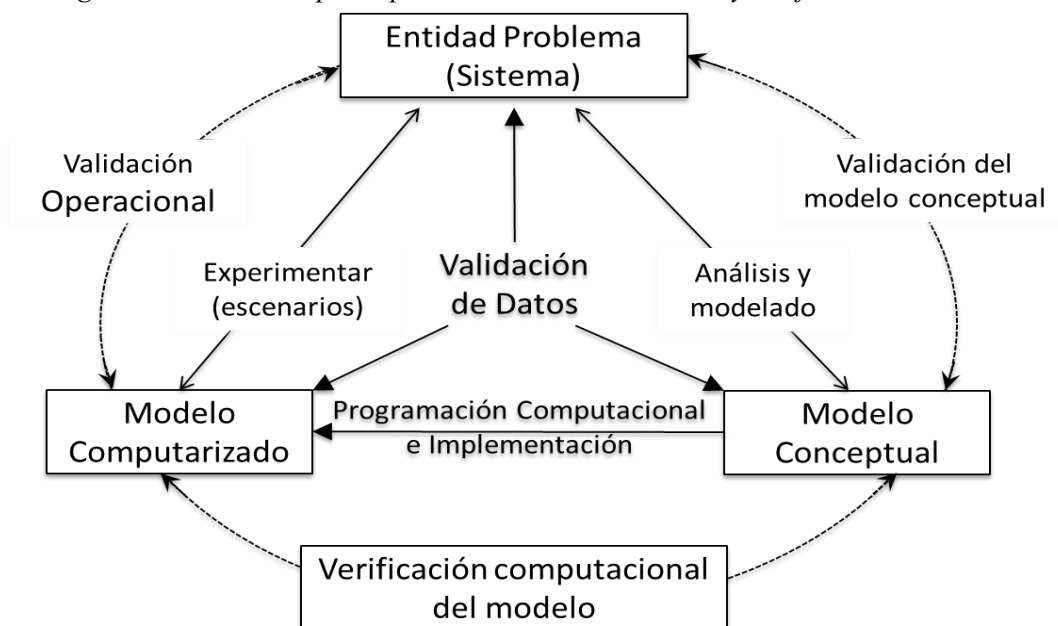
grandes categorías: modelos microeconómicos, modelos estocásticos de selección de marcas y los modelos de simulación basada en agentes (en adelante MBA) los cuales han aparecido más recientemente.

Este trabajo presenta la construcción de un modelo basado en agentes aplicado al análisis de la dinámica de la difusión de la una herramienta de teletrabajo denominada Sistema de Acceso Remoto a la oficina -SAROFI- en una unidad de una Institución de Educación Superior, y está organizado así: en la sección 2 se presenta el modelo desarrollado incluyendo una descripción los agentes, sus principales atributos, relaciones y reglas de decisión; en la sección 3 se presentan los resultados de simulación obtenidos; finalmente en la sección 4 se presentan las oportunidades de trabajo futuro.

2. Desarrollo del modelo

En el desarrollo de este trabajo se adoptó el proceso para la creación, validación y verificación de modelos ha sido propuesto por Robert G. Sargent (2011; 2013) y adaptado en (Uribe-Gómez & Quintero, 2017; Quintero Ramírez & Giraldo Ramírez, 2018). En la Figura 1 se muestra un esquema general del proceso base de la metodología utilizada, incluyendo sus principales elementos y relaciones.

Figura 1. Proceso adoptado para la creación, validación y verificación de modelos



Fuente: Adopción a partir de (Quintero Ramírez & Giraldo Ramírez, 2018)

A continuación se presenta una descripción de la forma en que los principales elementos mostrados en la Figura 1, fueron abordados en este trabajo:

En el contexto de este trabajo, la entidad problema corresponde a la dinámica del proceso de difusión de la herramienta -SAROFI- en una unidad académica específica de una institución de educación superior, es de anotar que dicha herramienta ya no se encuentra en operación, pues fue desplazada por la creciente oferta de servicios en la web y las herramientas de computación en la nube, sin embargo los autores cuentan con los datos que fueron

recolectados durante todo su proceso de difusión, desde su lanzamiento hasta su desmonte, lo que facilita el estudio del fenómeno. Cabe resaltar que el proceso de difusión se desarrolla en presencia una marcada homogeneidad de individuos, generada por la disparidad de actividades, perfiles, aspiraciones e intereses de los distintos actores de la comunidad académica, situación que realiza la pertinencia de que el proceso sea analizado a través de la MBA.

Con respecto al modelo conceptual, la tarea de análisis y modelado de la dinámica de la difusión de la herramienta -SAROFI-, se basó en el estudio de los datos recolectados durante el proceso de difusión y en el conocimiento que uno de los autores tuvo del mismo, al estar durante más de 7 años al frente del diseño, desarrollo, implementación, y despliegue de la herramienta SAROFI. Los principales componentes del modelo conceptual creado se presentan en las secciones 2.1 y 2.2.

2.1 Los agentes

Los agentes identificados en el modelo conceptual corresponden a los individuos que hacen parte de la población de la unidad académica específica en la cual se analiza el proceso de difusión, a estos individuos se les caracterizó y diferenció dentro de la población así:

Directivo: es el personal que ocupa cargos de dirección dentro de la unidad académica, decano, vicedecano, directores área y directores de programa entre otros.

Asociado: es el personal docentes de carrera que se encuentran en alguna de las categorías del escalafón profesoral, poseen un vínculo formal y permanente con la unidad académica, también se conocen como docentes de planta.

Ocasional: es el personal docente que es requerido transitoriamente por la unidad académica para un período inferior a un año, también poseen un vínculo formal como profesor, pero éste es temporal.

NoDocente: es el personal que desarrolla labores administrativas en la unidad académica, y que no tiene como principal propósito el ejercicio de la docencia universitaria.

Adicionalmente, se incluyó en el modelo un agente adicional llamado Entorno el cual es utilizado para representar los cambios en el entorno que afectan el proceso de adopción de la herramienta de teletrabajo, y especialmente las condiciones que amenazan el acceso de los profesores y empleados no docentes a sus oficinas. Este agente genera cambios en los parámetros de influencia externa (*p* descrito más abajo) para los demás agentes y además modifica los parámetros a través de los cuales evalúan la innovación para decidir si la adoptan o no, de esta manera se representa un fenómeno observado en el proceso de difusión real, pues cuando se incrementaba el riesgo de que el personal no tuviera acceso a sus oficinas, se aumentaba también la tasa de adopción de SAROFI.

Con respecto a los principales atributos de cada uno de los citados agentes, se tienen que los “Directivos”, “Asociados” y “Ocasionales” poseen: una edad, un parámetro de influencia interna q , y también un porcentaje de su trabajo que realizan apoyado en las TIC, los dos últimos asignados a través de una función de probabilidad normal inversa a partir de una media y una desviación estándar que son configurables. Adicionalmente, estos agentes poseen un umbral de complejidad de la innovación, un valor configurable que se utiliza evaluar esta propiedad de la innovación y determinar en qué medida es aceptable para cada individuo. De otro lado, para los agentes de tipo “No_docentes” sólo se tiene un parámetro de influencia interna q que se asigna a través de una función de probabilidad normal inversa cuyos parámetros son configurables.

Además de los anteriores atributos, el proceso de adopción que realiza cada uno de los

distintos tipos de agente se modeló a través de un mecanismo basado en la conceptualización realizada por Rogers (2003), en el cual los individuos pasan secuencialmente por los siguientes estados

- Estado de desconocimiento: en el que los individuos no tiene conocimiento de la existencia de la innovación
- Estado de conocimiento: en el cual el individuo ha estado expuesto a la innovación y toma conciencia de su existencia, pero no busca activamente información sobre ella.
- Estado de persuasión: en el cual el individuo busca activamente información sobre la innovación, y realiza una evaluación la misma a fin de determinar si está dispuesto o no adoptarla. El mecanismo de evaluación específico se describe más adelante
- Estado de decisión: en el cual el individuo adopta la innovación, que en caso específico de estudio corresponden a inscribirse y solicitar una cuenta de usuario en la herramienta de teletrabajo SAROFI.

Es de anotar que el mecanismo descrito por Rogers (2003) incluye también un estado de implementación, en el cual el individuo hace uso de la innovación, pero el análisis del uso y aprovechamiento de la herramienta de teletrabajo SAROFI no se incluyó en el alcance de este trabajo, razón por la cual, este estado no se incluyó en el modelo construido.

Con respecto a las relaciones entre los agentes contenidos en el modelo, todos los agentes que tienen el misma clasificación se encuentran conectados entre sí, esta estructura de red social corresponde al reducido número de individuos que hacen parte de la población, lo cual permite que todas las personas del mismo tipo de vinculación a la unidad académica se conozcan, situación que pudo ser observada por uno de los autores durante los años que hizo parte de la misma unidad.

2.2 La regla de los agentes

El principal objetivo de las reglas definidas para los agentes es orientar sus decisiones sobre cuando cambiar entre los diferentes estados del proceso de adopción modelado. Los individuos en la clasificación Directivo, Asociado y Ocasional poseen reglas que les permiten pasar entre los 4 estados de adopción definidos, indicando de esta forma que poseen un mecanismo de adopción complejo, mientras que los individuos con la clasificación NoDocente, sólo pasan por 3 de los estados de adopción descritos, indicando con esto que poseen un mecanismo de adopción más simple.

Las reglas que rigen los cambios de estado de los individuos son fundamentalmente de dos tipos:

- Reglas de cambio activo: Son reglas que disparan eventos derivados del proceso mismo de difusión, como pasar al estado de conocimiento de la innovación a causa de ser cubierto por los esfuerzos promocionales como las reuniones informativas, o como pasar al estado de decisión adoptando la innovación a causa de que la evaluación algunos factores de la misma resulta satisfactoria para en individuo.
- Reglas de cambio pasivo: Son reglas fundamentadas en el cálculo de la probabilidad de cambio de estado determinada por un cálculo basado en el

modelo de Bass (1969), en este cálculo intervienen tanto un parámetro de influencia externa como un parámetro de influencia interna, además de la proporción de agentes con la misma clasificación que ya han realizado el cambio de estado. La fórmula utilizada para calcular la probabilidad de cambio de estado de un individuo se muestra en la ecuación 1:

$$p + qF(t) \quad (1)$$

Donde

p representa el parámetro de influencia externa para el cambio de estado específico

q representa el parámetro de influencia interna para el cambio de estado específico

$F(t)$ representa la proporción de agentes con la misma clasificación que se encuentran en el estado de destino en el tiempo t

Cabe anotar que los valores del parámetro p es diferente para individuos con diferente clasificación y además puede cambiar en el tiempo a causa de los cambios inducidos por el agente entorno. El parámetro q es un atributo de cada agente y por ende es diferente para cada uno de ellos, manteniéndose dentro de un rango de valores configurable en el modelo.

Las reglas de cambio pasivo se aplican por los individuos en cada momento t , pero lo hacen después de haber aplicado las reglas de cambio activo.

A continuación se presenta una descripción de las reglas definidas para cada cambio de estado según el tipo de individuo.

Para los individuos clasificados como Directivo, Asociado, Ocasional y NoDocente:

Paso del estado de Desconocimiento al estado de Conocimiento:

- Regla de cambio activo: El cambio de estado ocurre cuando el individuo es cubierto por los esfuerzos de promoción de la innovación, como las reuniones informativas y los correos electrónicos promocionales. Se aplica multiplicando el número de individuos por categoría que se encuentra en el estado de desconocimiento por el porcentaje de efectividad de los esfuerzos promocionales (parámetro nombrado en el modelo como “Probabilidad de conocer SAROFI en el momento de su lanzamiento”)
- Regla de cambio pasivo: El cambio de estado ocurre cuando se genera para el individuo un número aleatorio que alcanza el umbral de probabilidad de cambio de estado determinado por el valor arrojado mediante el cálculo de probabilidad asociado $p + qF(t)$.

Para los individuos clasificados como Directivo, Asociado, Ocasional: Paso del estado de Conocimiento al estado de Persuasión

- Regla de cambio activo: El cambio de estado ocurre para todos los individuos que se encuentren en estado de conocimiento, en este estado evalúan la complejidad y ventajas relativas de la innovación, aplicando la ecuación 2:

$$\text{Calificación} = f_{\text{edad}}(\text{edad}) * 0.5 + \text{porcentaje_trabajo_TIC} * 0.5 \quad (2)$$

Donde:

- $f_{\text{edad}}()$: es una función que toma la edad del individuo y arroja un valor entre 0 y 1 que estima la calificación que la persona le asigna a la innovación según su edad,

a menor edad se asigna una mayor calificación. Esta función fue ajustada a partir de lo postulado en (Patrickson 2002; Haddon 2005), además de la observación directa que uno de los autores pudo realizar de la relación entre la edad de los individuos y su favorabilidad hacia el teletrabajo.

- porcentaje_trabajo_TIC: es el porcentaje de trabajo que cada individuo realiza apoyado en las TIC, corresponden a un atributo de los agentes que fue descrito en la sesión 2.1

Paso del estado de Persuasión al estado de Decisión

- Regla de cambio activo: El cambio de estado ocurre cuando el valor arrojado por la calificación calculada mediante la regla de cambio activo del estado de Conocimiento al estado de Persuasión superó el umbral establecido particularmente para cada agente.
- Regla de cambio pasivo: El cambio de estado ocurre cuando se genera para el individuo un número aleatorio que alcanza el umbral de probabilidad de cambio de estado determinado por el valor arrojado mediante el cálculo de probabilidad asociado $p + qF(t)$.

Para los individuos clasificados como NoDocente

Paso del estado de Conocimiento al estado de Decisión

- Regla de cambio pasivo: El cambio de estado ocurre cuando se genera para el individuo un número aleatorio que alcanza el umbral de probabilidad de cambio de estado determinado por el valor arrojado mediante el cálculo de probabilidad asociado $p + qF(t)$.

Una vez construido el modelo conceptual, se abordó la tarea de su validación, un proceso en el cual se evalúa la pertinencia de las teorías y suposiciones utilizadas en la modelación, en el caso de este trabajo se tomaron fundamentalmente las teorías de difusión de la innovación propuestas por distintos autores. En el caso de los estados a través de los cuales pasan los individuos en su proceso de adopción y las reglas activas que generan los cambios entre ellos, se tomaron las teorías de Rogers (1983; 1995; 2003), las cuales dan soporte a los cuatro estados adoptados en el modelo, así como también a los mecanismos de transición definidos. En el caso de las reglas de cambio pasivas entre estados, se tomaron las teorías de Bass (1969), las cuales fundamentan el uso de un parámetro de influencia externa p , un parámetro de influencia interna q , y una porción de pares adoptantes $F(t)$, como elementos de una ecuación diferencial que transfiere progresivamente individuos de un estado a otro. Con respecto a las suposiciones utilizadas en la evaluación de la complejidad y ventajas relativas de la innovación, se tomaron como soporte las observaciones realizadas por Patrickson (2002) y Haddon (2005) respecto a la relación entre la edad de las personas y su favorabilidad hacia el teletrabajo.

El modelo conceptual validado, se convirtió un modelo computarizado mediante su implementación a través del lenguaje de programación Netlogo 6.0.4. Las diferentes clasificaciones de los agentes se definieron como razas de tortugas, ubicadas en distintas posiciones del eje x en el mundo de Netlogo, los diferentes estados del proceso de adopción se representaron como diferentes niveles de altura en el eje y. Adicionalmente el comportamiento del agente entorno se representó en el mundo netlogo mediante una figura de casa ubicada en la

parte inferior izquierda, la cual cambia de color entre verde, amarillo y rojo según la probabilidad de afectaciones del estado operativo del campus universitario. Para facilitar la visualización del comportamiento de los diferentes tipos de individuos se les asignó un color que los identifica:

- Directivos: Color amarillo
- Asociados: Color azul
- Ocasionales: Color naranja
- No Docentes: Color verde

Adicionalmente se agregaron tres juegos de controles para permitir a quien ejecute las simulaciones ajustar los parámetros más importantes del modelo:

Número de agentes: es un juego de cuatro controles ubicados en la parte superior izquierda de la pantalla, el cual permite al usuario configurar el número de agentes por tipo que se generaran en el la simulación.

Parámetros generales a todos los agentes: es una matriz de 12 controles organizados así: las filas corresponden a 3 diferentes parámetros “Probabilidad de conocer SAROFI en el momento de su lanzamiento”, “Parámetro de influencia externa en la etapa de conocimiento” y “Parámetro de influencia externa en la etapa de decisión”; mientras que las columnas corresponden a cada tipo de individuo. Cada uno de los elementos de esta matriz concierne al valor del parámetro indicado por la fila y al tipo de individuo indicado por la columna.

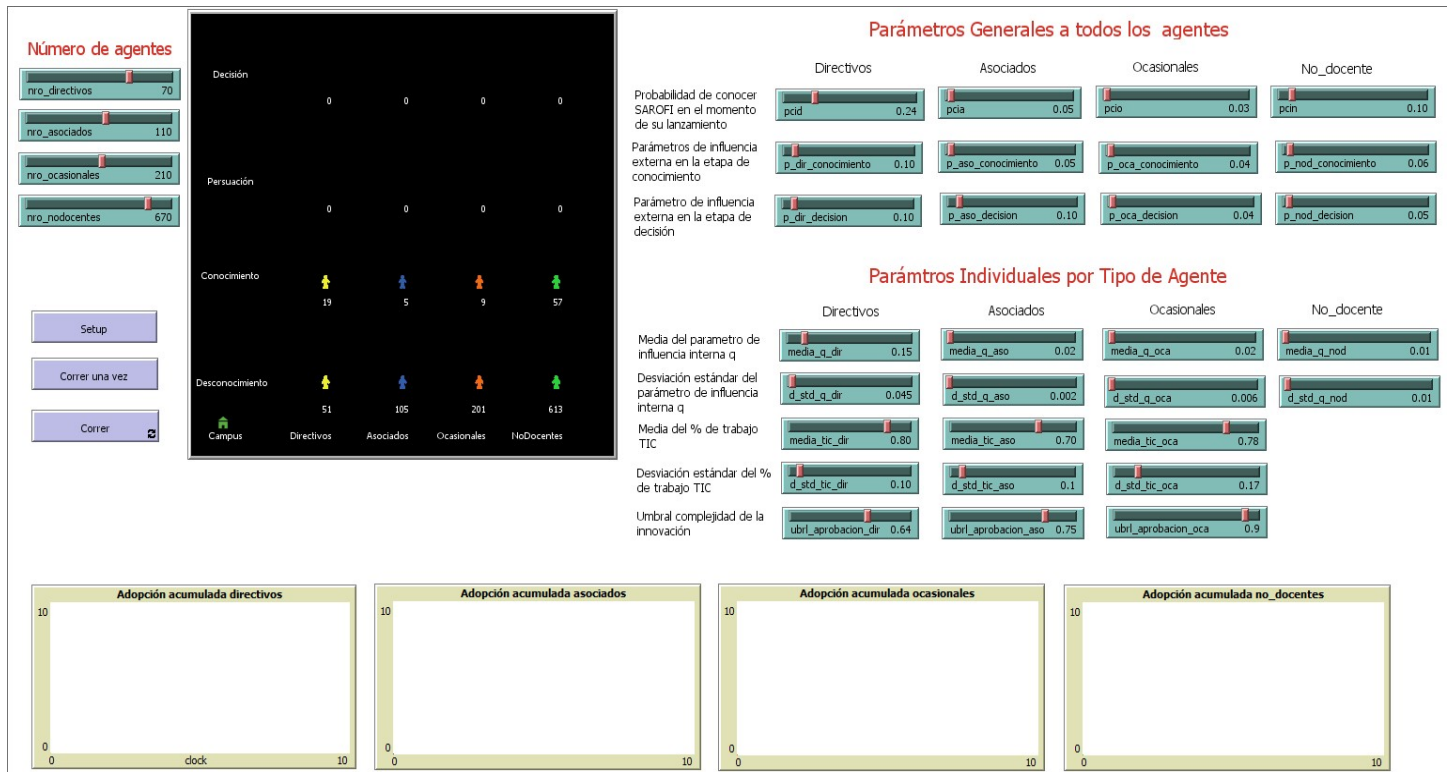
Parámetros individuales por tipo de agente: es una matriz de 17 controles organizados así: las filas corresponden a 5 diferentes parámetros “Media del parámetro de influencia interna q ”, “Desviación estándar del parámetro de influencia interna q ”, “Media del % de trabajo TIC”, “Desviación estándar del % de trabajo TIC” y “Umbral complejidad de la innovación”; mientras que las columnas corresponden a cada tipo de individuo. Cada uno de los elementos de esta matriz concierne al valor del parámetro indicado por la fila y al tipo de individuo indicado por la columna. Como ya se anotó los individuos del tipo “No_docente” sólo poseen controles asociados al parámetro de influencia interna q .

La implementación del modelo construido también incluyó la generación de gráficas que presentan el número acumulado de adoptantes por cada tipo de individuo, estas graficas se ubican en la parte inferior de la pantalla. En la Figura 2 se muestra una captura de la interfaz de la implementación del modelo construido.

Observase que para uno de los estados del proceso de adopción se presentan el número de individuos por tipo que se encuentran en ese estado particular en cada instante de tiempo.

Luego de haber implementado el modelo en el lenguaje de programación Netlogo, se procedió a realizar la actividad denominada como verificación del modelo computarizado, una tarea mediante la cual se asegura que la programación e implementación del modelo conceptual se realizó correctamente y en consecuencia el modelo computarizado se comporta de la misma forma que el modelo conceptual. Para esta labor se usaron las herramientas de seguimiento que provee el software Netlogo, rastreando un agente de cada categoría a su paso por los distintos estados, prediciendo su comportamiento a través de la aplicación manual de las reglas establecidas, y validando que este comportamiento se reflejara adecuadamente en la simulación.

Figura 2. Captura de pantalla del modelo implementado en Netlogo



Fuente: Elaboración propia.

A partir del modelo computarizado se procedió a realizar su validación operativa, la cual se abordó a través de una validación de modelo cruzado (Knepell & Arango, 1993; Kiesling, 2011), una técnica orientada a verificar que la salida del modelo construido se puede ajustar razonablemente a la salida de un modelo previamente validado como el de Bass. Cabe anotar que en este proceso el modelo construido no se configuró con los parámetros que tratan de representar la realidad del proceso de difusión de la herramienta SAROFI, sino que sus parámetros se varían de modo que pueda generarse una salida que se ajuste a la predicha por el modelo de Bass, en específico se comparó la curva de adopción promedio que genera el modelo, contra la curva de adopción predicha por el modelo de BASS a través de la ecuación (3):

$$F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \quad (3)$$

Donde:

p : es el parámetro de influencia externa

q : es el parámetro de influencia interna

$F(t)$: es el porcentaje acumulado de adoptantes

Los valores de p y q usados en esta ecuación se varían utilizando la técnica de mínimos

cuadrados (Srinivasan & Mason, 1986) de modo que la función resultante se ajuste de la mejor manera a los datos arrojados por el modelo construido. En la Tabla 1 se presenta un resumen de los datos arrojados por el proceso de validación operacional, para cada tipo de agente se muestra el valor de los parámetros p y q del modelo de Bass que me ofrecieron el mejor ajuste a la salida producida por el modelo construido y el respectivo coeficiente de ajuste R^2 logrado.

Tabla 1: Resumen de los datos arrojados por el proceso de validación operacional del modelo construido

	Parámetro	Directivos	Asociados	Ocasionales	NoDocentes
Parámetros del modelo de Bass	parámetros de influencia externa p	0,12	0,04	0,035	0,01
	parámetros de influencia externa q	0,01	0,01	0,006	0,04
Calidad del ajuste	Coficiente de ajuste R^2	0,9794	0,9765	0,9816	0,983

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados de simulación

El modelo logrado fue configurado modificando el valor de sus parámetros de modo que la salida producida, reprodujera de la mejor manera posible la curva de adopción acumulada que fue observada para cada tipo de agente, cuando se dio el proceso de difusión real de la herramienta de teletrabajo SAROFI. Los valores asignados a cada parámetro se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Resumen de los valores de parámetros configurados en el modelo para reproducir la curva de adopción de SAROFI

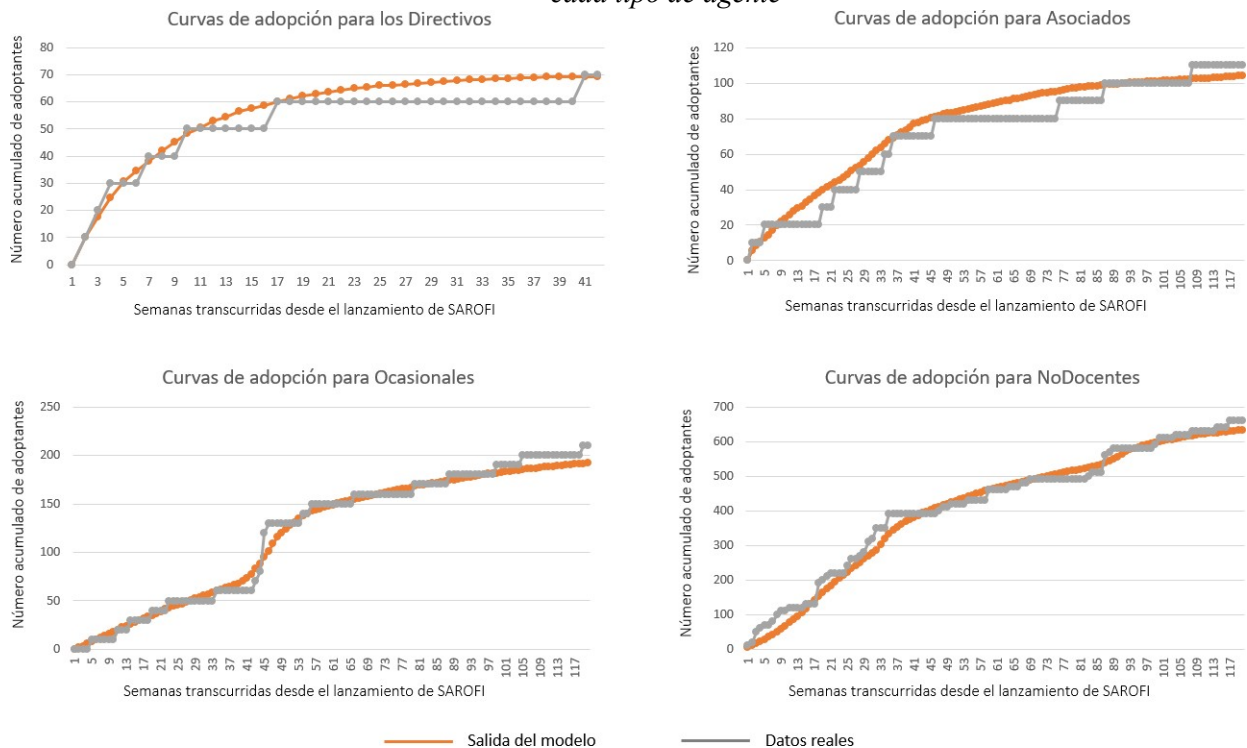
	Parámetro	Directivos	Asociados	Ocasionales	NoDocentes
Parámetros configurados en el modelo construido para reproducir la curva de adopción real de SAROFI	Probabilidad de conocer SAROFI en el momento de su lanzamiento	0,135	0,05	0,03	0,1
	Parámetro de influencia externa en la etapa de conocimiento	0,1	0,05*	0,04*	0,06*
	Parámetro de influencia externa en la etapa de decisión	0,1	0,1*	0,04*	0,05*
	Media del parámetro de influencia interna q	0,15	0,02	0,02	0,01
	Desviación estándar del parámetro de influencia interna q	0,045	0,002	0,006	0,01
	Media del % de trabajo TIC	0,8	0,7	0,78	N.A
	Desviación estándar del % de trabajo TIC	0,1	0,1	0,17	N.A
	Umbral complejidad de la innovación	0,64	0,75*	0,90*	N.A

Fuente: Elaboración propia.

* Estos valores se modifican temporalmente durante la simulación para reflejar los cambios en la probabilidad de cierre del campus universitario.

En la Figura 3 se muestran las curvas de adopción generadas por el modelo acompañadas de la curva adopción generada con los datos reales del proceso de difusión de SAROFI, como se puede observar el modelo reproduce de una manera aceptable los datos observados en la realidad. Según lo esperado las curvas siguen en general un patrón sigmoideo suave, no obstante es importante resaltar que el aumento en el ritmo de adopción en las curvas asociadas a los agentes del tipo Asociado, Ocasional, y NoDocente, ocurre entre la semana 20 y 39, aunque cada uno de estas categorías tenga una tamaño de población y unos parámetros de influencia significativamente diferentes. El lapso entre la semana 20 y 39 del proceso de difusión coincide con un periodo en el que aumentó de la probabilidad de cierres del campus universitario, un fenómeno que se representa en el modelo a través de mecanismos que aumentan transitoriamente los parámetros de influencia externa y reducen los umbrales de complejidad que aplican los individuos al momento de evaluar la innovación. Cabe anotar que sin el uso de estos mecanismos no fue posible lograr que las curvas de adopción arrojadas por las simulaciones reprodujeran aceptablemente las curvas de adopción reales de SAROFI. Estos resultados sugieren que la principal razón del incremento observado en la tasa de adopción de la innovación es el aumento de la probabilidad de cierres del campus universitario y su consecuente aumento de la utilidad de SAROFI para los potenciales adoptantes.

Figura 3: Curva de adopción acumulada generada por el modelo vs curva de adopción real para cada tipo de agente



Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

La literatura existente sobre la de difusión de la innovación ofrece una rica fuente para la construcción de modelos de difusión basados en agentes, ya que provee múltiples teorías y aproximaciones que sirven de soporte para la construcción de modelos conceptuales sobre la materia.

La MBA demostró ser una herramienta susceptible de ser aplicada en el estudio de procesos de difusión de la innovación sobre poblaciones con un alto de grado de heterogeneidad de individuos, el caso del proceso analizado en este trabajo.

Las simulaciones realizadas con el modelo de difusión de la innovación que fue construido, lograron generar curvas de adopción acumulada con formas sigmoideas que se aproximan a las

curvas observadas cuando ocurrió la difusión de la herramienta SAROFI, demostrando así las posibilidades que la MBA ofrece al estudio de la difusión de la innovación.

Los resultados arrojados por las simulaciones del proceso de difusión de SAROFI, sugieren que la principal razón detrás de la fase de crecimiento rápido observado en sus curvas de adopción, el incremento de la probabilidad de cierre del campus universitario, que consecuentemente produce el incremento temporal de la utilidad que los potenciales adoptantes encuentran en la innovación, así como el aumento transitorio de la influencia externa que actúa sobre ellos.

El modelo construido podría ser evaluado contra otros proceso de difusión de la innovación que posean una población de adoptantes heterogénea, analizando tanto su poder explicativo como predictivo, ofreciendo de esta manera la posibilidad de evolucionar hacia una herramienta que permita formular y evaluar escenarios deseables de difusión de la innovación al interior de las organizaciones.

5. Referencias

- Arndt, J. (1967). Role of Product-Related Conversations in the Diffusion of a New Product. *Journal of Marketing Research*, 4(3), 291-295.
- Bass, F. (1969). A New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*, 15(5), 215-227.
- Delre, S., Jager, W., Bijmolt, T., & Janssen, M. (2007). Targeting and timing promotional activities: An agent-based model for the takeoff of new products. *Journal of Business Research*, 60(8), 826-835.
- Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, 25(4), 501-522.
- Haddon, L., & Brynin, M. (1 de 3 de 2005). The Character of Telework and the Characteristics of Teleworkers. *New Technology, Work and Employment*, 20, 34-46.
- Hagerstrand, T. (1967). *Innovation diffusion as a spatial process*. Chicago: University of Chicago Press.
- Katz, E., Levin, M., & Hamilton, H. (1963). Traditions of Research on the Diffusion of Innovation. *American Sociological Review*, 28.
- Kiesling, E. (2011). *Planning the market introduction of new products: An agent-based simulation of innovation diffusion*. Universität Wien.
- Knepell, P., & Arangno, D. (1993). *Simulation Validation - a Confidence Assessment Methodology*. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press.
- Mahajan, V., & Muller, E. (1979). Innovation Diffusion and New Product Growth Models in Marketing. *Journal of Marketing*, 43(4), 55-68.
- Patrickson, M. (1 de 12 de 2002). Teleworking: Potential employment opportunities for older workers? *International Journal of Manpower*, 23, 704-715.
- Quintero Ramírez, S., & Giraldo Ramírez, D. (2018). El aprendizaje en los sistemas regionales de innovación desde la perspectiva de la modelación basada en agentes.

- Rogers, E. (1962). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press of Glencoe.
- Rogers, E. (1983). *Diffusion of innovations*. New York; London: Free Press ; Collier Macmillan. Rogers, E. (1995). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Ryan, B., & Gross, N. (1943). The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities. *Rural Sociology*, 8(1), 15-24.
- Sargent, R. (2011). Verification and Validation of Simulation Models. *Proceedings of the Winter Simulation Conference* (págs. 183-198). Winter Simulation Conference.
- Sargent, R. (2013). An Introduction to Verification and Validation of Simulation Models. *Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference: Simulation: Making Decisions in a Complex World* (págs. 321-327). Piscataway, NJ, USA: IEEE Press.
- Srinivasan, V., & Mason, C. (1986). Nonlinear Least Squares Estimation of New Product Diffusion Models. *Marketing Science*, 5(2), 169-178.
- Tarde, G. (1903). *The laws of imitation*. (E. Parsons, & F. Giddings, Edits.) Oxford, England: Holt.
- Uribe-Gómez, J., & Quintero, S. (15 de 12 de 2017). Aplicación de los modelos de simulación en entornos productivos bajo la metodología de teorías de las restricciones. *Revista CEA*, 3, 11-27.
- Valente, T. (1 de 1 de 2005). Network models and methods for studying the diffusion of innovations. *Models and Methods in Social Network Analysis*, 98-116.
- Valente, T., & Davis, R. (1 de 11 de 1999). Accelerating the diffusion of innovations using opinion leaders. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 566, 55-67.
- Valente, T., & Rogers, E. (1 de 4 de 1995). The Origins and Development of the Diffusion of Innovation Paradigm as an Example of Scientific Growth. *Science communication*, 16, 242-273.
- Walker, J. (1969). The Diffusion of Innovations among the American States. *The American Political Science Review*, 63(3), 880-899.
- Wissler, C. (1915). The Diffusion of Horse Culture among the North American Indians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1(4), 254-256.

Factores de competitividad sistémica en la productividad e innovación farmacéutica en México

Enrique Martínez Moreno
Socio-Consultor y Director General, Instituto Farmacéutico (INEFAM) México
emartinez@inefam.com

José Carlos Ferreyra López
Socio-Consultor y Presidente, Instituto Farmacéutico (INEFAM) México
jcferreyra@inefam.com

Jesús Zurita González
Profesor-investigador, Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México
Jesus.zurita.gonzalez@gmail.com

Resumen

La combinación de los enfoques de la productividad total de los factores (PTF) y de la competitividad sistémica (CS) permiten demostrar la existencia de un cambio estructural en la industria farmacéutica (IF), que explica la caída en su productividad.

Son múltiples los factores que cambian su condición a lo largo de últimos 20 años y que impactan en los distintos eslabones de la cadena de valor, particularmente por una inadecuada implementación y práctica de las reformas regulatorias provenientes de las macropolíticas públicas de salud que carecen, a su vez, de mesopolíticas de carácter industrial, conduciendo a una importante caída en la generación de valor agregado bruto, pérdida de empleos y consecuentemente una notable caída en su propio Producto Interno Bruto (PIB).

A través de la CS se describen los principales factores en cada uno de los niveles de competitividad y cómo impactan a los principales eslabones de la cadena de valor de la IF, como son la investigación y desarrollo (IyD), la producción y la comercialización, con severas consecuencias en la innovación de medicamentos, fabricación y generación de empleos.

Derivado de este análisis, se sugiere una serie de políticas industriales que promuevan su crecimiento y aportación a la economía nacional.

El presente artículo deriva de un estudio más amplio que fue apoyado por la Secretaría de Economía en 2016 con el fin de conocer las condiciones de la IF en términos de su productividad que, en primera instancia, tuvo una serie de hallazgos que motivó ampliar el estudio para precisar los factores de competitividad que han afectado su productividad en años recientes. Esta condición dio la oportunidad de la conjugación de dos metodologías que aquí de manera sintética permite dar un diagnóstico lo más sencillo posible con una serie de propuestas.

Palabras clave

Competitividad sistémica, productividad total de los factores, industria farmacéutica, cambio estructural e innovación.

1. Introducción

La industria farmacéutica (IF) establecida en México ha enfrentado en los últimos años una severa caída en su productividad por condiciones complejas que ameritan estudiarse desde el enfoque de la competitividad.

De manera general, dichas condiciones ocurren cuando las políticas sanitarias y de promoción industrial que impulsan el crecimiento y el desarrollo económico de esta industria son antagónicas.

El presente estudio se ocupa en conocer cómo ocurre este desequilibrio que deriva en la pérdida de productividad en los últimos años con una reducción en el Producto Interno Bruto (PIB) de más del 26% entre 2007 y 2016.

- Objetivo general:

Conocer los factores de competitividad que inciden en la productividad de la IF.

- Objetivos específicos:

- Demostrar la existencia de cambio estructural¹ en la IF establecida en México y sus efectos en su productividad.
- Identificar y clasificar los factores de competitividad de la IF.
- Sugerir políticas industriales.

- Hipótesis de investigación:

Los cambios en los factores determinantes de la competitividad² de la IF establecida en México, han propiciado su cambio estructural a partir de 2008, lo que a su vez ha afectado negativamente su productividad y por lo tanto su capacidad de producción.

Para la demostración de la hipótesis, se emplearon tres instrumentos de investigación:

- a. Índice de la Productividad Total de los Factores (PTF) con fundamento en estadísticas económicas disponibles sobre la IF.
- b. Una amplia revisión bibliográfica y estadística para identificar los factores de competitividad.
- c. Realización de 14 grupos de enfoque (*focus groups*) entre ejecutivos de la IF, para obtener información cualitativa sobre las condiciones de competitividad.

2. Desarrollo

Competitividad Sistémica³: considera 4 niveles de competitividad: meta, macro, meso y micro, que interactúan entre sí creando un entramado de políticas, instituciones y factores que favorecen el desarrollo y crecimiento de los países y sus sectores productivos (esquema 1).

¹ El Cambio estructural es la variación de las condiciones de funcionamiento de una entidad productiva (una empresa, un sector o un país) a lo largo del tiempo. Estas condiciones están referidas a transformaciones en los mercados o al modo de producción debido a cambios demográficos, tecnológicos, políticos, jurídicos, económicos o sociales. Se comprende entonces que aquellos aspectos que explicaban el crecimiento de una industria pierden influencia y son sustituidos por otros. Esto lleva a la redefinición de estrategias empresariales o sectoriales que modifican a sus propias organizaciones y a sus formas de inserción en los mercados en los que participan. En el caso de un país, implica la reformulación de políticas de diverso orden para adaptarse a las nuevas condiciones. Véase Sharp, Margaret (1980). "The challenge of long-term structural change". *Futures* 12 (5): 370–385.

² El concepto de competitividad propuesto en este estudio es "...el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país", traducido de: WEF (2014). *The Global Competitiveness Report*, 2015.

³ Klaus Esser et al (1996). "Competitividad sistémica: Nuevo desafío a las empresas y a la política". Revista de la CEPAL; Santiago 1996, No. 59 pág. 39 – 52. De acuerdo con Luis F. Aguilar Villanueva, la Competitividad Sistémica, "es un marco de referencia producido por el Instituto de Desarrollo Alemán, que integra cuatro niveles de acción que en su interdependencia y complementariedad se consideran determinantes para el desarrollo de las ventajas competitivas nacionales. Los cuatro niveles son el 'nivel micro', de la acción de la empresa; el 'nivel meso', relativo a políticas pública; el 'nivel macro, relativo a la política macroeconómica, y el nivel meta que tiene que ver con valores socioculturales, patrones de organización y dirección política (gobernanza) y económica". Ver Villanueva, 2006, p. 124.

Esquema 1. Niveles de la Competitividad Sistémica



Fuente: Ruiz Durán, C. (2013). “Concepto de competitividad, aspectos transversales en México e implicaciones de Política”. Presentación realizada ante la Cámara de Diputados y al Consejo Consultivo Científico y Tecnológico, A. C., Febrero 2013. Versión modificada para este estudio.

Existe una relación entre la productividad y competitividad que es sujeta de demostración. La metodología de la PTF no logra identificar a los factores debido a que considera la totalidad de estos, por lo que es del todo oportuno conocer los factores desde la perspectiva teórica de la competitividad sistémica.

2.1 La importancia de la IF establecida en México⁴

La IF contribuye por doble partida: en el bienestar de la población con un importante abanico de productos terapéuticos y, por la otra, en la economía nacional al posicionarse en los primeros lugares en cuanto a la producción manufacturera total, según el Sistema de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (tabla 1).

Tabla 1. Las actividades productivas más importantes en la Producción Total de las Industrias manufactureras

RNK	CLASE SCIAN	RAMA	Producción total de las industrias manufactureras a precios básicos	Participación % del total manufacturero
Total manufacturas			\$ 9,025,226.87	100%
1	3241	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	\$ 1,052,997.89	11.67%
2	3361	Fabricación de automóviles y camiones	\$ 727,430.32	8.06%
3	3363	Fabricación de partes para vehículos automotores	\$ 656,397.04	7.27%
4	3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	\$ 454,671.69	5.04%
5	3116	Matanza, empaque y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	\$ 407,186.44	4.51%

⁴ Identificada dentro del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) con el código 325412: Fabricación de preparaciones farmacéuticas, relacionada a la producción de medicamentos.

6	3251	Fabricación de productos químicos básicos	\$	313,412.41	3.47%
7	3343	Fabricación de equipo de audio y de video	\$	307,889.71	3.41%
8	3121	Industria de las bebidas	\$	271,476.73	3.01%
9	3261	Fabricación de productos de plástico	\$	221,399.06	2.45%
10	3342	Fabricación de equipo de comunicación	\$	181,314.62	2.01%
11	3312	Fabricación de productos de hierro y acero	\$	175,515.66	1.94%
12	3115	Elaboración de productos lácteos	\$	171,115.58	1.90%
13	3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	\$	169,361.86	1.88%
14	3254	Fabricación de productos farmacéuticos	\$	156,991.62	1.74%
15	3311	Industria básica del hierro y del acero	\$	156,087.39	1.73%

Fuente: Elaboración propia con información de la Matriz de Insumo Producto de 2012 del Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI.

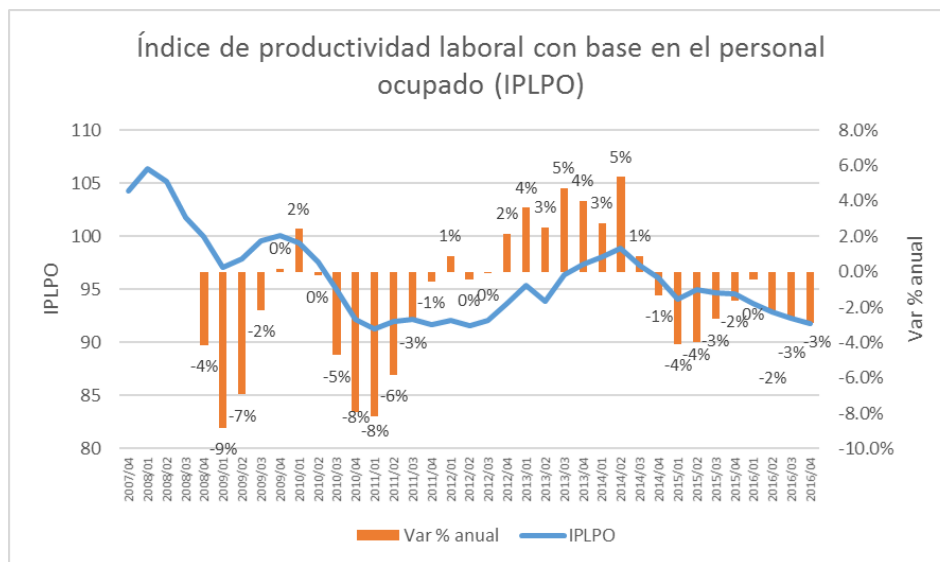
2.2 El problema de la productividad en la IF

La productividad de la IF⁵ ha observado una continua caída en los últimos años que se explica a continuación:

Desde el enfoque de productividad laboral⁶

- En los años recientes la IF ha sufrido un decremento en el Índice de productividad laboral con base en el personal ocupado a partir del año de 2008, registrando caídas que han sido cercanas al 10% anual (gráfica 1).
- Ocurre una reducción del 15% del personal ocupado en las áreas de producción, con una reducción del costo unitario de la mano de obra de 10% acumulado entre los años comprendidos.
- El Índice del Volumen de Producción con base en el personal ocupado muestra una caída prácticamente del 25% entre 2008 y el primer semestre de 2014.

Gráfica 1. Índice de productividad laboral con base en personal ocupado



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI (www.inegi.org.mx). Nota: Año base 2008. Serie suavizada con medias móviles de 4 trimestres.

- Desde el enfoque de productividad total de los factores (PTF)⁷ de la IF

⁵ El análisis aquí propuesto tiene como fuente: INEGI. Indicadores de Productividad. Banco de Información Económica. Recuperado de: <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bic/>>

⁶ Productividad laboral: es la producción entre las horas hombre trabajadas o el personal ocupado.

La PTF explica la caída de la productividad más allá de comprender la relación entre el producto y el empleo y/o las horas-hombre trabajadas.

Se parte de la premisa de que ocurren cambios en la producción (productividad) atribuibles a cambios en las condiciones de competitividad a través de una serie de factores que la determinan.

Con fundamento en el enfoque de la contabilidad del crecimiento⁸ se calculó el índice de la PTF a raíz de la obtención del índice del valor total de la producción y del cálculo del índice de los insumos requeridos para ésta.

En la gráfica 2, se muestra la evolución del índice de producción respecto al índice de los insumos de la IF; este último comienza a crecer en mayor proporción que la producción a partir del año 2006, alcanzando en 2008 y 2012 los niveles de variación más altos, 7.8% y 8.9% respectivamente por encima del índice de la producción.

Gráfica 2. Evolución de los índices de producción, e insumos, base 2003=100



Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz de Insumo Producto de 2012 del Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI. Índices Base 2003=100.

Esta diferencia entre ambos índices denota una evidente pérdida de productividad, al ser mayor el incremento en el valor de insumos requeridos que el valor de la producción en sí misma.

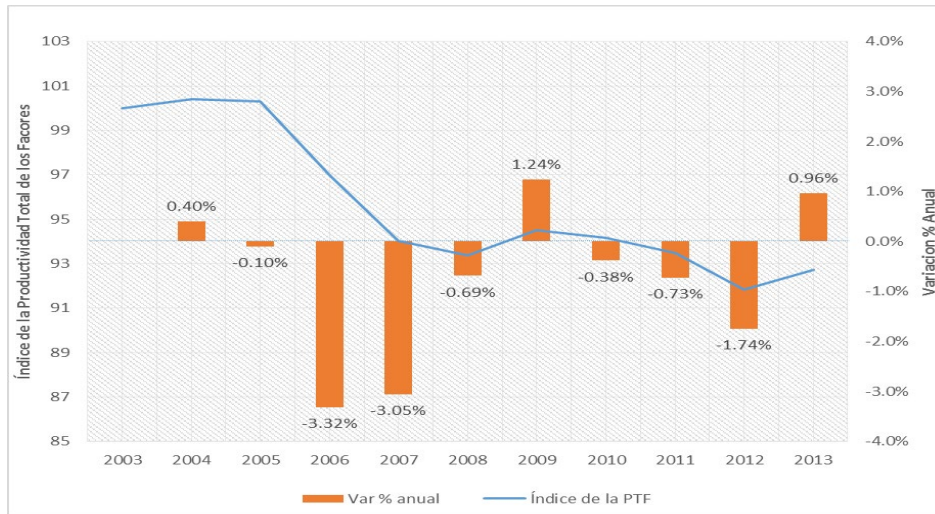
La gráfica 3, muestra el índice de la PTF⁹ como resultado de la razón entre el índice de la producción e índice de los insumos, el cual a partir de 2006 presenta caídas de hasta 3% promedio, para ubicarse en 2013 7.3% por debajo del nivel alcanzado antes de 2006.

⁷ Productividad total de los factores (PTF): es la relación de la aportación total de los insumos empleados dentro del valor general de la producción. La PTF es un residuo que resulta de evaluar por separado las contribuciones de insumos específicos al crecimiento del producto y luego sustraerlas al total del crecimiento del producto. La diferencia residual resultante se denomina como el residuo de Solow. Véase Solow, Robert (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, pp. 312-320.

⁸ La metodología para la obtención de los números índice fue desarrollada por Diewert, W. and Nakamura A. (2002). "The measurement of aggregate total factor Productivity growth". *Handbook of econometrics*, Elsevier. Dicha metodología fue adaptada para la obtención de los indicadores respectivos para la IF. En el anexo del presente artículo se muestra la misma de manera compacta.

⁹ Índice de productividad total de los factores: Es la relación obtenida entre el número índice del valor total de la producción y del número índice de los insumos requeridos para ésta, a partir de un año base.

Gráfica 3. Evolución del índice de la PTF, base 2003=100



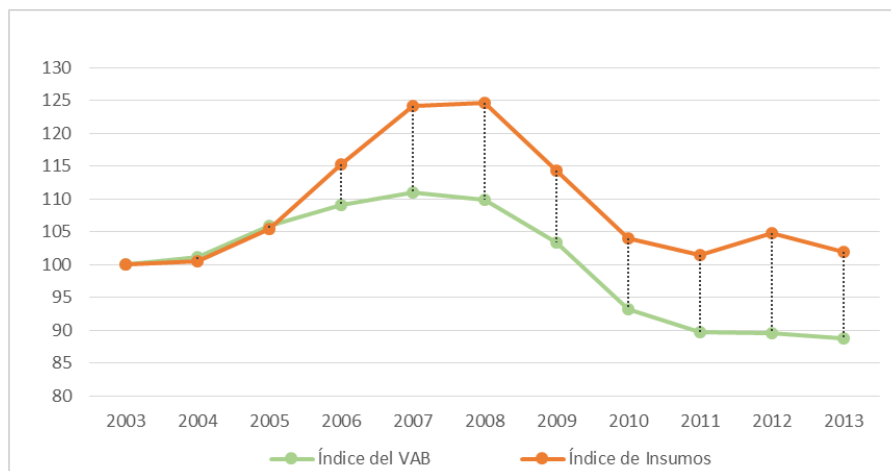
Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz de Insumo Producto de 2012 del Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI.

La PTF es resultado del incremento en la brecha entre ambos índices (producción e insumos). Pese a la caída acelerada que presentaron estos índices a partir de 2008, el requerimiento de insumos para producir continuó siendo cada vez mayor hasta ubicarse 7.8% por encima del índice de la producción.

La IF ha sido improductiva, pues se observa que aun cuando mantiene el esfuerzo de obtener más materias primas, materiales y servicios para su cadena productiva, no logra incrementar los volúmenes observados de producción.

La pérdida de productividad se refleja en la pérdida de la generación de valor agregado bruto (VAB), el cual se obtiene al restar al valor de la producción, el valor de los insumos requeridos. La gráfica 4, muestra el comportamiento del índice del VAB respecto al índice de insumos.

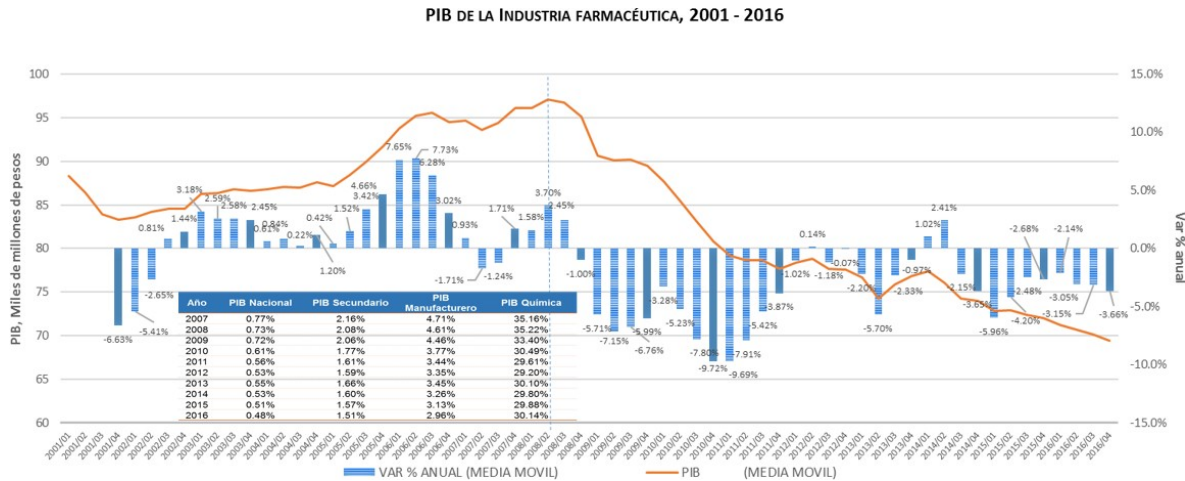
Gráfica 4. Índice de Valor Agregado vs Índice de Insumos, base 2003=100



Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz de Insumo Producto de 2012 del Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI.

Lo anterior afecta el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) de la IF (gráfica 5). Entre 2001 a 2007, la IF muestra un crecimiento promedio anual de 2.2% y un incremento acumulado cercano al 17%. A partir de 2008 inicia un largo proceso recesivo que muestra señales débiles de recuperación hacia 2012. Entre 2008 y 2009 ocurre la crisis financiera internacional que por supuesto explica en gran medida su caída. Sin embargo, la IF no ha logrado recuperarse como lo hizo la economía en general y el sector manufacturero en particular.

Gráfica 5. Producto Interno Bruto Real (precios de 2008) de la IF, 2001-2016



Fuente: Elaboración propia con base en la Matriz de Insumo Producto de 2012 del Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI.

Índices Base 2003=100. Información trimestral. Ramo: 3254 (Fabricación de productos farmacéuticos) Miles de millones de pesos a precios de 2008.

La contribución de la IF al PIB nacional ha pasado de 0.80% a 0.53% entre 2007 a 2014; para el año 2016 este es de apenas 0.48%. La IF ha perdido más de 27 mil millones de pesos a precios de 2008 (mmdp). Esto es, una pérdida de más del 27% entre dichos años.

2.3 Perspectiva empresarial.

Se realizaron entrevistas bajo la modalidad de grupos de enfoque (focus groups)^{10 11} entre ejecutivos de laboratorios para conocer su punto de vista de los factores que han incidido en este cambio, bajo el enfoque de la Competitividad Sistémica (CS).

El mayor número de situaciones relevantes para las empresas ocurre en el mesonivel¹², como efecto de las políticas sanitarias desarrolladas por el estado mexicano en los últimos

¹⁰ Con un cuestionario semiestructurado, se entrevistaron a ejecutivos de la IF de 14 laboratorios a través de esta técnica, en donde se abordaron los diversos aspectos de cada uno de los niveles de la CS. El método para conocer los factores de competitividad se fundamenta en los desarrollos de Michael Porter y Jeffrey Sachs, los cuales han sido empleados por el Foro Económico Mundial (FEM) y que posteriormente fueron encabezados por Xavier Sala-i-Martin, en Sala-i-Martin Xavier and Artadi Elsa V. (2004) "The Global Competitiveness Index", *Global Competitiveness Report*, World Economic Forum.

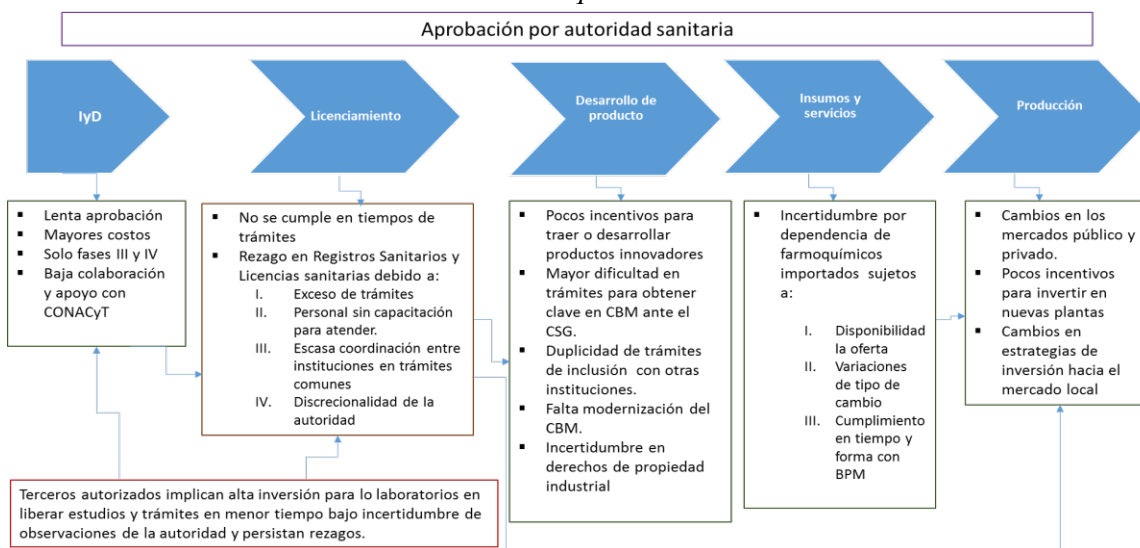
¹¹ Los ejecutivos participantes se ubican dentro de la alta dirección de sus empresas: directores generales, de producción u operación, finanzas, recursos humanos, desarrollo de negocios, comerciales y de ventas a gobierno.

¹² El meso nivel es el espacio de encuentro entre las decisiones del estado con la actividad productiva en el nivel micro, a través de políticas públicas sectoriales denominadas "mesopolíticas": apoyos a las industrias en infraestructura, apoyos financieros, técnicos, regulatorios y programas de desarrollo impulsados por el gobierno federal y los gobiernos locales que permitan su desarrollo industrial.

lustros a través de los cambios jurídicos-regulatorios con consecuencias en el micronivel.

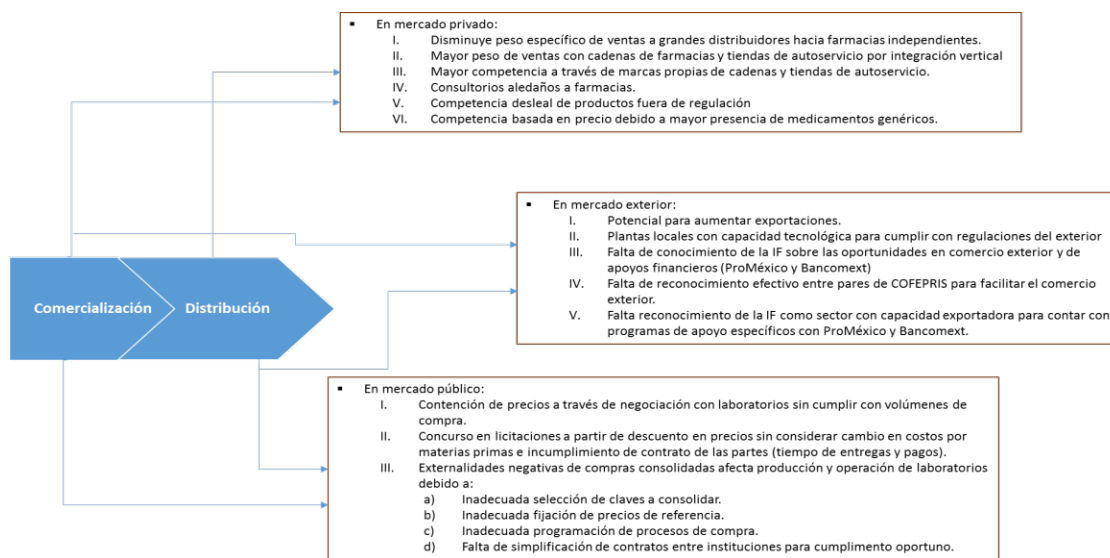
La IF es fundamental por su participación en la producción nacional y por su aportación al cuidado de la salud de la población, lo que repercute en una mayor productividad laboral que genera mayor riqueza para el país. Es crítico que las políticas orientadas hacia esta industria logren el equilibrio entre la contribución a la salud y al crecimiento económico, con claros beneficios en el desarrollo nacional. Los entrevistados señalaron los factores limitantes de la productividad y competitividad de cada uno de los eslabones de la cadena de valor de esta industria, que se resumen en los esquemas 2 y 3.

Esquema 2. Puntos clave de competitividad en la Cadena de Valor de la IF establecida en México. Parte 1



Fuente: Elaboración propia con fundamento del resultado de las entrevistas en los Focus Groups.

Esquema 3. Puntos clave de competitividad en la Cadena de Valor de la IF establecida en México. Parte 2



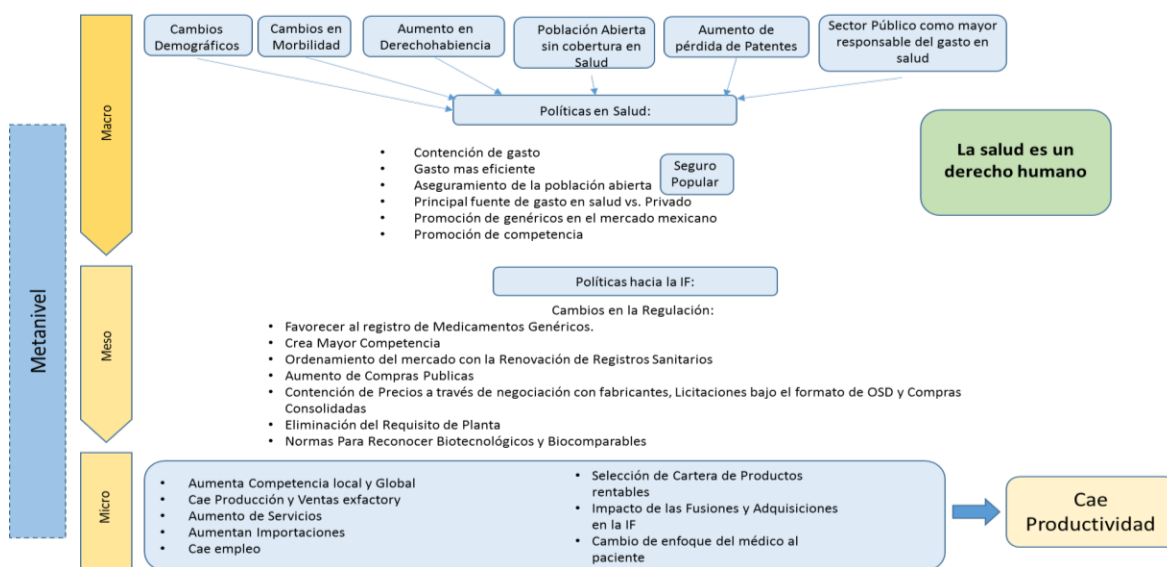
Fuente: Elaboración propia con fundamento en el resultado de las entrevistas en los Focus Groups.

2.4 La competitividad sistémica de la IF.

En función de los factores identificados por los industriales como determinantes de la competitividad de la IF, se analiza el efecto que han tenido respecto a la caída en su productividad bajo el mismo enfoque de CS a partir de una revisión estadística y bibliográfica.

El esquema 4 muestra los factores de CS más relevantes de la IF:

Esquema 4. Resumen de los cuatro niveles de la CS y su impacto en la productividad de la IF



Fuente: Elaboración propia con información de Focus Groups entre ejecutivos de la IF, así como de la revisión hemero- bibliográfica y estadística sobre esta industria.

En la revisión exhaustiva de la CS, los niveles macro y meso son los que aportan en mayor medida los factores que afectan a la competitividad de esta industria:

Los cambios en las macropolíticas de salud iniciadas en los años 90 del siglo pasado motivaron el rediseño de las mesopolíticas a través de continuas reformas jurídicas orientadas a regular la oferta de medicamentos en el país, sin considerar una política industrial farmacéutica que incentivara su presencia en los mercados locales ni su crecimiento económico.

Los cambios demográficos-epidemiológicos y las presiones de las finanzas públicas, que han hecho que las macropolíticas sanitarias promuevan mayor competencia de medicamentos genéricos y su reducción de precios en beneficio de los consumidores. Por otra parte, el derecho a la salud es reconocido como un derecho humano y no laboral, por lo que la Secretaría de Salud incrementa el gasto público para ofrecer cobertura universal a la población al grado de ser la principal fuente del gasto total en salud del país (51% en 2012) y reducir el desembolso de los hogares, que sigue siendo de los más altos a nivel mundial con el 45% respecto al gasto privado total en 2012, según la OCDE.

Es así como el sector público debe ser más eficiente en su gasto dedicado a la atención de la salud y particularmente en la compra de medicamentos a través de los citados procesos de adquisición basados en descuentos.

En paralelo, ocurren mesopolíticas sanitarias basadas en reformas regulatorias dirigidas hacia la IF como es la regulación de medicamentos genéricos desde fines de los años 90 y el posterior surgimiento de la Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios

(COFEPRIS) a principios del presente siglo, que ha tenido la responsabilidad directa de promover los cambios regulatorios tales como: el ordenamiento del mercado de medicamentos a través de la renovación de registros sanitarios y facilitar la competencia entre productores locales y externos con la eliminación del llamado “requisito de planta” en 2008, así como promover la mayor participación de medicamentos genéricos al liberar un mayor número de registros sanitarios.

Estas nuevas condiciones hacen que la IF cambie su cartera de productos para la comercialización y producción, para adaptarse a mercados que demandan menores precios con mayor competencia, además del crecimiento de las compras del sector público y una política explícita de contención de precios en estas compras. Esto lleva a que ocurran procesos innovadores al depurar las moléculas que no sean rentables en el mercado y procuren, por un lado, realizar cambios innovadores en los genéricos existentes (por ejemplo, desarrollar formas farmacéuticas alternativas, como pasar de sólidos orales a sprays, o de inyectables a ingeribles) al tiempo que ofrezcan precios competitivos.

Es así como los laboratorios enfrentan el cambio estructural: se reducen las líneas de producción y se especializan en aquellos productos de mayor rentabilidad para producirlos o importarlos; las grandes estructuras comerciales reducen su personal para especializarlo en el mercado público que requiere conocimientos más específicos y de mayor efectividad; la fuerza de ventas dedicada al mercado privado reorienta sus estrategias al consumidor y a los puntos de venta; en tanto, la comercialización pasa de los grandes distribuidores hacia las cadenas de farmacias.

El cambio estructural se acentúa ante la crisis en la productividad de las actividades de IyD a nivel mundial al no ofrecer al mercado productos innovadores de consumo masivo, que junto a la pérdida de un número importante de patentes de medicamentos y las presiones de los gobiernos locales que realizan contención de gasto, propician fusiones y adquisiciones entre las empresas para aprovechar las economías de escala y diversificar sus carteras de productos para lograr mejorar ingresos.

También ha ocurrido la reducción mayor a 20% de la capacidad de producción instalada a partir de 2010, con un notable aumento de medicamentos genéricos importados cada vez de menor valor, agudizando la caída de la productividad.

Desde la perspectiva empresarial, si bien los cambios regulatorios ocurridos en el mesonivel son necesarios, han introducido externalidades negativas que dan lugar a la incertidumbre¹³ sobre la actividad productiva y la toma de decisiones. Se considera que la implementación de las reformas con normas incompletas, poco claras o rezagadas tiene un efecto negativo sobre la productividad, lo que pone en claro la ausencia de un programa de política industrial que equilibre esta situación.

La praxis de la normativa sobre la IF afecta a cada uno de los eslabones de su cadena productiva desde las actividades de IyD hasta su comercialización, por lo que una implementación deficiente afecta en general su productividad no solo aquella vinculada a la producción manufacturera.

La labor regulatoria condiciona la competitividad de la IF con repercusiones

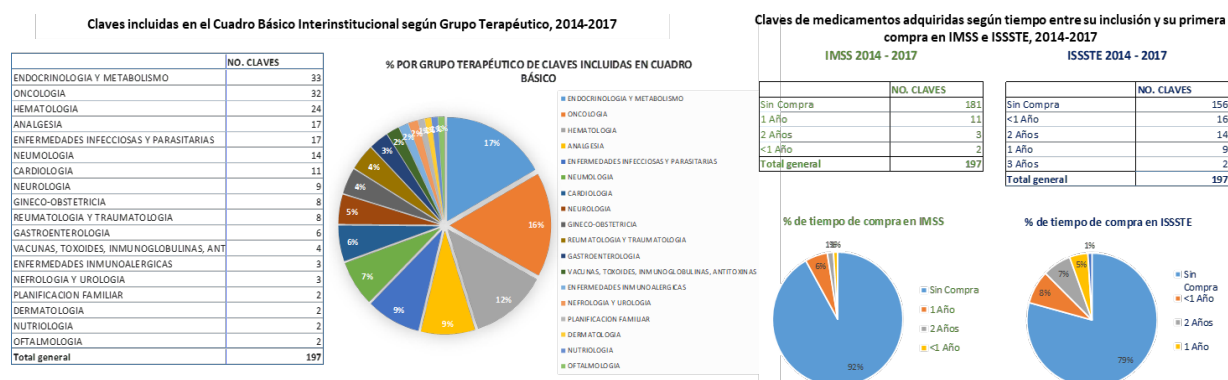
¹³ La incertidumbre regulatoria se debe a la falta de cumplimiento en los tiempos establecidos, la exigencia de un mayor número de trámites y la escasa coordinación entre entidades gubernamentales, entre otros problemas, lo que genera altos costos adicionales a los laboratorios al no lograr de manera oportuna realizar sus actividades productivas, pues estos atrasos limitan la adecuada producción u operación de medicamentos para hacer presencia en tiempo y forma en los mercados, afectando del todo su productividad. Tal situación, ha incluso desincentivado la atracción de inversiones y el desarrollo de nuevos medicamentos en el país.

trascendentales, por lo que la autoridad responsable debe garantizar las mejores condiciones en la arena competitiva en la que la IF encuentre y realice sus mayores esfuerzos por competir en los mercados a través de una amplia oferta de medicamentos genéricos e innovadores.

Estas condiciones crean incentivos que limitan el interés por desarrollar nuevos productos o en su caso atraer nuevas moléculas con mejores efectos terapéuticos, dado que el tiempo desde la obtención de registros sanitarios hasta la obtención de una clave en el cuadro básico de medicamentos para lograr que sean comprados por las instituciones públicas de salud puede tomar, en promedio 6 años. En un estudio realizado por el Instituto Farmacéutico (INEFAM) en el año 2018, se demuestra que entre los años 2014 y 2017, menos del 10% (16 de 197) de las claves de medicamentos de nueva inclusión por parte del Consejo de Salubridad General fueron adquiridas por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y poco más del 20% (41 de 197) por parte del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) en un lapso de tiempo de hasta 3 años. Ello significa que existe un conjunto de medicamentos innovadores que no han logrado llegar a la población mexicana entre las principales instituciones de salud del país, para atender enfermedades crónico-degenerativas tales como diabetes e hipertensión, o los diversos cánceres tanto en hombre como en mujeres.

Los argumentos que explican tal condición hacen referencia es la duplicidad de trámites entre las instituciones y su falta de coordinación, tiempos muy largos en los procesos internos para su aprobación, así como limitaciones presupuestales.

Esquema 5. Claves de medicamentos incluidas por Grupo Terapéutico y tiempo de adquisición entre principales instituciones de salud



Fuente: Elaboración propia, con información de INEFAM (2018). Comportamiento de las claves de medicamentos incluidas en el Cuadro Básico Interinstitucional de Medicamentos del Consejo de Salubridad General. Inédito

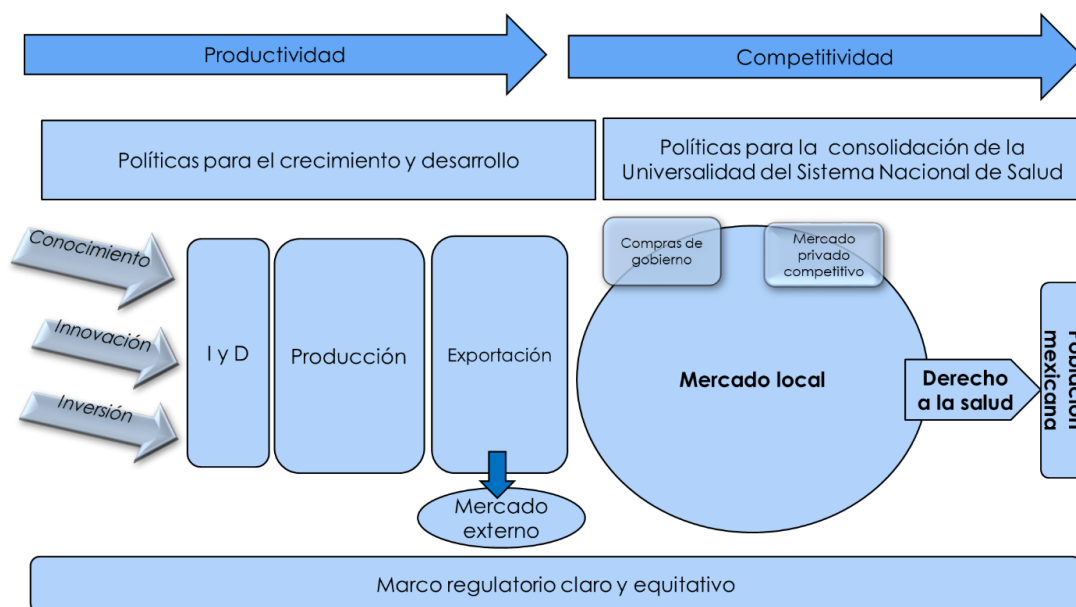
3. Propuestas de política industrial

La búsqueda del equilibrio entre el ámbito de la salud y el económico requiere de una intensa labor conjunta entre IF y las autoridades sanitarias y económicas, máxime cuando tienen en común la contribución al bienestar y el desarrollo económico.

Es por ello necesaria una política industrial para la IF que complemente y dé lugar a sinergias a las políticas de salud para los siguientes años. Se proponen dos grupos de políticas que desde el mesonivel permitan equilibrar las condiciones que la IF enfrenta.

El esquema 6 muestra la relación de las políticas propuestas y cómo se asocian con las actividades críticas de la cadena de valor de la IF.

Esquema 6 Políticas Industriales para la IF



Fuente: Elaboración propia.

Políticas para el Crecimiento y Desarrollo:

Estas tienen como objetivo elevar la productividad de la industria a través de **tres** importantes impulsores:

- Inversión local como extranjera, que se materialice en plantas de producción, centros de investigación o ampliación de la capacidad instalada en el país o en generación de servicios de valor agregado, donde las macropolíticas garanticen la estabilidad económica y las certidumbres jurídica y política.
- Conocimiento científico local y externo que contribuya al desarrollo de medicamentos y terapias desde la investigación clínica, a la vez que contribuya a la creación de una mayor comunidad científica que incentive el cambio de ideas y surjan nuevos proyectos.
- Innovación en sus diversas formas (productos, procesos, servicios u organizacionales), conectada con el conocimiento e impulsada por la inversión, que estimule la creación de empresas o desarrolle nuevas áreas que eleven la productividad y la competencia.

Estos tres impulsores deben contribuir a la cadena de valor de la IF: IyD, producción y exportación.

Política para la consolidación de la Universalidad del Sistema Nacional de Salud:

El objetivo es garantizar el derecho a la salud de la población a la vez que la IF se observa competitiva. Estas políticas demandan del todo una colaboración estrecha entre la IF y las autoridades sanitarias:

- Crecimiento y Desarrollo: a) con un plan de innovación entre instituciones de salud, de ciencia y tecnología, junto con los organismos reguladores y universidades. b) Estímulos fiscales como la reducción o exención de impuestos entre 2 a 5 años para la inversión en proyectos de investigación y desarrollo, así como atraer nuevos medicamentos para su producción local, incluyendo los farmoquímicos.
- Consolidación de la Universalidad del Sistema Nacional de Salud: a) garantizar el derecho a la salud en el sistema público con mayor agilidad para el acceso a medicamentos

eficaces y modernos; uniformar criterios de acceso de medicamentos entre las instituciones públicas de salud de los distintos niveles de gobierno y, contar con estrategias de riesgo compartido de tratamientos terapéuticos de alto costo en colaboración con los laboratorios. b) rediseñar compras gubernamentales con una correcta selección de medicamentos que participen en compras consolidadas con una programación adecuada para su adquisición a precios.

- Marco regulatorio claro y equitativo: a) que garantice la aplicación de reglas claras y con criterios objetivos, en tiempo y forma. b) Simplificación de trámites para la obtención de registros y licencias sanitarias, principalmente.

4. Conclusiones generales

Al combinar los enfoques de la PTF con la CS se logra una visión comprensiva de lo que sucede en un sector productivo como es la farmacéutica y con ello poder sustentar de manera más sólida propuestas de política industrial.

Se demuestra que la productividad manufacturera de la IF ha caído notablemente desde el año 2008 ante el cambio estructural propiciado por las transformaciones en los factores de competitividad que la determinan.

Su caída ha significado pérdida de empleos de personal altamente capacitado y reducción en la participación en el PIB nacional (de 0.80% en 2007 a 0.48% en 2016).

El enfoque de la PTF demostró que dicha caída es a raíz del alto grado de complejidad de aquellos factores que la determinan, más allá de la producción de medicamentos.

Precisamente, el enfoque de la CS permitió identificar y describir los factores y políticas que determinan a la IF a través de los cuatro niveles estudiados, con énfasis en el mesonivel, que impacta a la IF de manera severa y vertiginosa en su productividad; a pesar de ello, el compromiso empresarial se ha mantenido firme y se adapta al cambio estructural sin dejar de contribuir con el sector salud con innovaciones médicas de avanzada tecnología, así como contar con medicamentos genéricos como innovadores.

También se demostró, para el caso concreto en la inclusión de medicamentos para su uso en el mercado público, que la innovación farmacéutica enfrenta severas barreras regulatorias y falta de coordinación interinstitucional que facilite el acceso a medicamentos innovadores para la población mexicana.

Las propuestas de política industrial sugieren promover el crecimiento y desarrollo de esta industria a través inversión, innovación y conocimiento que impacten positivamente la IyD, la producción de medicamentos, y que impulse su vocación exportadora.

Estas propuestas serán posibles en la medida que se garantice un marco regulatorio claro y equitativo que indiscutiblemente es un factor de competitividad fundamental.

5. Referencias

- Aguilar Villanueva, Luis F. (2006). *Gobernanza y gestión pública*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Diewert, W. and Nakamura A. (2002). "The measurement of aggregate total factor Productivity growth". *Handbook of econometrics*, Elsevier.
- IMSS (2011). "Informe al Ejecutivo Federal y al Congreso de la Unión sobre la situación financiera y los riesgos del Instituto Mexicano del Seguro Social 2011-2012". Disponible en http://archivos.diputados.gob.mx/Comisiones_LXII/seguridad_social/informes/informecompleto_imss_2011-2012.pdf
- INEFAM (2018). "Comportamiento de las claves de medicamentos incluidas en el Cuadro Básico

- Interinstitucional de Medicamentos del Consejo de Salubridad General”. Inédito
- INEGI. Indicadores de Productividad. Banco de Información Económica. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- INEGI. *Matriz Insumo Producto*. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales*. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Instituto de Investigación e Innovación Farmacéutica, A.C. (2015). *Comportamiento de las compras Consolidadas en el Sector Público de Medicamentos 2013-2015*. Inédito.
- Instituto de Investigación e Innovación Farmacéutica, A. C. (2011). *Dimensionamiento del mercado farmacéutico y de salud nacional*. Inédito.
- Klaus Esser / Wolfgang Hillebrand / Dirk Messner / Jörg Meyer-Stamer, L et al (1996). “Competitividad sistémica: Nuevo desafío a las empresas y a la política”. *Revista de la CEPAL*; Santiago 1996, No. 59 pág. 39 – 52.
- Mayer-Foulkes, D. (2001). “The Long-Term Impact of Health on Economic Growth in Mexico, 1950-1995”, *Journal of International Development*, 13 (1), pp. 123-126.
- OECD (2001). *Measuring Productivity. Manual Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth*. Paris.
- Pammolli et al (2011). “The productivity crisis in pharmaceutical R&D”. *Nature reviews|drugs discovery*, Volume 10, June 2011.
- Porter, Michael (2008). *On Competition*. Harvard Business Review Books.
- Ruiz Durán, Clemente (2013). “Concepto de competitividad, aspectos transversales en México e implicaciones de Política”. Presentación realizada ante la Cámara de Diputados y al Consejo Consultivo Científico y Tecnológico, A. C., febrero 2013.
- Sala-i-Martin Xavier and Artadi Elsa V. (2004) "The Global Competitiveness Index", *Global Competitiveness Report*, World Economic Forum.
- Secretaría de Economía. *Flujos Totales de IED hacia México por país de origen y por entidad federativa (1999-2014)*. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/inversion-extranjera-directa/estadistica-oficial-de-ied-en-mexico>
- Solow, Robert (1957), “Technical Change and the Aggregate Production Function”, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, pp. 312-320.

6. Anexo

Metodología de los Enfoques sobre la productividad total de los factores (PTF)

En la actualidad se conocen tres enfoques sobre la PTF,

- a) Acumulación de los factores,
- b) Contabilidad del Crecimiento,
- c) Números índice.

Por el limitado espacio, solamente se explicará el tercer enfoque que fue el fundamento para las estadísticas aquí mostradas sobre PTF de la IF.

- Enfoque de números índice¹⁴

Un índice de productividad generalmente se define como la relación de un índice del producto entre un índice de crecimiento de los factores productivos, donde el índice del producto comprende las cantidades totales de bienes y servicios producidos por algún sector y el índice de insumos se refiere a las cantidades totales de todos los insumos utilizados para producir esos bienes y servicios. Para calcular el crecimiento de la productividad necesitamos obtener al menos dos datos tanto del índice de productos como del índice de insumos.

La productividad se mide como el crecimiento del cociente del índice de productos entre el índice de insumos.

¹⁴ Diewert, W. and Nakamura A. (2002). “The measurement of aggregate total factor Productivity growth”. Handbook of econometrics, Elsevier.

También podemos calcular el crecimiento de la productividad de la siguiente manera: Supóngase que el sector de referencia produce M productos y utiliza N insumos en cada periodo que interese (un mes, un trimestre, un semestre o un año, generalmente). Denótese la cantidad de producto m producido en el periodo t como y_m^t para $m = 1, \dots, M$, y denótese la cantidad del insumo n utilizado en el periodo t como x_n^t , para $n = 1, \dots, N$.

Para calcular un índice de crecimiento del producto agregado es necesario sumar las tasas de crecimiento de cada producto entre el periodo t_{-1} y t , $\frac{y_m^t}{y_m^{t-1}}$ para $m = 1, \dots, M$. Generalmente los precios del producto p_m^t y p_m^{t-1} , para $m = 1, \dots, M$ o la participación del producto en el gasto, definida como:

$$s_m^t = \frac{p_m^t y_m^t}{\sum_{i=1}^M p_i^t y_i^t} \quad (1)$$

Para $m = 1, \dots, M$.

Se utilizan para ponderar las tasas de crecimiento individuales del producto promedio, donde p_m^t es el precio promedio de venta del producto m en el periodo t .

Se utilizan para ponderar las tasas de crecimiento individuales del producto, donde p_m^t es el precio promedio de venta del producto m en el periodo t .

De manera semejante, para calcular un índice de crecimiento de los insumos es necesario sumar las tasas de crecimiento individuales de los insumos $\frac{x_n^t}{x_n^{t-1}}$ para $n = 1, \dots, N$. Generalmente los precios de los insumos w_n^t y w_n^{t-1} o la participación en el costo total del insumo n , se utilizan para ponderar las tasas de crecimiento individuales de cada insumo, donde w_n^t es el precio del insumo n en el periodo t y $\frac{w_n^t x_n^t}{\sum_{i=1}^N x_i^t y_i^t}$ es la participación del costo del bien n en el costo total.

La mayoría de las economías tienen un rango diverso de productos (bienes agrícolas, manufactureros, servicios y exportaciones) y un rango igualmente diverso de insumos (trabajo, capital, tierra, inventarios y recursos naturales). Calcular la productividad total de los factores requiere de un medio para agregar estas diversas cantidades de insumos y productos en mediciones que denotan el agregado de productos (producción total agregada) y el agregado de insumos (insumos totales utilizados en la producción). Estas condiciones son observables en la IF establecida en México y fue gracias al uso de la Matriz Insumo-Producto, así como estadísticas de la encuesta mensual manufacturera, permitieron el armado de la información para lograr obtener la PTF.

La forma específica en que los precios de los bienes y servicios finales deben utilizarse para ponderar las tasas de crecimiento de los productos individuales no es obvia. En la práctica se utiliza una fórmula de número índice para calcular una tasa de crecimiento del producto. Un índice de cantidades Q es una función específica de los vectores de precios y cantidades pertenecientes a dos periodos bajo consideración (digamos periodo 0 y periodo 1), donde los vectores de precios y cantidades son:

$p^t = (p_1^t, \dots, p_M^t)$ y $y^t = (y_1^t, \dots, y_M^t)$, para $t = 0, 1$. Los índices más comunes de cantidades son: Laspeyres, Paasche, Fisher y Tornqvist, definidos respectivamente como:

$$Q_L(p^0, p^1, y^0, y^1) = \frac{p^0 y^1}{p^1 y^0} = \sum_{m=1}^M S_m^0 \left(\frac{y_m^1}{y_m^0} \right) \quad (\text{Laspeyres}) \quad (2)$$

$$Q_P(p^0, p^1, y^0, y^1) = \frac{p^1 y^1}{p^1 y^0} = \left[\sum_{m=1}^M S_m^1 \left(\frac{y_m^1}{y_m^0} \right)^{-1} \right]^{-1} \quad (\text{Paasche}) \quad (3)$$

$$Q_F(p^0, p^1, y^0, y^1) = [Q_L(p^0, p^1, y^0, y^1) Q_P(p^0, p^1, y^0, y^1)]^{0.5} \quad (\text{Fisher}) \quad (4)$$

$$Q_T(p^0, p^1, y^0, y^1) = \prod_{m=1}^M \left(\frac{y_m^1}{y_m^0} \right)^{0.5(s_m^0 + s_m^1)} \quad (\text{Tornqvist}) \quad (5)$$

Donde las participaciones de los productos S_m^t se definen en la ecuación 1 para $t = 0, 1$ y $p^0 y^1 = \sum_{m=1}^M p_m^0 y_m^1$ denota el producto de los vectores p^0 y y^1 .

De manera semejante, los índices de cantidades de insumos más utilizados son: Laspeyres, Paasche, Fisher y Tornqvist, que denotaremos como I_L, I_P, I_F, I_T .

Estos se definen como sigue:

$$I_L(w^0, w^1, x^0, x^1) = \frac{w^0 x^1}{w^1 x^0} = \sum_{n=1}^N S_n^0 \left(\frac{x_n^1}{x_n^0} \right) \quad (\text{Laspeyres}) \quad (6)$$

$$I_P(w^0, w^1, x^0, x^1) = \frac{w^1 x^1}{w^1 x^0} = \left[\sum_{n=1}^N S_n^1 \left(\frac{x_n^1}{x_n^0} \right)^{-1} \right]^{-1} \quad (\text{Paasche}) \quad (7)$$

$$I_F(w^0, w^1, x^0, x^1) = [I_L(w^0, w^1, x^0, x^1) I_P(w^0, w^1, x^0, x^1)]^{0.5} \quad (\text{Fisher}) \quad (8)$$

$$I_T(w^0, w^1, x^0, x^1) = \prod_{n=1}^N \left(\frac{x_n^1}{x_n^0} \right)^{0.5(s_n^0 + s_n^1)} \quad (\text{Tornqvist}) \quad (9)$$

Donde la participación del insumo n en el costo total es:

$$S_n^t = \frac{w_n^t x_n^t}{\sum_{i=1}^N w_i^t x_i^t}$$

Para $n = 1, \dots, N$.

Así que podemos definir un índice de cantidades de producto $Q(p^0, p^1, y^0, y^1)$ dividido entre un índice de cantidades de insumos $I(w^0, w^1, x^0, x^1)$.

El este estudio se ocupó el enfoque axiomático donde los os índices potenciales se evalúan contra las propiedades especificadas y si pasa la mayoría de las pruebas se le preferiría en el análisis. Las pruebas para evaluar índices alternativos son:

- La prueba cuantitativa: si las cantidades son las mismas en dos periodos, entonces el índice de producción debería ser el mismo (ser el mismo número) independientemente de cuales sean los precios en los dos periodos;
- La prueba de la canasta constante: si los precios son constantes en dos periodos distintos, entonces el nivel de producto en el periodo 1 comparado con el periodo 0 es igual al valor del producto en el periodo 1 dividido entre el valor del producto en el periodo 0;
- La prueba del incremento proporcional en el producto: si todos los bienes del periodo t se multiplican por un factor común λ , entonces el índice de producto en el periodo t comparado con el periodo 0 debería aumentar también por el factor λ ; y

- La prueba de reversión temporal: si los precios y las cantidades en el periodo 0 y t se intercambian, entonces el índice de producto que resulta debe ser el recíproco del índice original.

En lo particular, el índice de Fisher es ideal para calcular la productividad total de los factores, aunque en la práctica el índice de Tornqvist también puede utilizarse ya que proporciona resultados muy parecidos a los del índice de Fisher¹⁵.

Como se desprende de la ecuación 8 el “índice ideal” de Fisher es la raíz cuadrada del producto de los índices de Laspeyres y Paasche. Más formalmente, el índice de producto ideal de Fisher está dado por:

$$Q_F^t = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^M p_i^B y_i^t}{\sum_{j=1}^M p_j^B y_j^B} \right) \left(\frac{\sum_{i=1}^M p_i^t y_i^t}{\sum_{i=1}^M p_i^t y_i^B} \right) \right]^{0.5} \quad (11)$$

Donde Q_F^t es el índice ideal de producción agregada de Fisher para el periodo t ;

p_i^B Es el precio del bien i en el periodo base;

y_i^t Es la cantidad del bien i en el periodo t ;

p_i^t Es el precio del bien i en el periodo t ;

y_j^B Es la cantidad del bien j en el periodo base.

En forma semejante, el índice de ideal de insumos de Fisher está dado por:

$$I_F^t = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^N w_i^B x_i^t}{\sum_{j=1}^N w_j^B x_j^B} \right) \left(\frac{\sum_{i=1}^N w_i^t x_i^t}{\sum_{i=1}^N w_i^t x_i^B} \right) \right]^{0.5} \quad (12)$$

Donde I_F^t es el índice ideal de insumos de Fisher para el periodo t ;

w_i^B Es el precio del insumo i en el periodo base;

x_i^t Es la cantidad del insumo i en el periodo t ;

w_i^t Es el precio del insumo i en el periodo t ;

x_j^B Es la cantidad del insumo j en el periodo base.

El índice ideal de productividad total de los factores de Fisher está entonces dado por:

$$PTF_F^t = \frac{Q_F^t}{I_F^t} \quad (13)$$

Con estos índices de producto e insumos agregados de Fisher, se asocian índices de precios de Fisher. El índice de precios de los bienes finales de Fisher está dado por:

$$P_{QF}^t = \frac{\sum_{i=1}^M p_i^t y_i^t}{Q_F^t} \quad (14)$$

En forma semejante, el índice de precios de los insumos de Fisher está dado

$$P_{IF}^t = \frac{\sum_{i=1}^N w_i^t x_i^t}{I_F^t} \quad (15)$$

El índice de Fisher puede calcularse en forma encadenada o no encadenada. En su forma no encadenada, se toma un año como base y los índices de producto para todos los otros años se calculan con respecto a ese año base. Esto significa que las ponderaciones utilizadas para derivar los índices, en cualquier año, provienen la mitad de ese año y la mitad del año base.

¹⁵ International Monetary Fund (2004). *Producer Price Index Manual: theory and practice*, Washington, D.C., U.S.A., p. 470.

Conforme nos alejamos del año base, la mitad de la ponderación atribuible a ese año es cada vez menos representativa de la situación actual de la economía; es decir que, el índice no encadenado de Fisher adolece del problema tradicional de los números índice. Este problema es más severo en los índices de Laspeyres y Paasche, en los cuales las ponderaciones son constantes a través de todo el periodo en el que se calculan los índices.

En el caso que estamos tratando de la IF este problema es menor porque los años considerados no representan mayor problema. Por ello, la medición de la PTF de la IF utilizamos el índice no encadenado de Fisher.

Inovação e transferência de conhecimento em pequenas empresas da Saúde no âmbito do Programa Agentes Locais de Inovação (ALI)

Hertha Almeida Leithão

Mestrado em Gestão do Conhecimento Centro Universitário de Maringá/UniCesumar_
herthaleitao@hneves.com.br

Hilka Pelizza Vier Machado

Mestrado em Gestão do Conhecimento Centro Universitário de Maringá/UniCesumar Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação ICETI
hilkavier@yahoo.com

Regiane Macuch

Mestrado em Gestão do Conhecimento Centro Universitário de Maringá/UniCesumar
Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação ICETI
rmacuch@gmail.com

Resumo

O objetivo da pesquisa é compreender o processo de transferência do conhecimento por Agentes Locais de Inovação para pequenas empresas do setor da saúde no Programa Agentes Locais de Inovação e identificar efeitos deste processo sobre a inovação nas referidas empresas. Foi realizado um estudo qualitativo, com o método do estudo de um caso de um Programa Agente locais de inovação aplicado na área da saúde com pequenas empresas. Os dados foram coletados por meio de entrevistas abertas e de dados secundários. Foram realizadas entrevistas com o coordenador do Programa, com dois agentes e com seis empresas. Para análise, utilizou-se a análise de conteúdo. Os resultados mostraram que a implementação do Programa favoreceu a captura de conhecimento de fontes externas, bem como a codificação e compartilhamento e inovações nas empresas participantes. Para formuladores de políticas públicas, esta pesquisa fornece elementos para uma avaliação da aplicação e dos limites do Programa.

Palavras chaves

Transferência de Conhecimento, Saúde, Inovação, Pequenas Empresas, Políticas de Inovação.

1. Introdução

Conhecimento e inovação são importantes para empresas e a inovação aberta tem origem no compartilhamento e na transferência de conhecimentos (Gomes & Wojahan, 2017). Para pequenas empresas, o conhecimento é importante para ampliar a capacidade de elas inovarem, pois elas têm pouca capacidade de investir em pesquisas e contam com poucos recursos (Silva & Dacorso, 2013). Silva Neto e Teixeira (2014) lembram que em pequenas empresas com ações voltadas à inovação, seus proprietários estão constantemente buscando desenvolver pequenas inovações que assegurem a elas competitividade, lucratividade e o desenvolvimento contínuo do negócio.

Na área da saúde, pequenas empresas enfrentam dificuldades para inovar em função do aumento de custos, de restrições e mudanças nas práticas clínicas, sobretudo pelos avanços das tecnologias de informação e de comunicação nesse setor (Cicone, Costa, Massuda, Vermelho

& Cimenes, 2015), o que contribui para que o setor de saúde seja um segmento dinâmico do ponto de vista de inovações (Gadelha, Vargas, Maldonado, & Barbosa, 2013). Silva, Juliani e Dias (2016) observam que as organizações de saúde buscam utilizar cada vez mais o conhecimento no atendimento aos pacientes, além de buscarem práticas de gestão do conhecimento que contribuam para prestação de serviços de saúde, com maior qualidade e na quantidade necessária para atender a demanda dos usuários.

No Brasil, um Programa que tem se voltado para promoção da inovação em pequenas empresas é o Agentes Locais de Inovação (ALI). Ele foi criado em 2008. Em 2012, o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) firmou parceria com o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CNPq) para implementar o Programa. No final de 2014 a parceria foi renovada e 2800 agentes locais de inovação foram contratados para atuarem no período de 2015 a 2020, com um investimento previsto na ordem de mais de R\$ 320 milhões (BRASIL, 2018). O Programa foi adaptado para pequenas empresas na área de saúde.

Considerando que o Programa ALI tem como foco a inovação em pequenas empresas e que ele vem sendo aplicado para empresas desse setor, esta buscou compreender como o conhecimento foi transferido para pequenas empresas da área de saúde, no âmbito do Programa Agentes Locais de Inovação e como as empresas transformaram esse conhecimento em inovação. O objetivo geral é o de compreender o processo de transferência do conhecimento por Agentes Locais de Inovação para pequenas empresas do setor saúde no âmbito do Programa ALI e identificar possíveis efeitos desse processo sobre a inovação nas referidas empresas. Para isso, realizou-se um estudo qualitativo junto a agentes locais de inovação e a empresas participantes do referido programa.

Destaca-se a contribuição teórica da pesquisa por se caracterizar como uma abordagem sobre conhecimento e inovação no âmbito de pequenas empresas no setor de saúde. Estudos anteriores com foco no Programa ALI centraram-se na análise do radar de inovação, sem analisar o processo de maneira abrangente tal como foi feito nesta pesquisa. Para formuladores de políticas públicas esta pesquisa fornece elementos que propiciam uma avaliação da aplicação e dos limites do Programa ALI ao evidenciar dificuldades e potencialidades de empresas participantes do referido Programa.

A estrutura do artigo inicia-se com um tópico sobre conhecimento e inovação em pequenas empresas, focando a transferência de conhecimento e inovação na área da saúde. Na sequência, detalha-se o método da pesquisa, bem como os instrumentos utilizados, os quais nortearam a coleta de dados, sendo, em seguida são mostrados os resultados e as respectivas análises.

2. Conhecimento e Inovação em Pequenas Empresas

Conhecimento, aprendizagem e inovação são constructos interligados. O conhecimento é um elemento essencial para inovação e depende de condições estruturais nas organizações. A aprendizagem nas organizações resulta de um processo de criação, desenvolvimento e transferência de conhecimentos (Isidro-Filho & Guimarães, 2010).

Empresas pequenas contam com poucos recursos e uma das formas que elas utilizam para desenvolver atividades de pesquisa e desenvolvimento são práticas colaborativas (Baggio & Wagner, 2016). Outro mecanismo utilizado por essas empresas são as redes, que propiciam compartilhamento e transferência de conhecimento tecnológico (Desidério & Popadiuk, 2015). O compartilhamento de conhecimentos para pequenas empresas pode também ocorrer em

arranjos produtivos locais (Santos, 2012).

Entre as fontes de conhecimento que pequenas empresas utilizam constam: contratação de consultorias, valorização de conhecimentos internos e de experiências profissionais de gestores ou de funcionários, bem como informações de fornecedores e de prestadores de serviços (Santos, 2012). A transferência de conhecimentos entre trabalhadores mais experientes é uma estratégia para a transferência de conhecimentos tácitos, pois as empresas pequenas apresentam baixo grau de formalismo (Lyra, 2009; Machado, 2018). Outras práticas identificadas foram baseadas no uso de ferramentas de internet e da web como: e-mail, fóruns de discussão, portais corporativos, MSN e Skype (Lopes, 2009), bem como trocas de informações entre participantes das equipes de desenvolvimento e comunidades de prática.

Além disso, o desenvolvimento de projetos conjuntos com universidades está entre as práticas utilizadas por empresas, especialmente as de base tecnológica (Kronbauer, 2015), porque universidades fazem parte integrante dos sistemas de inovação regionais, nacionais e globais (Piet, 2017) e exercem um papel importante na transferência de conhecimentos para empresas. No entanto, salientam Barboza, Fonseca e Ramalheiro (2015) que são necessários mecanismos que facilitem a contribuição para reduzir o distanciamento entre as universidades e os empresários de pequenos negócios e que sejam capazes de transmitir os conhecimentos produzidos e armazenados na universidade que têm potencial de gerar inovações nessas empresas.

2.1 Transferência de Conhecimentos

A capacidade de aprendizado de pequenas empresas exerce influência sobre a capacidade de inovação (Gomes & Wojahn, 2017). Ela depende de estratégias para buscar conhecimento externo, transformá-lo e disseminá-lo na organização (Aquino & Castro, 2017). Nesse sentido, a capacidade de inovação está associada à capacidade de absorção de conhecimentos externos, os quais, combinados com os conhecimentos internos, tácitos ou explícitos, resultarão em inovação (Barboza, Fonseca & Ramalheiro, 2015).

Para organizações inovarem elas precisam incentivar o compartilhamento e a transferência do conhecimento (Gomes & Wojahn, 2017). Este, por sua vez, é dependente da codificação do conhecimento. O processo de codificação consiste no armazenamento do conhecimento em sistemas de informação, após ter passado por um processo de padronização e estruturação (Hansen, Norhira & Tierney, 1999). A codificação está associada ao conhecimento explícito, que é armazenado em bases de dados e sistemas de informações e que pode ser acessado e reutilizado por qualquer pessoa na organização (Dornelas, 2010). A codificação do conhecimento propicia a reutilização deste (Pascoal, 2011).

Outra estratégia para transferência de conhecimentos é baseada na personalização (Hansen et al., 1999), que consiste na transmissão do conhecimento tácito entre indivíduos nas organizações (Nonaka & Takeuchi, 1997). No entanto, alguns tipos de conhecimento são difíceis de serem transferidos por dependerem dos anos de experiência e/ou estudos que os tornam abstratos e intuitivos (Terra, 2005).

A transferência de conhecimentos pode ocorrer de modo formal, como uma ação prevista e intencional, ou informal, como em encontros no dia a dia entre funcionários (Haro, Gândaara, Horrillo & Mondo, 2014). Quando a organização estimula a transferência de conhecimentos entre os indivíduos, segundo Haro et al. (2014), melhora as capacidades individual e da equipe de trabalho, estimula a criação de novos conhecimentos e melhora a

capacidade de atuação dos funcionários, daí a importância das interações sociais na transmissão de conhecimentos (Haro et. al. 2014; Nonaka & Takeuchi, 1997).

Como exemplos de práticas de transferência de conhecimento por pequenas empresas destacam-se: a) prática de portas abertas, uma interação entre trabalhadores mais experientes e menos experientes, tanto para atender clientes, como para manusear novas técnicas, por exemplo (Frerichs, Lindley, Aleksandrowicz, Baldauf & Galloway, 2012); b) coaching e mentoring, favorecendo contato entre as pessoas e mais tempo para o desenvolvimento do processo de aprendizagem (Pascoal, 2011) e, c) comunidades de prática (Lopes, 2009).

2.1.1 Transferência de conhecimentos e inovação na saúde

Entre os estudos sobre inovação no setor de saúde foi destacado o papel importante de parcerias estratégicas. Nesse sentido, Rezende (2013) apontou como parcerias contribuem para inovação na saúde no Brasil e para a produção nacional de medicamentos, alinhando as dimensões econômica e social.

Além de parcerias, a atuação em redes foi comentada por Pereira (2011) como estratégia utilizada no sistema de saúde para a transferência de tecnologia entre empresas e instituições de pesquisa. Redes e *stakeholders* tem papel importante na inovação de empresas na área de saúde, tanto para qualidade dos serviços, quanto para prevenção (Faurie, Planché, Deltor & Ricaud, 2013). O envolvimento da comunidade mostrou-se importante para transferência e troca de conhecimentos em organizações da saúde (Wilson, 2010). Do mesmo modo, fornecedores podem influenciar a transferência de conhecimentos e de inovação no setor de saúde (Luís, 2013). A integração em redes, envolvendo empresas, institutos de pesquisas e universidades é relevante para transferência de tecnologia e para a promoção de inovação aberta na área da saúde (Montenegro, 2011).

Outro mecanismo importante para transferir conhecimento e inovar na área de saúde é o uso de Tecnologias de Inovação, as TICs. Estudos anteriores apontaram a importância de adoção de registro eletrônico de saúde como forma de compartilhamento de conhecimentos entre médicos (Baird, Davidson, & Mathiassen, 2017). Isidro-Filho, Guimarães e Perin (2011) apontaram os benefícios gerados por hospitais a partir da utilização de TICs, o que propiciou a redução de erros de diagnóstico, prescrição e intervenção e a recuperação mais rápida de pacientes. Ravandi, Djanavi, Abbasi & Gilasi (2014) analisaram os principais portais hospitalares do mundo e observaram o papel destes no desenvolvimento dos serviços de saúde, favorecendo a criação, transferência e acesso ao conhecimento.

Em outra perspectiva, Gregorc (2015) analisaram a transferência de conhecimentos entre profissionais da saúde e concluíram que ela está associada ao processo educacional. Estudando práticas realizadas por profissionais de saúde do Centro de Transfusão de Sangue da Eslovênia ele identificou barreiras na formação de médicos, enfermeiros, funcionários dos laboratórios que impediam que eles compartilhassem conhecimentos.

3. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa é qualitativa este tipo de pesquisa possibilita a compreensão de características de um fenômeno social, com base em interpretações dos indivíduos (Sampieri, colado & Lucio, 2013). Como método de pesquisa, foi escolhido o estudo de caso, pois ele permite compreender os fenômenos individuais, grupais e organizacionais (Yin 2010).

O caso estudado é o Projeto Agentes Locais de Inovação (ALI), realizado com

pequenas empresas no setor da saúde em um município brasileiro de médio porte. Como instrumentos de coleta de dados, foram utilizadas fontes primárias e secundárias. Como dados secundários foram consultados relatórios do Programa ALI, disponibilizados pelo SEBRAE local. Dados primários originaram-se em entrevistas, sendo que foram entrevistados: a) o coordenador local do Programa ALI saúde; b) dois Agentes locais de inovação; c) seis empresas que participaram do Programa, sendo o critério de seleção das empresas a diversidade de setores: laboratório de análises clínicas, academia para idosos, clínica odontológica, hospital oftalmológico, clínica médica, clínica odontológica. Com isso, a triangulação dos dados foi obtida, como sugerido por Yin (2010).

Para cada grupo de participante foi elaborado um roteiro de entrevista. Para o Coordenador do Programa e para os Agentes locais de inovação as questões foram: a) Conte sua experiência no Programa ALI e no Projeto Saúde; b) Quando teve início sua participação no Programa ALI?, c) Quantas empresas do setor saúde você acompanhou ao longo de sua participação?, d) Quais foram as dificuldades em aplicar a metodologia do Programa ALI?, e) Quais foram as técnicas que utilizou para transferir seu conhecimento para as empresas?, h) Quais desafios as empresas precisaram enfrentar?, i) Quais transformações ou mudanças ocorreram nas empresas?, j) Alguma das empresas desistiu? Quantas? E por quê?

Para as entrevistas com empresários, inicialmente foram coletados dados gerais das empresas, como número de funcionários, quando entrou ou saiu do Programa. Em seguida, as questões eram voltadas para identificar quais ações fizeram parte da integração das empresas ao programa e quais mudanças ocorreram após integrar o Programa ALI. As entrevistas foram gravadas com a autorização dos participantes e todos receberam um termo livre de consentimento, que foi por eles assinado. Foi assegurando aos participantes a confidencialidade dos dados. Todas as entrevistas foram transcritas na íntegra. A Tabela 1 resume as informações das empresas participantes da pesquisa.

Tabela 1. Perfil dos participantes da pesquisa

Empresa	Função	Duração	Sexo	Escolaridade	Idade	Experiência
Laboratório de Análises Clínicas	Gerente Administrativa	60 minutos	Feminino	Graduação em Educação Física. MBA em Gestão Empresarial e Especialização em Gestão da Qualidade	36 anos	18 anos
Academia para Idosos	Sócia Proprietária	45 minutos	Feminino	Graduação em Fisioterapia. Especialista em Reabilitação Terapêutica.	38 anos	15 anos
Clínica Odontológica	Proprietária	50 minutos	Feminino	Graduação em Odontologia. Especialização em Buco Maxilo Facial e Odontologia Legal	36 anos	10 anos
Hospital Oftalmológico	Gerente Administrativa	45 minutos	Feminino	Graduada em Farmácia. Especialista em Gestão em Saúde.	35 anos	5 anos e meio

Clínica Médica	Gerente Administrativo e Financeiro	45 minutos	Masculino	Graduação em Ciências Contábil. Especialização em Auditoria e Perícia, Gestão Financeira e Controladoria. Mestrado em Ciências Contábeis	40 anos	16 anos
Clínica de Odontologia	Sócio Proprietário	40 minutos	Masculino	Graduação em Odontologia. Especialista em Ortodontia. Mestre em Ortodontia	38 anos	12 anos

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Outros participantes entrevistados foram dois agentes, sendo que um deles atuou no terceiro ciclo do Programa – 2017/2019 e a outra foi a primeira agente do setor saúde e é a atual Consultora Sênior do Projeto Saúde do município. A outra entrevista foi realizada com o Coordenador do Projeto ALI saúde, com duração de uma hora e sete minutos. Para análise, foi empregada a análise de conteúdo. Após pré análise e exploração do material transcrito, os dados foram tratados por meio de categorização o que propiciou inferências e interpretação (Bardin, 2010).

4. Apresentação dos Resultados

4.1 Descrição Sucinta do Programa Agentes Locais de Inovação

A implementação do Programa tem início com um mapeamento do setor, e, em seguida realiza-se seleção das empresas que atendem aos pré-requisitos (SEBRAE, 2010). Após é realizado um acompanhamento das empresas, que segue um fluxo de trabalho: a) sensibilização e adesão das empresas; b) diagnóstico com a ferramenta Radar da Inovação; c) devolutiva e plano de ação; d) implementação do plano de ação; e) final do plano de ação e novo diagnóstico com o Radar da Inovação ou retorno para o item c. Após a etapa de sensibilização, o empresário que adere ao Programa ALI assina um termo de adesão e é então agendada uma visita à empresa (SEBRAE, 2010).

Na primeira visita à empresa é realizado um diagnóstico, por meio do radar da Inovação. O radar da inovação é uma das principais ferramentas utilizadas no Programa ALI. Este foi criado pelo *Center for Research in Technology & Innovation, da Kellogg School of Management* e foi adaptado para ser utilizado no Programa. O diagnóstico utiliza um questionário composto por 42 perguntas, que alimenta a geração de um gráfico onde se visualiza o grau de inovação da empresa em cada dimensão do Radar (Cardoso, 2014). O diagnóstico é realizado no início (T0) e no final (T1) do atendimento ou quantas vezes forem necessárias durante o acompanhamento (Bachmann & Destefani, 2008).

Outro instrumento utilizado para diagnóstico das empresas, mencionado por um dos entrevistados, foi o Modelo de Gestão 100, uma adaptação do Programa Modelo de Gestão 1000, adotado por uma grande empresa. Com este instrumento os agentes realizam a avaliação das empresas e estabelecem um *ranking*. Visitas seguintes às empresas têm a finalidade de apresentar os resultados do diagnóstico e construir um plano de ação. A etapa seguinte é a construção da matriz *SWOT*, que proporciona elementos para desenhar a estratégia da empresa.

Em seguida, o agente constrói um plano de ação e a empresa fica responsável pela implementação do plano, o qual é acompanhado e orientado pelo agente. O processo é repetido a cada seis meses. Cardoso (2014) ressalta que são realizados pelo menos dois radares: o radar zero, quando a empresa adere ao programa; e o radar 1, quando é realizada a comparação da empresa no início do processo e depois da implementação das ações sugeridas pelo agente, caso necessário realiza-se o radar 2.

4.2 Ferramentas e práticas utilizadas pelos agentes para transferência de conhecimento

A principal ferramenta do Programa AII é o radar de inovação, como comentado anteriormente. As informações do diagnóstico preliminar são transferidas para o radar, que as classifica em um conjunto de dimensões previamente estabelecidas. Após esta etapa inicial, o agente orienta as empresas a utilizar o Planning, Doing, Check and Act (PDCA), método utilizado para melhoria de processos e para tomada de decisão e tem início assim a transferência de conhecimentos. Outras ferramentas utilizadas pelos agentes para a transferência de conhecimento para as empresas foram: planos de marketing, cursos de programas de qualidade, mapeamento de processos e orientações para reforma de fachadas. Outras ações desenvolvidas no âmbito do Programa, que visaram transferir conhecimento e incentivar a inovação no setor, foram eventos e viagens. A estratégia de promoção de eventos, como narrou E1, contribuiu para o transbordamento de conhecimentos e para geração de capital social, e propiciou visibilidade ao Programa, favorecendo a obtenção de financiamentos para atividades do Programa. A influência do Programa extrapolou as empresas e promoveu resultados no ambiente, como o caso da Conferência da Saúde, evento que surgiu no âmbito do Programa, mas que se institucionalizou no ambiente. Objetivando a propagação de boas práticas no setor, os responsáveis pelo programa em nível local têm orientado as empresas no sentido de implementarem estratégias de benchmarking.

De modo geral, as empresas mencionaram que a participação no Programa influenciou a maneira como todas passaram a codificar os conhecimentos em relatórios periódicos, por meio da introdução de caixa de sugestões. Elas passaram também a organizar sistemas de informações e a implementarem de pesquisa de satisfação de clientes.

4.3 Transferência de Conhecimentos e Inovação

O Programa favoreceu a institucionalização de algumas práticas e a valorização da tecnologia, incentivando a utilização de softwares e a oferta de *wifi* para clientes. Outra prática inovadora para duas empresas foi a adoção de indicadores, construídos a partir de informações obtidas em reuniões, pesquisas com clientes, pacientes, evidenciando a capacidade de criação de conhecimento. Elas citaram indicadores de satisfação do paciente, indicadores sobre educação continuada, além de indicadores financeiros.

Outras inovações foram: medidas para garantir a segurança de pacientes, mediante uso de pulseiras, crachás e colocação de placas indicativas de circulação dos pacientes (E7); a implementação de sistema de registro de ocorrências (E8). Para E9, o Programa possibilitou visualizar unidades de negócio mais e menos lucrativas e usar a informação para definir estratégias de marketing. Outra inovação foi a padronização de processos, deflagrada a partir da implantação de um programa de qualidade em cada setor.

Por outro lado, duas empresas tiveram dificuldades em implementar a padronização, uma para abandonar o sistema antigo e informal utilizado para registro de informações e outra

para mudar a prática anterior por tratar de uma profissional que executa sozinha o serviço e administra o seu empreendimento. Quanto às práticas de transferência de conhecimento que envolvessem universidades locais e institutos de pesquisas, três empresas mencionaram trabalhos em conjunto, como o compartilhamento de laboratórios da empresa com universidades, palestras proferidas por profissionais das empresas e promoção conjunta de eventos.

As inovações, de modo geral, consistiram em mudanças no processo gerencial e em inovações incrementais na gestão e que foram resumidas na Tabela 2.

Tabela 2: Resumo das inovações/mudanças nas empresas

Tipo de Inovação	Detalhamento	Empresa
Pesquisa de satisfação de clientes	Método whats app, e-mail, caixinha.	E3
Adoção de softwares e internet	Novos softwares e Wifi. Divulgação em <i>Facebook, Instagram</i> e Google meu negócio.	E2, E6, E7.
Introdução de indicadores	Índice de Satisfação do Paciente; Indicadores sobre índices de educação continuada.	E7, E8.
Implementação de sistema de registro de ocorrências, segurança aos pacientes.	Introdução de pulseiras, uso de crachás, colocação de placas indicativas de circulação dos pacientes.	E7, E8
Redefinição de estratégias de marketing	Por meio de visualização de unidades de negócio mais e menos lucrativas.	E9
Padronização de processos	Atendimento na recepção e fichas de pacientes.	E4, E5
Parcerias com universidades	Utilização de laboratórios, palestras e promoção de cursos.	E4, E7, E8.

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Os dados da Tabela 2 demonstram que as empresas implementaram ações voltadas à codificação e padronização de processos, orientações essas oriundas da consultoria prestada pelos consultores do Programa, corroborando com Pascoal (2011), que salienta a importância de consultores na promoção de mudanças e inovações em pequenas empresas. Além disso, entre as mudanças introduzidas nas empresas que participaram do Programa, o uso da TIC foi um dos pontos salientados pelos entrevistados, em consonância com Baird, Davidson, & Mathiassen (2017), Ravandi, Djanavi, Abbasi e Gilasi (2014) e Isidro-Filho, Guimarães e Perin (2011), que mostraram a importância do uso de TIC no compartilhamento e transferência de conhecimentos na área da saúde. De modo específico, como mostrado no Quadro 2, o uso de TIC foi observado para a adoção de *softwares*, a partir de informações de prestadores de serviços, corroborando com Santos (2012), como também em pesquisa de satisfação de clientes por e-mail, tal como demonstrou Lopes (2009). O uso de TIC favoreceu a implantação de sistema e registro de ocorrências e segurança de pacientes para as empresas E7 e E8. Por fim, tal como mencionou Kronbauer (2015), mudança importante para melhorar as formas de obtenção e compartilhamento do conhecimento, com vistas a maior inovação nas empresas, foi o estabelecimento de parcerias com universidades.

Ademais, as empresas E7 e E8, ao estabelecerem índices de educação continuada, enfatizaram a importância do processo educacional, como foi anteriormente mencionado por Gregorc (2015) na transferência de conhecimentos entre profissionais da saúde.

5. Análise dos Resultados

No âmbito do Programa ALI algumas parcerias estratégicas foram estabelecidas, como sugere Rezende (2013). O apoio de outros órgãos foi importante para a realização de

capacitações, visitas técnicas, contato com outros profissionais do mesmo setor e com especialistas, obtendo conhecimento externo. As fontes externas mencionadas foram: SEBRAE, Associações de Classe, outros profissionais, fornecedores, consultores e profissionais especializados na área da saúde, corroborando em parte com os achados de Souza (2015) e D'Anjour e Silva. (2016).

Barboza et al. (2015) afirmam que o desenvolvimento de competências para inovar depende da capacidade de absorver conhecimentos externos e combinar com os conhecimentos existentes, tanto tácitos quanto explícitos. Nesta pesquisa, a maioria das empresas mencionou a busca por cursos e palestras como mecanismos incentivados para busca de informações e desenvolvimento da capacidade de absorção do conhecimento externo. Uma das empresas mencionou reuniões que foram instituídas e que representaram uma forma de transferência do conhecimento do agente para a empresa, como citado: “Nós estabelecemos um calendário de reuniões que passou a acontecer com a vinda do ALI, essas mudanças aconteceram de fato com a presença do agente, sinalizando através do Radar o que nós deveríamos fazer” (E8).

Um dos aspectos frágeis no Programa foi a cooperação com universidades, importante para geração de inovação aberta (Chesbrough, 2012). Apenas três empresas mencionaram ações de cooperação com universidade e ainda assim com pouca transmissão de conhecimentos pelas universidades.

Quanto à utilização de instrumentos para a transferência de conhecimentos, o Radar da Inovação, apesar de ter sido uma ferramenta adaptada para a área da saúde, esta representa o pilar do processo de diagnóstico em busca de melhorias, mudanças e inovações nas empresas. Os agentes utilizaram outras ferramentas complementares para dar prosseguimento a consultorias nas empresas, tais como o MEG, PDCA e análise SWOT, que são ferramentas gerenciais usadas por grandes empresas. Por outro lado, mecanismos que poderiam ter sido utilizados para dinamizar a busca e a transferência de conhecimento como o caso de comunidades de prática (Lopes, 2009), não foram incentivadas na execução do Programa.

Em geral, os dados da pesquisa demonstraram que a implementação do Programa favoreceu a captura de conhecimento de fontes externas, bem como direcionou a codificação, o refinamento, o compartilhamento, como sugere Dalkir (2005). A utilização de TIC foi um elemento importante, reforçando as capacidades tecnológicas dessas empresas e, conseqüentemente, aumentando a competitividade, como assinalado por Hernández, Gómez e Hernández (2017).

6. Conclusões

O objetivo desta pesquisa foi compreender o processo de transferência do conhecimento por Agentes Locais de Inovação para pequenas empresas do Setor Saúde no âmbito do Programa Agentes Locais de Inovação – ALI, e identificar possíveis efeitos deste processo sobre a inovação nas referidas empresas. Os resultados mostraram que as empresas aumentaram a capacidade de captar informações de fontes diversas – clientes, fornecedores, palestrantes, consultores -, implementando mecanismos de codificação do conhecimento, por exemplo por meio da introdução de sistemas de informações gerenciais. No que tange à transferência de conhecimentos, as empresas o fizeram juntamente com outras empresas do setor e no âmbito das empresas, internamente, difundindo práticas e rotinas em treinamentos, reuniões e redes.

Como contribuição teórica para Inovação, a pesquisa analisou a implementação de um

Programa voltado à inovação de pequenas empresas brasileiras focando além do Radar de Inovação. Para o campo da Gestão do Conhecimento, os resultados representam uma contribuição ao mostrar como pequenas empresas transformam conhecimentos em práticas e inovação. Por fim, na área da saúde os resultados abordam a gestão de empresas na cadeia da saúde. Como contribuição prática, os resultados da pesquisa podem nortear outros municípios que irão implantar o Programa na área da saúde.

Como limitações do estudo destaca-se não ter considerado empresas que abandonaram o Programa. Outra limitação é que a avaliação da transferência de conhecimentos e da transformação destas em mudanças ou inovações não levou em consideração o montante de recursos investidos em relação aos resultados obtidos.

Estudos futuros podem analisar a implementação do Programa em outras localidades, a fim de possibilitar possíveis comparações. Estudos futuros poderão ainda sugerir métricas que propiciem avaliação dos resultados em relação aos recursos investidos no Programa, a fim de avaliar a efetividade do financiamento público voltado a ações desta natureza.

7. Referências

- Aquino, H. & Castro, J. M. (2017). Knowledge internalization as a measure of results for organizational knowledge transfer: proposition of a theoretical framework. *Tourism & Management Studies*, 13(2), 83-91.
- Bachmann, D. L. & Destefani, J. H. (2008). *Metodologia para estimar o grau de inovação nas MPE*. Bachmann & Associados. Curitiba, Disponível em: <<http://www.bachmann.com.br/website/documents/ArtigoGraudeInovacaonasMPE.pdf>>. Acesso em: 7 maio 2018.
- Baggio, D. & Wagner, D. (2016). Práticas Colaborativas de P&D no Contexto de Pequenas e Médias Empresas Brasileiras. *Revista de Ciências da Administração*, 18(46), 52-67.
- Baird, A.; Davidson, E. & Mathiassen, L. (2017). Reflective Technology Assimilation: facilitating electronic health record assimilation in small physician practices. *Journal of Management Information Systems*, 34 (3), 664- 694.
- Barboza, R. A. B.; Fonseca, S. A. & Ramalheiro, G. C. F. (2015). Inovação em micro e pequenas empresas por meio do Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. *Revista de Administração e Inovação*, 12(3), 330-349.
- Bardin, L. (2010). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BRASIL. (2018). Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. ALI – Agentes Locais de Inovação. CNPq. Disponível em: <<http://cnpq.br/apresentacao-ali/>>. Acesso em: 27 jul. 2018.
- Cardoso, F. de A. (2014). *Radar Zero e Grau de Inovação: um panorama sobre inovação nas empresas participantes do programa Ali - SEBRAE RJ*. Brasília: SEBRAE.
- Chesbrough, H. (2012). *Inovação aberta: como criar e lucrar com a tecnologia*. Porto Alegre: Bookman.
- Cicone, P. A.; Costa, C. K. F.; Massuda, E. M.; Vermelho, S. C. S. D. & Cimenes, R. M. T. (2015). Gestão do conhecimento em organizações de saúde: revisão sistemática. *Revista Saúde e Pesquisa*, 8 (2) 379-388.
- D'Anjour, M. F. & Silva, N. G. A. (2016). *Mensurando a inovação: avaliação em MPEs participantes do Programa Agentes Locais de Inovação*. Natal: SEBRAE.
- Dalkir, K. (2005). *Knowledge management in Theory and Practice*. Burlington: Elsevier.
- Desidério, P. H. M. & Popadiuk, S. (2015). Redes de Inovação Aberta e Compartilhamento do Conhecimento: aplicações em pequenas empresas. *Revista de Administração e Inovação*, 12(2), 110-129.
- Dornelas, F. C. (2010). Transferência do conhecimento tácito entre os membros organizacionais: estudo da percepção dos fatores relevantes em uma empresa do setor siderúrgico brasileiro. 2010. 105 f. *Dissertação* (Mestre em Administração) – Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças, Vitória.
- Faurie, I.; Planché, F.; Deltor, S. & Ricaud, C. (2013). Anaïs; Guy, Céline Guy. Comprendre mejor la Transferencia de Conocimientos en Salud y Seguridad em El Trabajo: Propuestas para una tipología de guías de prevención. *Laboreal*, vol. IX, nº 2, 52-62.
- Frerichs, F.; Lindley, R; Aleksandrowicz, P.; Baldauf, B. & Galloway, S. (2012). Active ageing in organizations: a case study approach. *International Journal of Manpower*, 33(6), 666-684.

- Gadelha, C. A. G.; Vargas, M. A.; Maldonado, J. M. & Barbosa, P. R. (2013). O complexo econômico-industrial da saúde no Brasil: Dinâmica de uma inovação e implicações para o Sistema Nacional de Inovação em Saúde. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, 12(2), 251-282.
- Gomes, G. & Wojahn, R. M. (2017). Organizational Learning capability, innovation and performance: study in small and médium-sized enterprises (SMES). *Revista de Administração*, 52(2), 163-175.
- Gregorc, C. Editado por: Gomez Chova L; Lopez Martinez A; Candel Torres I. Employee Motivation For Education (Film, Role-Play). Edulearn 15: 7th International Conference On Education and New Learning Technologies, Série de livros: *EDULEARN Proceedings*, p. 2967-2971, 2015.
- Hansen, M T., Norhira, N. & Tierney, T. (2017). *What's your strategy for managing knowledge?* Disponível em: <<https://hbr.org/1999/03/whats-your-strategy-for-managing-knowledge>>. Acesso em: 29 jun. 2017.
- Haro, C S.; Gândara J. M. G.; Horrillo, M. A. R. & Mondo, T. S. (2014). Las etapas de La gestión Del conocimiento: perspectivas relacionadas a las cadenas hoteleiras. *Rosa dos Ventos*, 6, 34-51.
- Hernández, C. C. P; Gómez, G. L. & Hernández, D. G. (2017). Evolución de la capacidad tecnológica en México. Aplicación del análisis estadístico multivariante de cluster. *Contaduría y Administración*, 62, 505–527.
- Isidro-Filho, A., Guimarães, T.A. & Perin, M. G. (2011). Determinantes de inovações apoiadas em tecnologias de informação e comunicação adotadas por hospitais. *Revista de Administração da Inovação*, 8(4), 142-159.
- Isidro-Filho, A. & Guimarães, T.A. (2010). Conhecimento, Aprendizagem e inovação em organizações: uma proposta de articulação conceitual. *Revista de Administração da Inovação*, 7(2), 127-149.
- Kronbauer, E. R. (2015). Fluxo de Conhecimento entre Universidade e Empresa Uma análise de empresas instaladas no TECNOPUC. 95 f. *Mestrado em Administração e Negócios, Instituição de Ensino: PUC do Rio Grande do Sul, Porto Alegre*.
- Lopes, M. dos S. (2009). Estratégias e Recursos Facilitadores de Transferência de Conhecimento Profissional entre os Consultores de Tecnologia da Informação (TI). 100 f. *Mestrado em Administração Instituição de Ensino: Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, Biblioteca Depositária: USCS*.
- Lortie, M.; Kefi, I. & Vezeau, S. (2015). Transfer and Knowledge Management in Very Small and Micro Businesses: Developing a Website in Collaboration With and for Flexible Floor Layers. Proceedings of The 16th European Conference On Knowledge Management (ECKM 2015), *Proceedings of the European Conference on Knowledge Management*, 477-483.
- Lúis, M. A. N. J. (2013). Transferência de Conhecimento Tecnológico: um estudo sobre os fatores indutores e dificultadores ao processo de aquisição de conhecimentos externos e compartilhamento interno nos hospitais do kwanza norte e Malanje/ Angola. 92 f. *Mestrado em administração Instituição de Ensino: PUC Minas Gerais*.
- Lyra, D. D. (2009). Uma Análise Descritiva sobre o Processo de Transferência de Conhecimento dos Trabalhadores Maduros para os mais Jovens nas Organizações. *Mestrado em Administração de Empresas Instituição de Ensino: PUC - RJ, Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: Biblioteca Central*.
- Machado, H.P.V. (2018). Configuração de estudos sobre Gestão do Conhecimento em Pequenas Empresas no Brasil. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 8, 1-19.
- Montenegro, K. B. M. (2011). Transferência de tecnologia: análise e proposição de estratégia para aperfeiçoar a interação IPPs / universidades-empresas com vistas à inovação em saúde. Rio de Janeiro; xv, 245 p. tab, graf. Technology transfer: analysis and proposal strategy to improve the interaction IPPs / ventures with universities for innovation in health.
- Nonaka, I.; Takeuchi, H.(1997). *Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus.
- Pascoal, A. A. G. (2011). Estratégia e gestão do conhecimento: estudo de caso do SENAR MINAS. 2011. 135 f. *Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Faculdade de Ciências Empresariais, da Fundação Mineira de Educação e Cultura, Belo Horizonte*.
- Pereira, C. D. (2011). *Transferência de tecnologia entre institutos de pesquisa e empresas na saúde*. Rio de Janeiro; 162 p. tab.
- Pereira, M. F; Melo, P. A. de; Dalmau, M. B. & Harger, C. A. (2009). Transferência de Conhecimentos Científicos e Tecnológicos da Universidade para o Segmento Empresarial. *Revista de Administração e Inovação*, 6(3), 128- 144.
- Piet, M. (2017). The governance of innovation from a European perspective, social articulation and transmission of knowledge. *Journal of Organizational Change Management*, 30(2), 243-262. doi: 10.1108/JOCM-01-

2017- 0012.

- Ravandi, S. N.; Djanavi, E.; Abaasi, S. & Gilasi, H. R. (2014). *Analysis and Evaluation of the World's Top Hospital Portals from the Perspective of Internet-based Knowledge Management Model Retrieved from K- ACT Model*. International Conference On Integrated Information (IC-ININFO), série de livros: Procedia Social and Behavioral Sciences, 147, pp. 47-55, Doi: 10.1016/j.sbspro. 2014.07.102, 2014.
- Rezende, K. S. (2013). *As parcerias para o desenvolvimento produtivo (PDPS) e o estímulo à inovação em instituições farmacêuticas públicas e privadas brasileiras*. Rio de Janeiro; xii, 176 p.
- Sampirei, R. H.; Collado, C. F. & Lucio, M. P. B. (2013). *Metodologia de Pesquisa*. Porto Alegre: Penso.
- Santos, R. (2012). Transferência de Conhecimento Proveniente de Prestadores de Serviços e Entidades de Apoio: um estudo em empresas do Projeto APL (arranjo produtivo local) do setor metal-mecânico da região do grande ABC. 129 f. *Mestrado em Administração* Instituição de Ensino: Universidade Municipal De São Caetano Do Sul, São Caetano Do Sul Biblioteca Depositária: USCS.
- SEBRAE. (2010). *Guia para a Inovação: instrumento de orientação de ações para melhoria das dimensões da Inovação*. Disponível em: <http://www.sebraepr.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Guia_para_inovacao_instrumento_de_orientacao.pdf>. Acesso em: 24 maio 2017.
- Silva Neto, A. T. & Teixeira, R. M. (2014). Inovação de micro e pequenas empresas: mensuração do grau de inovação de empresas participantes do Projeto Agentes Locais de Inovação. *Brazilian Business Review*, 11 (4), 1-29.
- Silva, G. & Dacorso, A. L. R. (2013). Inovação aberta como uma vantagem competitiva para micro e pequenas empresa. *Revista de Administração e Inovação*, 10 (3), 251-268.
- Silva, M. L.; Juliani, J. P. & Dias, J. (2016). Modelo de gestão do conhecimento para apoiar a prática clínica em uma unidade hospitalar. *Eletron Comum Inf Inov Saúde*, 10(4), 1-14, out./dez. 2016. Disponível em: <<https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/1104/pdf1104>>. Acesso em: 15 maio 2017
- Teixeira, E. P. & Castro, M. S. F (2015). Contribuição das incubadoras no processo de transferência de conhecimento e tecnologia das universidades às empresas. ALTEC Brasil, Porto Alegre, 19-22 out. 2015. Disponível em: <<http://www.altec2015.nitec.co/altec/papers/541.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.
- Terra, J. C. C. (2005). *Gestão do Conhecimento: o grande desafio empresarial*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Wilson, M. G. (2010). Community-based knowledge transfer and exchange: helping community-based organizations link research to action. *Implementation Science*, 5. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2873302/>>.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.

Inovação disruptiva: O modelo das clínicas populares no Estado do Ceará

Ezequiel Alves Lobo

Universidade Estadual do Ceará, Mestrado em Administração de Empresas, Brasil
ezequiellobo2013@gmail.com

José Iran Batista de Melo Filho

Universidade Estadual do Ceará, Mestrado em Administração de Empresas, Brasil
irandemelo.idm@gmail.com

Jessie Coutinho de Souza Tavares

Universidade Estadual do Ceará, Doutorado em Administração de Empresas, Brasil Professora da Universidade de Fortaleza
jessie.tavares@aluno.uece.br

Resumo

A literatura que trata da inovação, tradicionalmente, indica sua influência direta no desenvolvimento econômico das nações, principalmente na esfera da economia capitalista. A caracterização da inovação nas empresas que já estão ou que ingressam no mercado demonstra um movimento dinâmico e não circular que, tanto pode gerar novas organizações como trazer um novo mercado para organizações já existentes, ou eliminá-las, concretizando o processo da destruição criativa. O enfoque do artigo foi direcionado para o conceito da inovação disruptiva e sua caracterização nas clínicas populares de saúde localizadas em Fortaleza-Ce. A pesquisa, multimétodos, exploratória e descritiva foi realizada mediante entrevistas estruturadas, utilizando-se como método a análise de lexicometria e suas modalidades, como Classificação Hierárquica Descendente e análise de Similitude, com o objetivo de identificar, sob a ótica do cliente, se as clínicas populares fazem parte de um modelo de inovação disruptiva.

Palavras-Chave Inovação Disruptiva. Setor de saúde. Clínicas Populares.

1. Introdução

O contexto da acirrada competição no ambiente de negócios exige das organizações estratégias contínuas que se adequem às constantes mudanças. De tal forma que, nenhuma estratégia de negócio é garantia de sucesso ou que a estabilidade de uma organização apresenta solidez perene. Neste caso, o desafio das grandes e pequenas empresas é ter que se reinventarem para não perder mercado e continuar existindo. A inovação neste cenário oportuniza ganhos de mercado e a presença da organização em novos segmentos, diversificando o atendimento da demanda dos consumidores (Rodrigues, Sereia, Lopes, & Vieira, 2010; Hamel, 2000).

Essa nova estratégia tem suscitado o conceito de inovação disruptiva, cunhado por Clayton Christensen, na década de 90 a partir de sua análise da indústria de disco que gerou os principais componentes da inovação disruptiva. Segundo o autor, a disrupção se caracteriza como uma mudança substancial, ou como qualquer nova tecnologia ou startup que pretenda favorecer uma indústria e alterar seus padrões competitivos (Christensen et al., 2018)

Christensen, Anthony e Roth (2007) consideram que sua formação engloba a inovação sustentadora, caracterizando o conjunto de melhorias em produtos já valorizados no mercado,

bem como as inovações disruptivas de baixo e novo mercado, as quais não só reformulam mercados já existentes, como também criam novos mercados.

O campo educacional é citado pelos autores como um terreno promissor para a inovação disruptiva. Nesta seara, o vislumbre é direcionado à parcela de consumidores que tradicionalmente não têm acesso ao ensino superior e que, no entanto, dispõe de tempo livre capaz de viabilizar o aprendizado online; existe aqui a proposta de ampliar a disrupção pela internet e levar a educação para o consumidor que não pode se fazer presente no campus universitário (Christensen, Anthony & Roth, 2007).

Quando considerada no âmbito da saúde, a teoria da inovação assume um posicionamento mais relacionado à disrupção, à reformulação de mercados já existentes. Posto de outra forma, a problematização no setor migra da condição em que oferta serviços de última geração para um público seletivo, demandando investimentos constantes, para a consideração de valores que podem tornar estes serviços mais acessíveis (Christensen, Grossman & Hwang, 2009).

Inicialmente implementada no setor de saúde norte-americano, este modelo de inovação teve como objetivo primordial sanar a negatividade do cenário econômico que se apresentava, o qual demonstrava, segundo os percentuais do Produto Interno Bruto (PIB), que os investimentos na saúde movimentavam de forma significativa a economia do país, realidade que, embora parecesse satisfatória, representava, na verdade o caráter escasso relacionado à acessibilidade a estes serviços (Christensen; Anthony & Roth, 2007).

De forma que determinada gama de serviços, dentre eles, o acesso à saúde, estivesse à disposição da população sem a necessidade de altos custos, houve um aumento na disponibilidade e acessibilidade de serviços de saúde oferecidos por empresas particulares a preços populares. Referida situação também ganhou contornos no Brasil. Segundo Costa (2016), o país demanda pela defasagem constante de um sistema democrático e sustentável, visto a caracterização de saúde da população e o desenvolvimento tecnológico na área da saúde, o que permite inferir sobre a relevância da inovação neste setor.

Tem-se em vista o crescente aumento no país, e em particular no Nordeste, de clínicas populares para a prestação de serviços de saúde, que visam o público-alvo de brasileiros que não possuem plano de saúde, estimados em, aproximadamente, 150 milhões de indivíduos. A partir desta constatação, o estudo tem como objetivo analisar as clínicas populares na perspectiva do conceito de inovação disruptiva e seus constructos.

2. Referencial Teórico

Inicialmente, nesta seção serão sintetizados os principais elementos teóricos relacionado ao tema, com o intuito de fornecer sustentação ao desenvolvimento da pesquisa. Dessa maneira, abordou-se, de forma breve, conceitos de inovação no enfoque neoschumpetiano e em seguida o de inovação disruptiva e seus constructos como aporte teórico do estudo.

2.1 Inovação

Na visão de Schumpeter (1984), o sistema capitalista é responsável por gerar desenvolvimento econômico e conseqüentemente aumentar a competitividade. Neste cenário, surge a inovação tão amplamente definida por este autor como novas combinações de bens, serviços, produção, processos e formas organizacionais, sendo a responsável pela grande variedade de bens que há no mercado como também, suas contínuas melhorias.

Segundo as contribuições teóricas já consolidadas junto à comunidade científica sobre a inovação, o conceito é sumariamente entendido como a criação de um novo bem, produto ou uma alteração radical em um produto já lançado. Esta ideia integra a visão primária e precursora da inovação, a qual é entendida como a capacidade que uma organização possui de estabelecer um monopólio e ser dominante em um determinado segmento através do lançamento de um produto (Schumpeter, 1942; Knight, 1967).

Embora referida contribuição seja corroborada por Drucker (1986), a visão do autor já traz um enfoque mais direcionado para a satisfação das necessidades do consumidor, perspectiva esta vislumbrada por Abernathy e Clark (1985) que também contextualizam o conceito na perspectiva do mercado, considerando que o mesmo é a introdução de um novo produto, que esteja distante das práticas antigas da organização.

A modernização do conceito permitiu que alguns autores o abordassem em uma visão mais relacionada à tecnologia (Krugman, 1979; Dubickis & Gaile-Sarkane, 2015; Huang, Wu, Lu & Lin, et al. 2016; Chaym et al. 2018), inferindo sua ocorrência a partir da adoção de novas tecnologias que terão como consequência uma maior competitividade, buscando ampliar o mercado (Chaym et al. 2018; Hamel & Prahalad, 1994). O artigo em questão tem como foco tratar o fenômeno da inovação disruptiva nas clínicas populares de saúde em Fortaleza.

2.2 Inovação Disruptiva

O termo inovação disruptiva foi idealizado por Christensen (1997) quando realizou uma pesquisa sobre a indústria de discos rígidos, devido às empresas líderes neste setor não conseguirem se manter dominantes nos seus respectivos mercados. Este estudo, gerou três componentes principais da inovação disruptiva. Em primeiro lugar, foi constatado que em diversos setores o ritmo que o progresso tecnológico possui supera a demanda por tecnologias de alto desempenho. Em segundo lugar, as empresas necessitam realizar uma distinção estratégica crucial para os diversos tipos de inovação na tecnologia e nos modelos de negócios. E por último, os modelos de negócios estabelecidos restringem os investimentos das empresas em inovação (Christensen, Macdonald, Altman & Palmer, et al. 2018).

O autor ainda se pronuncia no campo da saúde trazendo contribuições relacionadas à inovação neste setor. Segundo Christensen, Anthony e Roth (2007), trata-se de uma área que absorve U\$ 1 de cada U\$ 7 dólares gastos pelo cidadão americano, e que, em decorrência das inovações nos testes de gravidez e glicose, bem como na angioplastia, não só houve uma movimentação significativa de mercado, como também uma aproximação entre os pacientes-consumidores e os profissionais não especializados que, outrora não podiam realizar procedimentos sofisticados, mas que, atualmente manejam com maestria os objetos que são frutos da inovação.

Referidos estudos, defendem a acessibilidade como a tônica da inovação na saúde. Não só os pacientes se aproximam de forma mais pontual dos profissionais não especializados, como também, a medida que um novo corpo de profissionais domina técnicas que outrora pertenciam a profissionais mais qualificados, aquele corpo permite que estes profissionais se debruçam sobre questões mais desafiadoras (Christensen, Anthony & Roth, 2007).

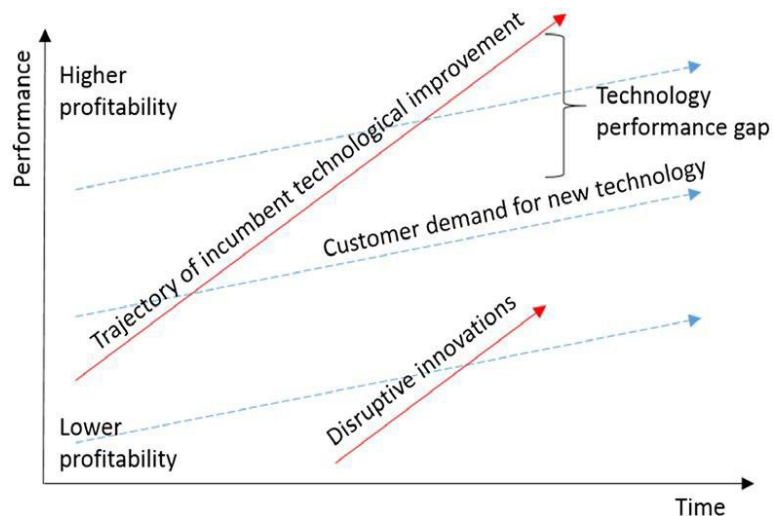
O desdobramento destes estudos no Brasil, suscitou novas questões relacionadas à inovação disruptiva em saúde, como por exemplo, a detecção digital de doenças (DDD) ou os bancos de dados que provém informações relacionadas à disponibilidade de prontuários eletrônicos. Inclusive Duarte, Pedroso, Bellido, Moreira e Viacava et al. (2015) confronta a estrutura do sistema de informação em saúde do SUS com a observação do modelo exponencial

da inovação indicado pelos seis Ds, os quais indicam digitalizado, disfarçado, desmonetizado, desmaterializado, disruptivo e democratizado.

O estudo de Christensen sobre o tema inovação ganha uma roupagem mais elaborada quando o autor lança, em 1997, o livro *O Dilema da Inovação* e populariza a inovação disruptiva. Desde então, o tema tem estado presente no dia a dia de diversas organizações e estudos acadêmicos sendo utilizado para fazer referência aos produtos e serviços que criam um novo mercado e rompem com as formas tradicionais de negócios (Rodrigues et al. 2010).

A partir destes estudos é proposto o framework do modelo de inovação disruptiva que segue:

Figura 1: Modelo da inovação disruptiva



Fonte: Christensen et al. 2018

Conforme pode ser observado, existem necessidades nas partes inferiores do mercado que atingem os clientes que não possuem um grande poder de compra. Isto ocorre devido a maioria das empresas se concentrarem em produzir produtos de alto desempenho tecnológico que exigem uma grande riqueza de recursos. É no contexto de restrições, que as inovações disruptivas se fazem presentes e tendem a ser aperfeiçoadas ao longo do tempo através de uma trajetória de melhoria tecnológica que é demandada por clientes mais exigentes preenchendo uma gap de performance (Christensen et al. 2018).

De acordo com Christensen e Raynor (2003) as inovações disruptivas podem ser classificadas como de novo mercado e baixo mercado. As inovações disruptivas de baixo mercado ocorrem quando consumidores de um determinado produto ou serviço não estão interessados em tecnologias sofisticadas e de preços elevados, geralmente oferecidos por empresas líderes. Então, as empresas entrantes neste mercado, desenvolvem produtos e serviços com qualidade semelhante e com atributos de menor custo, maior conveniência e facilidade no uso atendendo as mesmas necessidades.

Quanto às inovações de novo mercado, são caracterizadas por possuírem uma mistura de características que atraem o cliente marginalizado, podendo ser mais acessíveis, menores e atenderem a demanda desse consumidores que normalmente estão na base do mercado, e por isso, não tinham acesso a determinados produtos e serviços. Dessa forma, o consumo ocorre de forma mais centralizada. Sendo que no início pode apresentar um baixo desempenho.

Estes mercados negligenciados estão presentes em maior número em países em desenvolvimento, que são o alvo das inovações disruptivas conforme ressalta Hart e Christensen (2002) e Bencke, Gilioli e Royer (2017). O modelo de negócio utilizado em mercados de baixa renda são propícios às inovações de menor custo e atendem a base da pirâmide com pode ser o exemplo das clínicas populares. Isto não quer dizer que as inovações disruptivas não possam atender também os mercados de alta renda, tendo em vista que frequentemente há uma migração para atender mercados mais sofisticados e com maiores exigências (Bencke, Gilioli & Royer, 2017).

No entanto, conforme ressalta Rodrigues et al.(2010) em qualquer das situações tanto de baixo como de novo mercado, as duas consideram o deslocamento de empresas entrantes com tecnologias disruptivas para uma parcela específica dos consumidores. Na medida em que as inovações disruptivas vão recebendo investimentos, inovações incrementais vão surgindo e aperfeiçoam esses produtos ou serviços que adquirem qualidade e maturidade com o passar do tempo, ganhando, dessa forma, o mercado das empresas líderes.

2.3 Clínicas populares como fenômeno socioeconômico

Segundo Duarte et al. (2015) dois fenômenos moldaram o sistema de saúde brasileiro: a descentralização do poder regulatório e decisório para estados e municípios e a proliferação de empresariamento das ofertas de serviços, que emergiram na política de saúde causando impactos nas regiões e estados brasileiros.

As disfunções no tradicional modelo burocrático, conjuntamente com as mudanças no setor econômico, crescimento de serviços, internacionalização do setor de saúde brasileiro, mudanças no mercado de trabalho que respondiam ainda que pouco pelas inadequações do sistema, corroboraram com a abertura de espaço para emergir as relações de rede com: negociação, contratos, consórcios de mercado e conseqüentemente novas oportunidades de negócios (Duarte et al., 2015).

De acordo com Jurca (2018) é importante destacar que, em uma perspectiva integrada da política econômica de inclusão da população de baixa renda na assistência médica privada não se disseminaram homogêaneamente, favorecendo a oferta do espaço de crescimento dos serviços privados de saúde, de forma a incluir o indivíduo da baixa renda no setor privado do sistema de saúde brasileiro, surgindo, dessa forma, as clínicas populares.

No Ceará, as clínicas populares tiveram seu início na década de 1990, na cidade de Fortaleza - capital do estado, com o encerramento das consultas populares na Santa Casa, o que levou os médicos dessa instituição a explorar essa oportunidade, abrindo as primeiras clínicas médicas populares no seu entorno, cuja clientela é composta, essencialmente, por trabalhadores que possuem dificuldade de acesso ao serviço público, não possuem planos de saúde e não dispõem de tempo para esperar por consultas públicas (Godoy & Silva, 2018).

Godoy e Silva (2018) ainda mencionam que uma das principais vantagens dessas clínicas é que algumas delas disponibilizam um leque amplo de variedade de médicos e outros especialistas, ofertando em média, cerca de trinta e cinco diferentes especialidades médicas e não médicas; nesse contexto, as clínicas possuem um papel importante frente às disfunções do sistema único de saúde (SUS) e se apresentam como uma espécie de terceira opção ao tratamento, para quem não tem condição de esperar pelo serviço público e por quem não tem condições financeiras suficiente para pagar um valor elevado no setor privado. Essas pessoas acabam ficando na margem desse setor.

2.4 Caracterização do setor de saúde

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas [IBGE] (2017) o setor de saúde privada abrange os planos, seguros de saúde, serviços hospitalares, ambulatoriais e de diagnósticos privados. A prestação desses serviços hospitalares inclui serviços de hospitalização prestados a pacientes internados; sanatórios; centros de medicina preventiva; realizados em hospitais com atendimento gerais e direcionados a especialização, a exemplo: clínicas destinadas ao atendimento em ortopedia, otorrinolaringologia, pediatria, dentre outros.

Quanto aos serviços ambulatoriais e de diagnósticos privado, eles são prestados como apoio para as consultas e tratamentos médicos e odontológicos, realizados em ambulatórios, postos de assistência médica, clínicas, policlínicas, centros geriátricos e ainda na própria residência do paciente. Os tipos de serviço prestados pelo apoio de diagnóstico podem ser compostos com atividades de laboratório de anatomia e patologia, serviços de diálise, hemoterapia, radiologia, radiodiagnóstico, radioterapia, quimioterapia, métodos gráfico cardiológicos e neurológicos, endoscopia, exclusivos ao serviço de diagnósticos.

Compõe também o setor de saúde privada os serviços prestados por profissionais habilitados de forma autônoma, como exemplo: exercido por enfermeiros, nutricionistas, psicólogos, fisioterapeutas, optometristas, dentistas, dentre outros e as atividades prestadas por centros de reabilitação física, atendimento psicológico e serviços de terapias nutricionais, além das atividades não tradicionais (acupuntura, cromoterapia, shiatsu e similares).

De acordo com os estudos realizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA] (2018) os gastos com a saúde vem crescendo acima da inflação em todo o mundo, e inclusive no Brasil que alcançou, em 2012, uma diferença de gastos com a saúde acima da inflação de 6,6%, representando em torno de 8% do seu PIB e gasto per capita internacional (PPC) de \$ 1.318.

Dados referentes ao mercado do setor de saúde privada indicam que, em 2015, o consumo final de bens e serviços de saúde no Brasil foi de R\$: 546 bilhões, sendo esse valor composto por despesas de consumo do governo em R\$: 231 bilhões e o restante R\$: 315 bilhões corresponde a despesas de famílias e instituições sem fins lucrativos, esses valor total de consumo foi distribuído em 79,2% em bens e serviços de saúde e 19,0% em medicamentos, o restante foi composto principalmente em outros materiais médicos, ópticos e odontológicos. Conforme a tabela abaixo, sobre o consumo final, por setor institucional, segundo os produtos, é possível observar o crescimento em todos os anos em que se segue (IBGE, 2017).

Tabela 1 - Consumo final, por setor institucional, segundo os produtos Brasil - 2010 - 2015

Produtos	Consumo final, por setor institucional (1 000 000 R\$ a preços correntes)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Famílias						
Total	165 432	184 577	211 282	239 986	278 874	307 054
Medicamentos para uso humano	62 071	66 064	72 718	79 022	88 509	92 517
Preparações farmacêuticas	119	130	144	160	172	174
Aparelhos e instrumentos para uso médico e odontológico	316	370	438	491	570	656
Outros materiais para uso médico, odontológico e óptico, inclusive prótese	5 105	5 505	6 000	7 088	8 271	9 271
Saúde privada	97 821	112 508	131 982	153 225	181 352	204 436
Governo						
Total	139 710	152 563	164 889	189 198	215 299	231 448
Medicamentos para uso humano	7 042	7 297	7 325	8 469	9 422	10 884
Saúde pública	105 612	117 275	126 536	148 871	170 348	184 284
Saúde privada	27 056	27 991	31 028	31 858	35 529	36 280
Instituições sem fins de lucro a serviço das famílias						
Total	4 301	4 552	4 615	5 998	7 175	7 583
Saúde privada	4 301	4 552	4 615	5 998	7 175	7 583

Fonte: IBGE, Diretoria de pesquisa, Coordenação de Contas Nacionais.

O crescimento do consumo dos bens e serviços no setor de saúde, corrobora para o aumento de empregos nos segmentos do setor. Enquanto o número de postos de trabalho em outras atividades caiu 3,8%, nas atividades de saúde cresceram 3,5%, dentre os segmentos com maior número de ocupações são o da Saúde privada e a Saúde pública, de forma geral as atividades relacionadas à saúde passaram de 5,3% das ocupações, em 2010, para 6,4%, em 2015.

Conforme tabela 2, observa-se que a ocupação nas atividades de saúde, apresenta um ganho total de postos de trabalho no país comparadas a outras atividades que não estão relacionadas ao setor. Indicando que mesmo apesar de recessão em outros segmentos da economia, o da saúde continuou em expansão.

Tabela 2 - Ocupações nas atividades de saúde Brasil 2010-2015

Atividades	Ocupações					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Atividades relacionadas à saúde	5 228 775	5 455 108	5 733 939	6 049 668	6 337 473	6 559 191
Fabricação de produtos farmacêutico	90 675	93 221	92 060	95 120	100 062	91 798
Fabricação de instrumentos e material médico, odontológico e óptico	59 979	62 514	70 011	66 993	66 700	68 458
Comércio de produtos farmacêuticos, perfumaria e médico-odontológicos	1 027 451	1 060 688	1 112 543	1 169 287	1 222 467	1 204 022
Saúde privada	2 294 668	2 451 934	2 617 872	2 688 997	2 968 721	3 082 956
Saúde pública	1 562 737	1 585 717	1 645 234	1 839 563	1 780 378	1 903 462
Saúde pública - Educação e Defesa	193 265	201 034	196 219	189 708	199 145	208 495
Outras (não saúde)	92 887 443	94 105 049	95 226 329	96 487 730	99 135 205	95 385 885

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais.

Dados da Agência Nacional de Saúde Suplementar [ANS] (2018), apontam também para um crescimento no setor de saúde, principalmente, na saúde privada, onde os planos de saúde em Dezembro de 2017 alcançaram um patamar de 47,3 milhões de usuários, sendo um aumento de 108.551 inscritos referente ao mês de Novembro do mesmo ano.

Contudo, há indivíduos na população que não possuem acesso ao serviço de saúde de qualidade no setor público e que não possuem condições financeiras para pagar por uma consulta, diagnóstico ou tratamento no setor de saúde privada. Essa dinâmica econômica faz surgir a demanda por um serviço que alcance esses indivíduos que estão marginalizados no setor de saúde brasileiro.

Dessa forma, surge as clínicas populares, que atendem a esse segmento populacional negligenciado, sendo uma alternativa aos seguros, planos de saúde, atendimento do sistema único de saúde (SUS) e instituições organizacionais sem fins lucrativos.

3. Metodologia

O estudo tem abordagem qualitativa e quantitativa, de caráter exploratório e descritivo, segundo Gerring (2017) a somatória dos aspectos qualitativos e quantitativos da pesquisa são unidos com um ganho maior dentro do estudo e possibilita a diversidade de métodos. No estudo multimétodo, ainda segundo o autor, essa combinação dos dados na mesma análise parece refletir nas tendências atuais de pesquisa dentro do campo, refletindo o multimétodo como uma solução plausível entre os conflitos de métodos.

Como instrumento de coleta de dados utilizou-se entrevistas semiestruturada objetivando a obtenção das informações em relação às variáveis selecionadas que se alinha à perspectiva da entrevista qualitativa, que de acordo com Bauer e Gaskell (2002), é uma metodologia de coleta de dados cuja utilização é difundida em estudos no campo das Ciências Sociais Aplicadas. Não obstante, o conteúdo obtido na entrevista dispõe de informações relevantes para a compreensão das relações entre a problematização relatada e seus agentes.

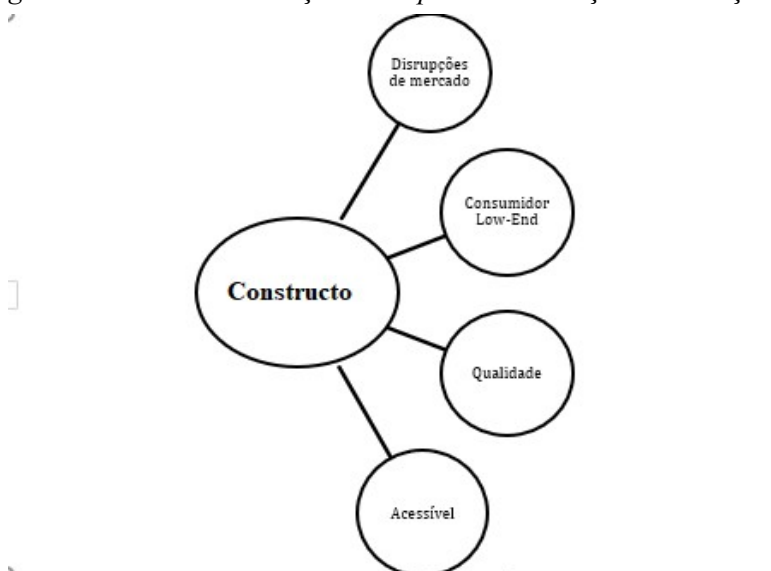
O universo de pesquisa foi composto pelos usuários das clínicas populares localizadas no município de Fortaleza, os quais foram convidados a participar da entrevista, deixando-se claro o propósito da pesquisa e a privacidade e confidencialidade dos dados pessoais. A amostra utilizada foi por conveniência que consiste em uma amostragem não probabilística caracterizada pela facilidade no acesso, ficando a seleção das unidades amostrais a cargo do entrevistador (Stake, 2011).

Para a análise dos dados oriundos das entrevistas, optou-se pela técnica de lexiometria que segundo Damasceno (2008) pode ser entendida como um procedimento metodológico e tecnológico objetivo, descritivo, indutivo e científico que trata estatisticamente os dados qualitativos com o olhar e análises quantitativas para a caracterização topológica e combinatória de elementos lexicais de um corpus textual delimitado, para que, por meio dessas operações a trajetória do discurso seja balizada e os elementos lexicais do corpus textual caracterizados.

As modalidades lexiométricas utilizadas foram a análise de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) onde os segmentos de texto e seus vocabulários são correlacionados, formando uma escala hierárquica de classes do vocabulário, permitindo inferir no conteúdo do corpus textual, nomear as classes, compreender grupos de discursos e idéias e a análise de Similitudes, por permitir descobrir correlacionamentos favorecendo a descoberta de estruturas e objetos com características comuns o que colabora para a criação de modelos para descrever os conceitos envolvidos (Damasceno, 2008). Como ferramenta, de auxílio lexiométrico, foi utilizado o software aberto Iramuteq versão 0.7 alpha 0.2 que realiza análises quantitativas de dados qualitativos.

Entende-se que a essencialidade e fidedignidade da pesquisa está na indicação prévia de um construto e variáveis bem definidos, os quais devem ser seguidos e categorizados com o objetivo de atender aos requisitos da pesquisa, bem como trazer um caráter de tangibilidade aos achados. Para tanto, utilizou-se os estudos de Christensen et al. (2018) sobre a relação entre o cliente e a inovação disruptiva, adotando-se como ponto de partida algumas de suas variáveis, conforme já citado no referencial teórico e exposto de forma ilustrativa, na figura 2 abaixo.

Figura 2 - Construto Inovação Disruptiva com relação ao serviço

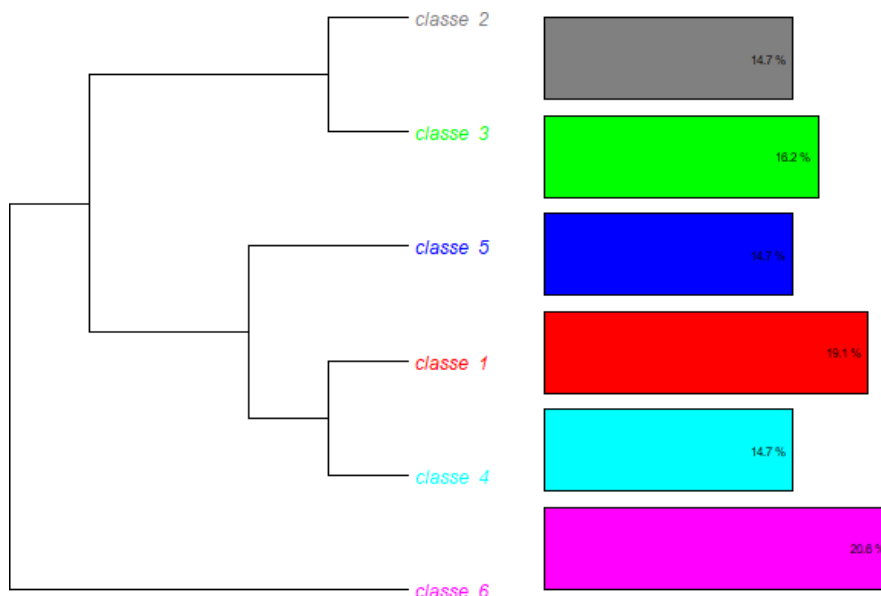


Fonte: Elaborado com base nos estudos de Christensen et al. (2018).

4. Análise dos Resultados

O Corpus textual geral, utilizado na análise lexiométrica, foi constituído por 40 textos, separados em 76 segmentos de textos (STs). Dos 76 STs, foram aproveitados 68 STs com um aproveitamento de 89,47% dos STs, acima do mínimo exigido de 70% nesse tipo de análise. Emergiram 2418 ocorrências (palavras, formas ou vocábulos) sendo 831 formas distintas e 554 com uma única ocorrência. O conteúdo analisado foi categorizado em seis classes: Classe 1, com 13 STs (19,12%); Classe 2, com 10 STs (14,71%); Classe 3, com 11 STs (16,18%); Classe 4, com 10 STs (14,71%); Classe 5, com 10 STs (14,71%) e Classe 6, com 14 STs (20,59%), conforme a figura 3 abaixo:

Figura 3 – Classificação Hierárquica Descendente por porcentagem.



Fonte: Elaborado pelos autores.

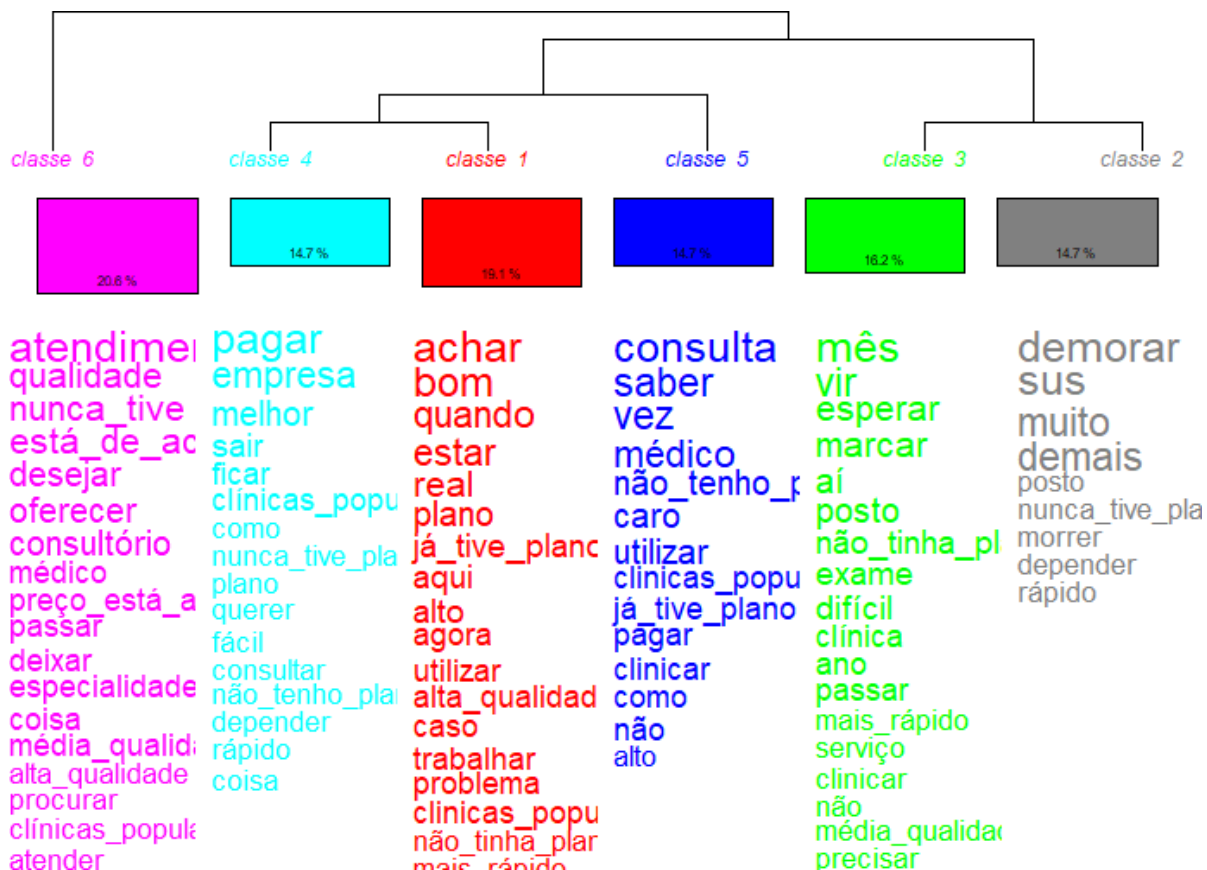
Vale ressaltar que essas seis classes se encontram divididas em duas ramificações (A e B) do corpus total da análise. O subcorpus A, “Qualidade nas Clínicas Populares”, composto pela Classe 6 (Qualidade), se refere às características de qualidade encontradas, incluindo principalmente o atendimento das clínicas, o preço está de acordo com as possibilidades financeiras dos usuários, as especialidades e o atendimento médico, principalmente para os indivíduos que nunca tiveram planos de saúde, caracterizando-se pela captação dos clientes que estavam negligenciados no setor e as ofertando o serviço (Godoy & Silva, 2018; Jurca, 2018; Christensen et al., 2018).

O subcorpus B, denominado “Disrupção das Clínicas Populares”, contém os discursos correspondentes à Classe 1 (Clínicas Populares), Classe 2 (SUS), Classe 3 (Comparativo SUS e Clínicas Populares), Classe 4 (Preço Acessível), Classe 5 (Clínicas Populares como opção ao consumidor Low-End), classes estas, que contemplam as Clínicas Populares como uma opção ao consumidor negligenciado, que não quer ser atendido pelo SUS, devido ineficiência do serviço e que nunca possuiu plano de saúde e se possuiu era uma benefício ofertado pela empresa e foi cortado. Caracterizando, dessa forma, as Clínicas Populares como um modelo de inovação disruptiva de novo mercado, desse modo, esse subcorpus, nos permite o seu

relacionamento com a variável disrupções de mercado do constructo da figura 2 (Rodrigues et al. 2010; Bencke, Gilioli & Royer, 2017; Christensen et al., 2018, Christensen, Grossman & Hwang, 2009).

Para atingir uma melhor visualização das classes elaborou-se a figura 4 abaixo com a lista de palavras de cada classe geradas a partir do teste qui-quadrado. Nela emergem as evocações que apresentam vocabulário semelhante entre si e vocabulário diferente das outras classes.

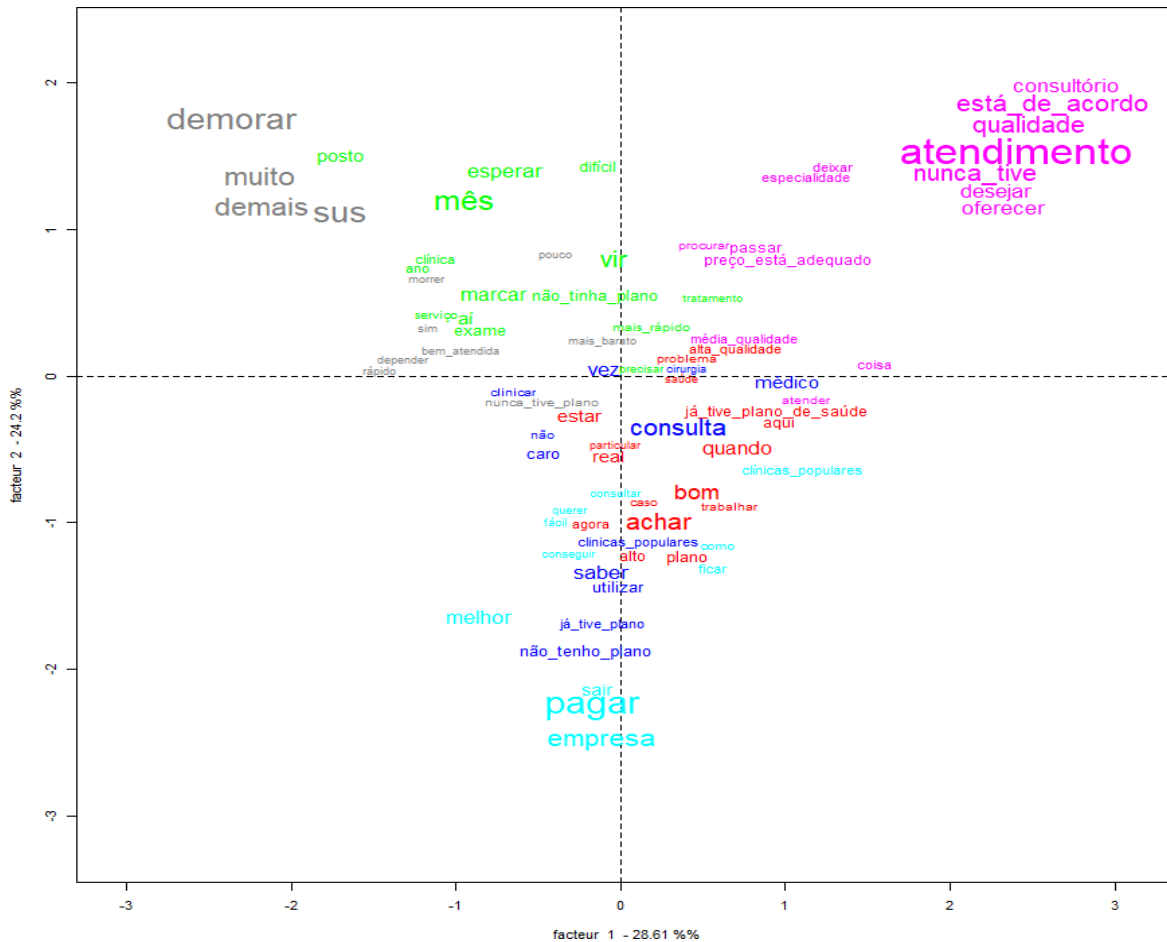
Figura 4 - Classificação Hierárquica Descendente lista de palavras pelo teste qui-quadrado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da Análise Fatorial por Correspondência (AFC), foi possível realizar associação do texto entre as palavras, considerando a frequência de incidência de palavras e classes, representando-as em um plano cartesiano conforme apresentado na figura 5. Nota-se que as palavras de todas as classes se apresentam em um segmento centralizado e que se expandem periféricamente, evidenciando a separação entre as classes.

Figura 5 - Análise Fatorial por Correspondência



Fonte: Elaborado pelos autores.

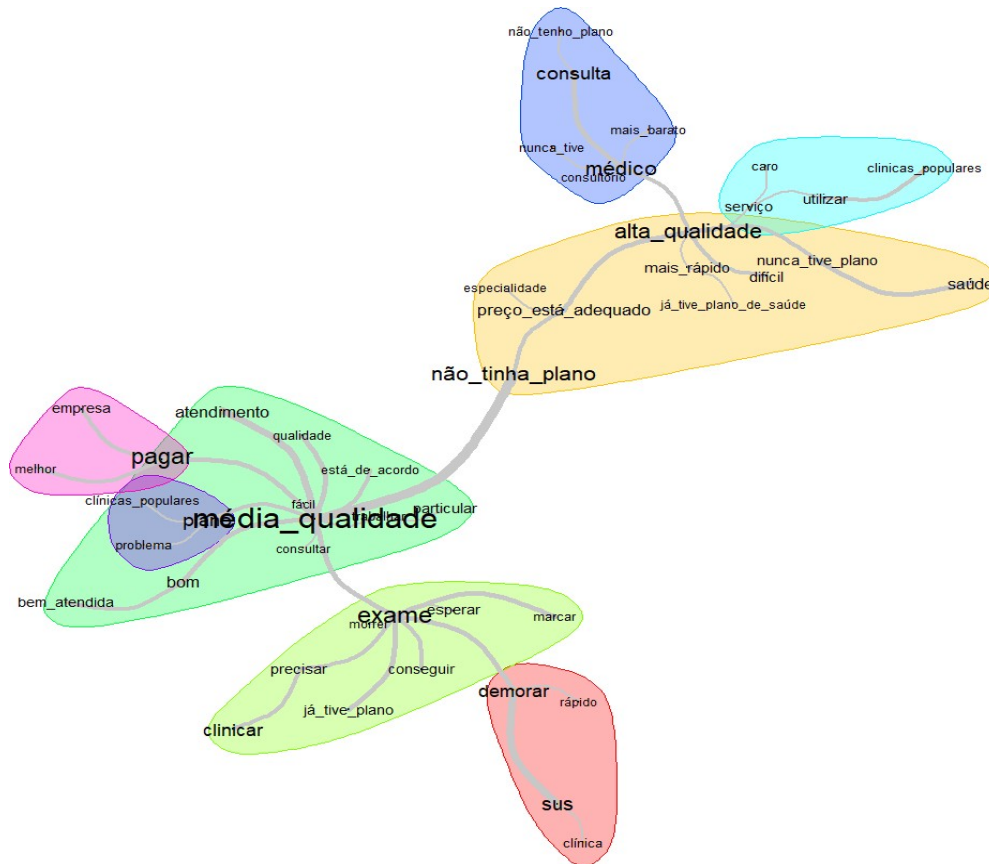
As palavras das Classes 1, 4 e 5 estão mais próximas, tais como “Não tenho plano”, “Clínicas Populares” e “Consulta” o que nos permite a interpretação que essas classes estão relacionadas com a variável consumidor *low-end* do constructo da figura 2 e que mais uma vez essas Clínicas se apresentam como uma alternativa ao serviço de saúde para essas pessoas que não possuem plano de saúde, caracterizando esses modelos de negócios com a inovação disruptiva de novo mercado, corroborando desse modo, também para o relacionamento com a variável acessível do constructo da figura 2 (Christensen et al., 2018).

Em outro quadrante temos as Classes 2 e 3 com suas palavras, tais como “SUS”, “Não tenho plano”, “demorar”, “esperar”, “morrer”, “mais barato”, “mais rápido” o que nos leva inferir que as Clínicas Populares aparecem como uma terceira opção ao tratamento para esses clientes *Low-End*, devido a acessibilidade do preço de seus serviços, os quais eram negligenciados pelo serviço de saúde privada e não podiam esperar pelo atendimento no SUS, nos permite também o seu relacionamento com a variável acessível do constructo da figura 2 (Christensen et al., 2018; Jurca, 2018).

Já a Classe 6 apresenta-se isolada com a maioria de suas palavras em um único quadrante, dentre as palavras temos “qualidade”, “o preço está de acordo” e “desejar” o que nos permite interpretar que essa classe de fato está relacionada com a variável qualidade do constructo

da figura 2 e que o preço acessível e o atendimento se configuram como características de qualidade para esses usuários.

Figura 6 - Análise de similitude das entrevistas



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da análise de similitude, como se mostra na figura 6 é possível identificar as ocorrências entre as palavras e as indicações de conexidade entre elas, auxiliando na identificação da estrutura do conteúdo de um corpus textual. É possível notar que há 6 palavras e expressões que se destacam nos discursos, são elas: Média Qualidade; Alta qualidade; Pagar; Exame; Demorar, Não tinha plano e SUS. Delas surgem ramificações com palavras que possuem expressão significativa, como: Fácil; Atendimento; qualidade; está de acordo; Empresa; Especialidades; Mais rápido; Saúde; Utilizar; Clínicas Populares; Mais barato, Consulta e Médico.

5. Considerações finais

A pesquisa permitiu inferir que o discursos dos entrevistados, além de apresentarem referências que estão de acordo com a literatura exposta de inovação disruptiva adotada neste trabalho, a saber, Acessível - preços adequados a sua realidade financeira o que alguns acabam caracterizando como sendo o quesito de alta qualidade, Disrupção de mercado - servem como uma opção para quem não tem plano e não pode esperar pelo SUS, rapidez e facilidade de

acesso a exames e especialidades, Qualidade - aparece relacionada ao preço está adequado, atendimento e

especialidades. Consumidor *Low-end* ou marginalizado - os que não tinha plano de saúde e dependiam do SUS, com as clínicas populares possuem uma terceira opção de tratamento as quais permitem a eles a realização de exames e marcação de consultas com médicos de diversas especialidades.

Quanto as disrupções de mercado, no contexto do discurso dos entrevistados, podemos notar dois públicos, os que já tiveram plano de saúde e os que não tinham plano de saúde. O que nos permite a interpretação que trata-se da disrupção de novo mercado e de baixo custo.

Contudo, os que tinha plano eram pagos pelas empresas onde trabalhavam e ao perderem seus empregos deixaram de usufruir também desse benefício, dessa forma, a disrupção de mercado que se caracteriza mais com os modelos dessas clínicas populares, de acordo com a literatura de Christensen, Raynor e Macdonald (2015) seria a de novos mercados, onde essas organizações começaram a segmentar os mercados negligenciados e conquistaram uma posição de funcionalidade adequada, ofertando no caso, exames e consultas de diversas especialidades de forma rápida e com um menor custo o que corroborou para a criação desses novos mercados.

Dentre as limitações que tivemos, para a realização desse estudo, foi a captação dos indivíduos da amostra apenas na cidade de Fortaleza e a falta de recursos que possibilitaram ampliar os estudos em outros locais do Brasil. Das contribuições destacamos a importância do empreendedor conhecer seu empreendimento e dessa forma, conhecer se está inserido em um modelo de inovação e qual é esse modelo para que possa ajustar seu negócio aos padrões dessa inovação e se tornar competitivo dentro do seu setor. Outra contribuição importante é o é a análise da inovação disruptiva dentro do segmento dos serviços de saúde, visto que, a academia tem pouca literatura a respeito dessa relação favorecendo também a integração das organizações e universidades.

O presente estudo, buscou investigar a perspectiva do modelo de inovação disruptiva apenas na visão dos usuários do serviço não relacionando as informações de estrutura das clínicas populares estudadas com os dados qualitativos, apresentando este aspecto como limitação da pesquisa mas também, indicando uma lacuna para estudos futuros. Outra proposição de estudos futuros, é que seja realizado uma análise fatorial exploratória através de uma survey a fim de confirmar a relação entre as variáveis.

6. Referências Bibliográficas

- Abernathy, W. J., & Clark, K. B. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research policy*, 14(1), 3-22.
- Barbosa Júnior, A. R. (2005). Fatores Determinantes da Inovação Disruptiva. Tese de Doutorado, Universidade Fumec, Belo Horizonte, Minas Gerais, BH, Brasil.
- Bencke, F. F., Gilioli, R. M., & Royer, A. (2017). Inovação disruptiva: uma análise das pesquisas empíricas publicadas no brasil| disruptive innovation: an analysis of the empirical research published in brazil. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação (Brazilian Journal of Management & Innovation)*, 5(2), 159-180.
- Bianchi, C., Bianco, M., Ardanche, M., & Schenck, M. (2017). Healthcare frugal innovation: A solving problem rationale under scarcity conditions. *Technology in Society*, 51, 74-80.
- Chaym, C. D., Barroso, W. D. A., de Melo, J. M. G. N., Benayon, P. A., & Moreira, A. F. (2018). Produção de Conhecimento em Ciência, Tecnologia & Inovação: uma avaliação dos Doutores formados pela Rede Nordeste de Biotecnologia. *Revista Gestão em Análise*, 7(2), 133-150.
- Christensen, C. M., McDonald, R., Altman, E. J., & Palmer, J. E. (2018). Disruptive Innovation: An Intellectual History and Directions for Future Research. *Journal of Management Studies*, 55(7), 1043-1078.

- Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., Anthony, S. D., Roth, E. A. (2007). *O Futuro da Inovação: usando as teorias da inovação para prever mudanças no mercado*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Christensen, C. M., Grossman, J. H., Hwang, J. (2009). *Inovação na Gestão da Saúde: soluções disruptivas para reduzir custos e aumentar qualidade*. São Paulo: Bookman.
- Christensen, C. M., Raynor, M. E. (2003). *Innovator's solution: creating and sustaining successful*. Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., Raynor, M. E., & McDonald, R. (2015). What is disruptive innovation. *Harvard Business Review*, 93(12), 44-53.
- COSTA, L. S. (2016). Inovação nos serviços de saúde: apontamentos sobre os limites do conhecimento. Rio de Janeiro: Cad. Saúde Pública, n. 32.
- 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.
- Chesbrough, H. W. (2006). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- Dubickis, M., & Gaile-Sarkane, E. (2015). Perspectives on innovation and technology transfer. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 213, 965-970.
- Duarte, C. M. R., Pedroso, M. D. M., Bellido, J. G., Moreira, R. D. S., & Viacava, F. (2015). Regionalização e desenvolvimento humano: uma proposta de tipologia de Regiões de Saúde no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 31, 1163-1174.
- Drucker, P. (1986) *Innovation and Entrepreneurship*. New York: Harper Perennial.
- Damanpour, F., & Gopalakrishnan, S. (2001). The dynamics of the adoption of product and process innovations in organizations. *Journal of management studies*, 38(1), 45-65.
- Damasceno, E. A. (2008). Lexicometria, geração de descritores, construção de ontologias e ensino de línguas: implicações e perspectivas. *Múltiplas Perspectivas em Linguísticas*. 1a ed. Uberlândia: EDUFU, 1, 01-3037.
- Gerring, J. (2017) *Qualitative Methods*. Annual Reviews Further.
- Godoy, C. V., & da Silva, J. B. (2018). O Fenômeno de expansão das clínicas médicas populares: ressignificação do bairro centro em fortaleza–ceará. *Hygeia*, 14(28), 32-49.
- Govindarajan, V., & Ramamurti, R. (2011). Reverse innovation, emerging markets, and global strategy. *Global Strategy Journal*, 1(3-4), 191-205.
- Galunic, D. C., & Eisenhardt, K. M. (2001). Architectural innovation and modular corporate forms. *Academy of Management journal*, 44(6), 1229-1249.
- Hamel, G. (2000). *Leading the Revolution*. Boston: HBSP.
- Huang, K. E., Wu, J. H., Lu, S. Y., & Lin, Y. C. (2016). Innovation and technology creation effects on organizational performance. *Journal of Business Research*, 69(6), 2187-2192.
- Hofman, E., Halman, J. I., & Van Looy, B. (2016). Do design rules facilitate or complicate architectural innovation in innovation alliance networks?. *Research policy*, 45(7), 1436-1448.
- Jurca, R. L. (2018). *Individualização social, assistência médica privada e consumo na periferia de São Paulo*. Tese Doutorado. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, SP, Brasil.
- Muravskii, D. V., Ablonsky, S. A. (2012). *Determining disruptive innovation potential of multi-sided platforms: case of digital books*. Saint Petersburg: St. Petersburg State University.
- Moreira, D. A. (2004). Pesquisa em administração: origens, usos e variantes do método fenomenológico. *INMR- Innovation & Management Review*, 1(1), 5-19.
- Agência Nacional de Saúde Suplementar (2018). *Tecnologia Aprendizado e Inovação*. 1a ed. Campinas: Ed. UNICAMP. Números do setor de saúde nacional suplementar. Recuperado em 21 julho, 2018, de <http://www.ans.gov.br/aans/noticias-ans/numeros-do-setor/4291-ans-divulga-dados-do-setor-referentes-a-dezembro-2017>
- Knight, K. E. (1967). A descriptive model of the intra-firm innovation process. *The journal of business*, 40(4), 478-496.
- Krugman, P. (1979). A model of innovation, technology transfer, and the world distribution of income. *Journal of political economy*, 87(2), 253-266. De Oslo, M. (1997). *Manual de Oslo*. Recuperado de <http://gestiona.com.br/wpcontent/uploads/2013/06/Manualde-OSLO-2005.pdf>
- Pisoni, A., Michelin, L., & Martignoni, G. (2018). *Frugal approach to innovation: State of the art and future*

- perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 171, 107-126.
- Rodrigues, C. R., Sereia, V. J., Lopes, A. C. V., Vieira, S. F. A. (2010). Inovação disruptiva no ensino superior. *Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 30.
- Silva, A. B. D., Godoi, C. K. & Bandeira-de-Mello, R. (2006). *Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: Paradigmas, Estratégias e Métodos*. São Paulo: Saraiva. In: Silva, A. B. A Fenomenologia como método de pesquisa em estudos organizacionais, Cap. 9.
- Stake, R. E. (2011). *Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam*. Porto Alegre: Penso.
- Schumpeter, J. (1984). *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Smith, R. (2007). The disruptive potential of game technologies. *Research-Technology Management*, 50(2), 57-64.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). *Conta-satélite de saúde : Brasil : 2010-2015 - IBGE*. Coordenação de Contas Nacionais. - Rio de Janeiro.
- Tidd, J.; Bessant, J.; Pavitt, K (2008) *Gestão da inovação*. Porto Alegre. Bookman
- Viana, A. L. D., Miranda, A. S., & Silva, H. P. (2015). Segmentos institucionais de gestão em saúde: descrição, tendências e cenários prospectivos. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz.
- Zeschky, M. B., Winterhalter, S., & Gassmann, O. (2014). From cost to frugal and reverse innovation: Mapping the field and implications for global competitiveness. *Research-Technology Management*, 57(4), 20-27.

Impacto da anuência prévia no tempo de concessão de patentes de medicamentos antirretrovirais de alto custo no Brasil

Renata Fittipaldi Pessôa

Doutoranda na Academia de Propriedade Intelectual, Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Brasil E-mail: refitti@globo.com

Alexandre Guimarães Vasconcellos

Divisão de Pós-graduação e Pesquisa, Academia de Propriedade Intelectual, INPI, Brasil E-mail: alexguim@ingi.gov.br

Resumo

O cenário atual do sistema de proteção patentária na área farmacêutica no Brasil é de atraso. A demora na análise de pedidos de patente desta área, conhecida como “backlog”, pode estender o prazo de vigência de patentes de medicamentos, retardando, desta forma, a entrada de genéricos no mercado e impedindo o acesso da população a medicamentos mais baratos. Dentre as razões do atraso na análise de pedidos da área farmacêutica, pode-se citar a indefinição sobre a delimitação da competência técnica entre o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), desde a introdução do artigo 229-C na Lei n.º 9.279/1996 (LPI), em 2001, que criou a figura jurídica da anuência prévia. Os conflitos entre as autarquias parecem ter sido superados com a assinatura da Portaria Conjunta nº 1/2017. Diante deste marco legal, teve-se como objetivo neste trabalho avaliar o impacto da anuência prévia da ANVISA no tempo de vigência de patentes de três medicamentos antirretrovirais de alto custo. A metodologia utilizada considerou as datas dos despachos relacionados ao artigo 229-C da LPI e as imagens digitalizadas dos pedidos de patente destes medicamentos. Os resultados evidenciam que a publicação da Portaria Conjunta possibilitou o encerramento administrativo de pedidos de patente com decisões pendentes e, também, a redução do tempo de exame na ANVISA. Contudo, ainda são verificados obstáculos administrativos, os quais resultaram em um tempo de vigência superior a 24 anos. Portanto, o presente trabalho corrobora a importância da delimitação das esferas de competência do INPI e ANVISA na concessão de patentes de medicamentos e fornece subsídios para a criação de uma agenda positiva que atenda aos interesses nacionais de proteção patentária, saúde pública e de acesso a medicamentos.

Palavras-chaves

Medicamentos antirretrovirais, patente, anuência prévia, backlog.

1. Introdução

A patente é um título de propriedade temporário que concede ao seu titular o direito de impedir terceiros, sem o seu consentimento, de produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar o produto ou processo objeto de proteção. No Brasil, a proteção deste ativo de propriedade industrial estava regulamentada no início da década de 1970 pelo Código da Propriedade Industrial (CPI), Lei nº 5.772/71 (1971), que, por sua vez, considerava como matéria não patenteável, produtos químico-farmacêuticos e medicamentos, e seus processos de obtenção e modificação.

Em 1996, em substituição ao CPI, foi criada a Lei de Propriedade Industrial brasileira,

Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (LPI), que passou a permitir a proteção patentária no campo farmacêutico. A LPI foi formulada de modo a incorporar as resoluções contidas no Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (Acordo TRIPS, do inglês, Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights) e determinou ainda, o aumento do tempo de vigência da patente de invenção, de 15 para pelo menos 20 anos, contados a partir da data de depósito (artigo 33 do Acordo TRIPS).

A legislação brasileira, entretanto, extrapolou os parâmetros mínimos dispostos em TRIPS ao instituir o parágrafo único do artigo 40 da LPI, que determina que a vigência da patente de invenção não será inferior a dez anos contados da data de sua concessão. A redação do parágrafo único torna o prazo de vigência das patentes variável e foi criado para compensar os requerentes de patentes por eventuais atrasos administrativos na concessão de patentes (Jannuzzi, Vasconcellos & Souza, 2008).

Em 1999, a LPI foi alterada em parte e acrescida de dispositivos pela Medida Provisória (MP) nº 2.006, de 14 de dezembro de 1999, que teve 15 edições e, finalmente, foi substituída pela promulgação da Lei nº 10.196, de 14 de fevereiro de 2001. Na alteração da lei foi acrescentado o artigo 229-C, que criou a figura jurídica da anuência prévia para patentes farmacêuticas. Esta inovação jurídica estabeleceu uma exceção no regime de patentes no Brasil. Até aquele momento, todos os pedidos de patentes - de todas as invenções, independentemente de seus campos de aplicação - eram analisados apenas pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Após a modificação da lei, a concessão de patentes para produtos e processos farmacêuticos passou a depender da prévia anuência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão responsável pela segurança sanitária e pela garantia da qualidade dos medicamentos no país (Jannuzzi, Vasconcellos & Souza, 2008).

1.1 Anuência Prévia da ANVISA

Na ausência de um decreto presidencial para regulamentar o artigo 229-C da LPI, seguiu-se uma série de conflitos entre o INPI e ANVISA, uma vez que a ANVISA oficializou, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 45/08, que realizaria sua análise aferindo o cumprimento dos requisitos de patenteabilidade – novidade, atividade inventiva e aplicação industrial - e demais critérios estabelecidos pela LPI.

Além de procedimentos concorrentes, as duas instituições apresentavam posições divergentes quanto aos critérios técnicos para a concessão de determinadas patentes de produtos farmacêuticos, como as “patentes de segundo uso médico”, “patentes de seleção” e “patentes de polimorfos” (Guimarães, 2013; Silva, Britto & Antunes, 2010; Soares, 2011; Soares, 2015).

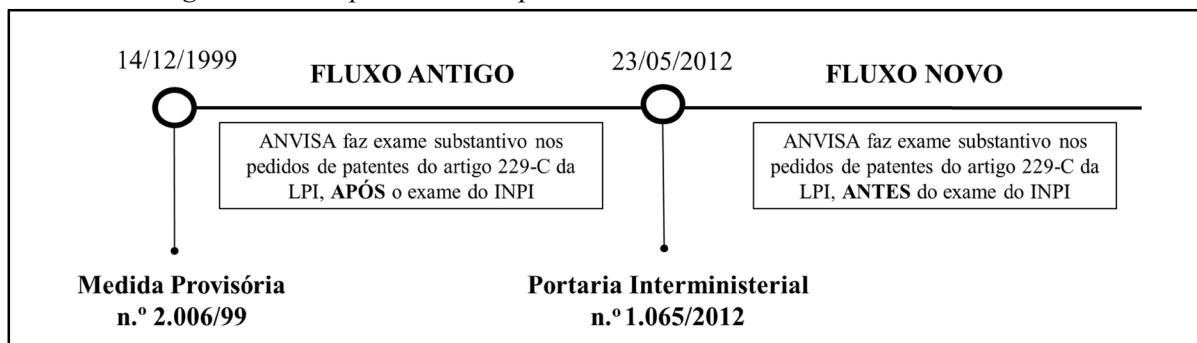
Diante da falta de orientação legal sobre o exame de patenteabilidade feito por duas instituições públicas, o INPI procedeu uma consulta sobre os limites e obrigações da Agência no exame da anuência prévia à Advocacia Geral da União (AGU). Tal consulta gerou os pareceres nº 210/PGF/AE/2009 e nº 337/PGF/AE/2010, sendo o último uma ratificação do primeiro, onde foi estabelecido que a ANVISA não poderia reavaliar os requisitos de patenteabilidade, salvo os casos em que (i) novas invenções pudessem causar males à saúde populacional e (ii) quando verificado que a eficácia das mesmas fosse duvidosa. Foi ressaltado ainda que, embora a ANVISA não pudesse negar anuência a um pedido de patente baseando-se em requisitos de patenteabilidade, nada impediria que a ANVISA apresentasse formalmente ao INPI suas considerações acerca de um determinado pedido, conforme dispõe o artigo 31 da LPI.

A fim de discutir o limite de atuação do INPI e da ANVISA na concessão de patentes

farmacêuticas foi criado pela Portaria Interministerial nº 1.956, de 16 de agosto de 2011, o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) composto por representantes do Ministério da Saúde, do então Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da AGU, da ANVISA e do INPI. O relatório final foi publicado na Portaria Interministerial nº 1.065, de 23 de maio de 2012, onde foi proposto um cronograma para o procedimento de prévia anuência e um novo fluxo de análise de pedidos de patente da área farmacêutica.

Assim, a posição ocupada pela ANVISA na cadeira do fluxo processual de exame dos pedidos de patentes farmacêuticos do artigo 229-C da LPI possui duas fases temporais, sendo a primeira fase compreendida entre a data de publicação da MP nº 2.006 e a data anterior à publicação do relatório final do GTI no Diário Oficial da União, período entre 14/12/1999 a 23/05/2012 (Figura 1). Nesta primeira fase (fluxo antigo), o exame da ANVISA ocorria após o exame substantivo de patenteabilidade executado pelo INPI. Já a segunda fase da atuação da ANVISA no exame de pedidos de patente, o fluxo foi alterado para que a ANVISA passasse a proferir o seu exame substantivo nos pedidos de patentes do artigo 229-C da LPI, antes do INPI (fluxo novo).

Figura 1. Fluxo processual de pedidos de medicamentos entre INPI e ANVISA.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para adaptação dos procedimentos ao novo fluxo de análise proposto pelo GTI, a ANVISA promoveu uma consulta pública com uma proposta de alteração da RDC nº 45/2008. As novas regras foram publicadas pela ANVISA em 15/04/2013, na RDC nº 21/2013, onde o exame de anuência prévia passou a seguir duas vertentes, na primeira sobressaía o conceito de risco imediato, como um exame de nocividade, mas diferenciado da análise de segurança e eficácia realizada pela ANVISA para obter o registro sanitário, e uma segunda que seguia na prevenção do risco mediato, pautando-se na eliminação das barreiras indevidas ao acesso aos medicamentos de alto custo fornecidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS) à população. Nesta linha, aplicava-se o exame de nocividade e uma avaliação das condições de patenteabilidade da LPI aos pedidos de patente de interesse para as políticas de medicamentos ou de assistência farmacêutica no âmbito do SUS (Abreu & Paranhos, 2016).

Finalmente, em abril de 2017, a indefinição sobre a delimitação de competência técnica do INPI e da ANVISA parece ter chegado ao fim com a assinatura da Portaria Conjunta nº 1/2017, que dispõe sobre o procedimento relativo à anuência prévia da ANVISA para a concessão de patentes para produtos e processos farmacêuticos. De acordo com a Portaria Conjunta, a atribuição da ANVISA é analisar se o objeto de um pedido de patente representa risco para a saúde, enquanto a atribuição do INPI é analisar os requisitos de patenteabilidade do objeto. A ANVISA também poderá enviar subsídios para o exame no INPI, nos termos do artigo 31 da LPI. A regulamentação desta portaria foi publicada

pela ANVISA, em 08 de agosto de 2017, através da RDC n.º 168/17, que estabelece o procedimento administrativo adotado pela ANVISA, limitando a análise pela Agência ao potencial risco do produto/processo à saúde. A anuência será concedida apenas aos produtos favoráveis à saúde pública, compostos por substâncias de uso permitido no país. Ainda, de acordo com a RDC, os processos em andamento na ANVISA, com exame de patenteabilidade iniciado antes de 13/04/2017, para os quais não for detectado risco à saúde, receberão anuência e seguirão para análise do INPI, sendo considerados como subsídios ao exame técnico.

1.2 Backlog de pedidos de produtos e processos farmacêuticos

O cenário atual do sistema de proteção patentária na área farmacêutica é de atraso (INPI, 2018). Este atraso, conhecido como “backlog”, possui origens diversas, mas sua consequência direta na área farmacêutica é no aumento do tempo de vigência de patentes farmacêuticas, retardando, desta forma, a possibilidade de entrada de medicamentos genéricos no mercado e impedindo o acesso de medicamentos mais baratos à população (Jannuzzi & Vasconcellos, 2013; Vasconcellos & Silva, 2017; Paranhos, 2016; Abreu & Paranhos, 2016).

Um levantamento feito até janeiro de 2016 para uma lista de oito medicamentos estimou em mais de dois bilhões de reais o prejuízo já acumulado em compras regulares do Ministério da Saúde, levando-se em conta a hipótese de existência de medicamentos genéricos no mercado (Paranhos, 2016). Em outro estudo, verificou-se que a média do prazo de vigências das patentes de medicamentos essenciais para HIV/AIDS concedidas no Brasil é de 22 anos e três meses, podendo vigorar até 26 anos e quatro meses (Vasconcellos & Silva, 2017). A dilatação do prazo de vigência de medicamentos antirretrovirais de alto custo fora evidenciada também por Jannuzzi e Vasconcellos (2017), que verificaram ainda que apenas um desses medicamentos resultou no gasto adicional de mais de R\$14 milhões por ano, pelo Governo Federal.

Diante do cenário de atraso na concessão de patentes de medicamentos no Brasil e do conseqüente prejuízo para os cofres públicos e, ainda, do marco legal estabelecido pela Portaria Conjunta nº 1/2017, tem-se como objetivo neste trabalho avaliar o impacto das mudanças no fluxo processual entre ANVISA e INPI no tempo de vigência de patentes de três medicamentos antirretrovirais de alto custo: Etravirina, Fosamprenavir e Raltegravir.

2. Metodologia

A metodologia utilizada para obtenção dos pedidos de patentes relacionados aos medicamentos antirretrovirais de alto custo foi baseada na metodologia descrita por Jannuzzi e Vasconcellos (2017), através do Orange Book do Food and Drug Administration dos Estados Unidos (<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cder/ob/default.cfm>), seguido da identificação das “famílias” das patentes estadunidenses na página de internet do Escritório Europeu de Patentes (<https://worldwide.espacenet.com/>). Na etapa de verificação do status legal dos pedidos de patente no sítio do INPI (<http://www.inpi.gov.br/pedidos-em-etapas/faca-busca>) foram identificadas as datas dos despachos relacionados ao artigo 229-C da LPI e visualizadas as imagens digitalizadas dos pedidos de patente.

O cálculo do tempo em que o pedido ficou na ANVISA foi feito a partir das datas dos despachos 7.4 (ciência relacionada com o artigo 229-C da LPI; encaminhamento para a ANVISA), 7.5 (notificação de anuência relacionada com o artigo 229-C da LPI) e 7.6

(notificação de não anuência relacionada com o artigo 229-C da LPI). Nas situações onde não houve despacho 7.4, foi utilizada a data do ofício de encaminhamento para a ANVISA ou a data do último parecer do INPI, após o despacho 6.1 (exigência técnica).

3. Resultados

A aplicação da metodologia descrita resultou em três pedidos de patente para o medicamento Etravirina, um pedido para o medicamento Fosamprenavir e dois pedidos para o medicamento Raltegravir (Tabela 1). Os pedidos PI991555, PI9909191 (Etravirina) e PI0213522 (Raltegravir) referem-se a compostos definidos por “grupo Markush”, que é uma expressão comumente utilizada em documentos de patente e que representa um esqueleto molecular que pode ser substituído em diferentes posições (radicais) por uma ou mais estruturas (Jannuzzi, Vasconcellos & Souza, 2008). Já o pedido referente ao medicamento Fosamprenavir trata de um processo de preparação de uma forma cristalina deste composto, enquanto que o pedido PI0518760 descreve um sal de Raltegravir. O pedido mais recente da Etravirina, PI0014271, trata de uma composição farmacêutica deste composto.

Tabela 1. Características técnicas e administrativas de pedidos de patentes de medicamentos antirretrovirais de alto custo.

PEDIDO DE PATENTE	MEDICAMENTO	STATUS DO PEDIDO	ANUÊNCIA ANVISA	FLUXO INPI/ANVISA	MATÉRIA DO PEDIDO DE PATENTE
PI9915552	ETRAVIRINA	Patente Concedida	ANUÍDO	ANTIGO	COMPOSTOS - MARKUSH
PI0014271	ETRAVIRINA	Pedido em exame técnico	EM EXAME	ANTIGO	COMPOSIÇÃO FARMACÊUTICA
PI9909191	ETRAVIRINA	Patente Concedida	NÃO ANUÍDO*	ANTIGO	COMPOSTOS - MARKUSH - SELEÇÃO
PI9912156	FOSAMPRENAVIR	Patente Concedida	ANUÍDO	ANTIGO	PROCESSO PREPARAÇÃO FORMA CRISTALINA
PI0213522	RALTEGRAVIR	Patente Concedida	ANUÍDO	ANTIGO	COMPOSTOS - MARKUSH
PI0518760	RALTEGRAVIR	Pedido em exame técnico	ANUÍDO C/ SUBSÍDIO	NOVO	SAL DE RALTEGRAVIR
*Inicialmente, não anuído pela ANVISA - anuência decorrente da PC n.º 1/2017					

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na amostra analisada, verifica-se que os pedidos que seguiram o fluxo processual antigo, onde o exame da ANVISA ocorria após o exame substantivo de patenteabilidade executado pelo INPI, tiveram um tempo de exame elevado, tanto na ANVISA, como no INPI, resultando em um tempo de vigência superior a 24 anos (Tabela 2).

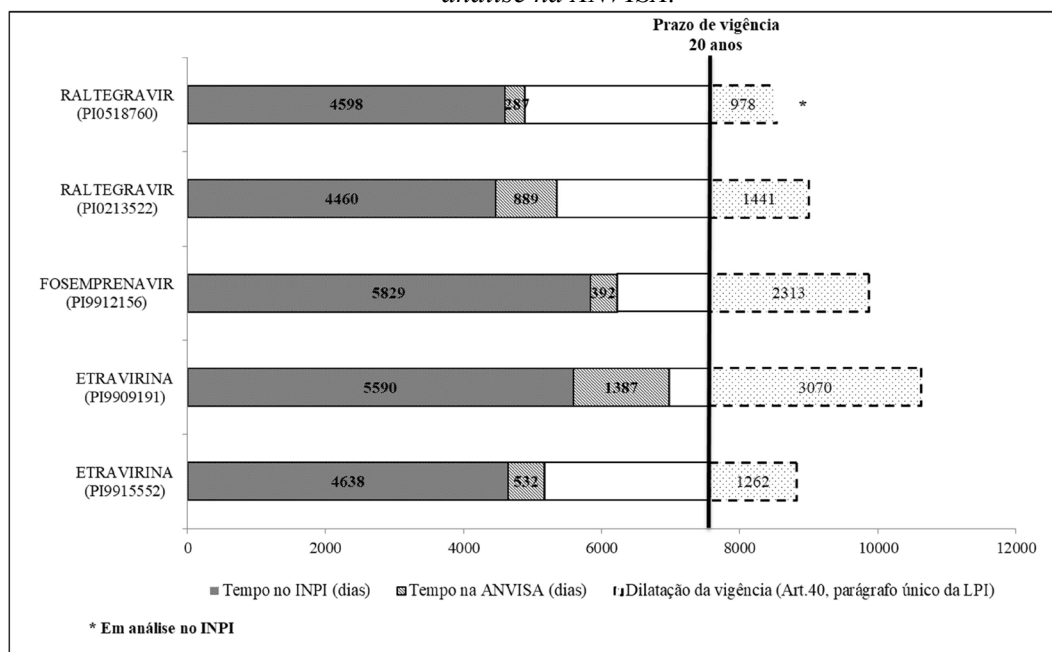
Tabela 2. Processamento de pedidos de patente de medicamentos antirretrovirais de alto custo.

PEDIDO DE PATENTE	MEDICAMENTO	DATA DE DEPÓSITO	DATA DA CONCESSÃO	DATA DE EXPIRAÇÃO	TEMPO DE VIGÊNCIA (DIAS)	TEMPO NA ANVISA (DIAS)
PI9915552	ETRAVIRINA	24/09/1999	19/11/2013	19/11/2023	8822	532 ¹
PI0014271	ETRAVIRINA	31/08/2000	**			**
PI9909191	ETRAVIRINA	24/03/1999	30/04/2018	30/04/2028	10630	1387 ²
PI9912156	FOSAMPRENAVIR	15/07/1999	26/07/2016	26/07/2026	9873	392 ³
PI0213522	RALTEGRAVIR	21/10/2002	13/06/2017	13/06/2027	9001	889 ³
PI0518760	RALTEGRAVIR	02/12/2005	*			287 ³
⁽¹⁾ Tempo calculado a partir da data do último parecer do INPI antes do encaminhamento para a ANVISA e da data de publicação do despacho 7.5. ⁽²⁾ Tempo calculado a partir do ofício de encaminhamento para a ANVISA e da data de publicação do despacho 7.6. ⁽³⁾ Tempo calculado a partir das datas de publicação dos despachos 7.4 e 7.5 (**) Pedido em exame na ANVISA (*) Pedido em exame no INPI						

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ainda que não tenha sido possível avaliar o impacto da mudança do fluxo processual no tempo de exame total, em função do tamanho da amostra, é fato que a divergência de opinião técnica entre as instituições contribuiu significativamente para o atraso na concessão das patentes dos medicamentos analisados. Particularmente, no pedido PI9909191, referente ao medicamento Etravirina, verifica-se que a discordância sobre novidade de matéria selecionada em um pedido que contenha “grupo Markush” (“patente de seleção”) entre INPI e ANVISA, resultou em um tempo elevado de análise na ANVISA e no INPI (não anuência da ANVISA e matéria patenteável pelo INPI). A situação só foi solucionada após a publicação da Portaria Conjunta, em abril de 2017. Até então, porém, o pedido levou quase 20 anos para ter seu exame concluído (Figura 2).

Figura 2. Período de vigência de patentes de medicamentos antirretrovirais de alto custo e o tempo de análise na ANVISA.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Outra conveniência da publicação da Portaria Conjunta pode ser evidenciada através da redução do tempo de exame de pedidos de patente de medicamentos na ANVISA. Especificamente, no PI0518760, referente ao medicamento Raltegravir, verifica-se que o tempo de exame na ANVISA foi inferior a um ano (Tabelas 1 e 2). Importa destacar que este pedido ainda encontra-se em exame no INPI, onde está sendo analisado o subsídio enviado pela ANVISA. Contudo, ainda que o pedido venha a ser concedido, o medicamento já gozará de um tempo de vigência maior que 20 anos, de acordo com as disposições do parágrafo único do artigo 40 da LPI.

4. Discussão

A publicação da Portaria Conjunta n.º 1/2017 encerrou a indefinição sobre a delimitação da competência técnica entre o INPI e a ANVISA. Ainda que sejam necessários ajustes para a melhoria do trâmite processual, é fato que o entendimento entre as autarquias,

explícito a partir da publicação de resoluções internas do INPI e ANVISA (Instrução Normativa/INPI/DIRPA/CGREC n.º 1, de 31 de maio de 2017 e RDC n.º 168/17), possibilitou a decisão de pedidos de patente de medicamentos antirretrovirais de alto custo.

A criação do Grupo de Articulação Institucional (GAI) em atendimento à Portaria Conjunta n.º 2, de 20 de outubro de 2017, também tem buscado avançar no processamento administrativo dos pedidos de produtos e processos farmacêuticos, através da análise de mecanismos, procedimentos e possíveis instrumentos formais (GAI, 2017). Um dos resultados obtidos foi a criação do despacho 11.18, referente ao arquivamento definitivo de pedidos não anuídos à luz da saúde pública pela ANVISA. Especialmente com relação a estes pedidos não anuídos, apenas quatro pedidos receberam este novo despacho, já que foi identificado pela Agência que estes pedidos continham substâncias presentes nas listas E ou F da Portaria SVS/SMS n.º 344, de 12 de maio de 1998, e nas destinações terapêuticas definidas pela Portaria MS/GM n.º 736, de 2014 (GAI, 2019).

Desde a sua criação, o instituto de anuência prévia no processo concessório de patentes sofreu críticas. Dentre as reações contrárias ao dispositivo de lei, podem-se destacar as críticas feitas pela Associação Brasileira da Propriedade Intelectual (ABPI) que concluiu que a participação da ANVISA na concessão de patentes relativas a produtos ou processos farmacêuticos deve relacionar-se apenas e tão somente com o disposto no artigo 18, inciso I, da LPI e no artigo 27.2 do TRIPS, de modo a verificar se o pedido de patente de invenção ou modelo de utilidade é atentatório à saúde pública (ABPI, 2001). Outros atores do sistema de propriedade intelectual e da indústria farmacêutica nacional (Interfarma), americana (USTR, PhRMA) e europeia (EPFPIA), segundo Guimarães (2013), também se posicionaram contra a entrada da ANVISA no processo de concessão de patentes farmacêuticas, alegando que a anuência prévia desestimularia pesquisadores e empresas, podendo gerar a fuga de investimentos privados no setor (Guimarães, 2013).

Contudo, houve posições favoráveis à participação da ANVISA, que apontam o papel da anuência prévia no direito à proteção do bem estar dos indivíduos, da saúde pública (favorecendo o acesso a medicamentos), do interesse social e da garantia da vida (Basso, 2004). Já Chaves, Oliveira, Hasenclever & Melo (2007) apontaram que a inserção de uma Agência do Ministério da Saúde no processo de concessão de patentes farmacêuticas poderia ser considerada como uma flexibilidade permitida pelo Acordo TRIPS, implícita no seu artigo 8.º, o qual define como princípio o direito de os países-membros da Organização Mundial do Comércio (OMC) “adotarem medidas necessárias para proteger a saúde pública e nutrição e para promover o interesse público em setores de vital importância para o desenvolvimento socioeconômico e tecnológico, desde que compatíveis com o disposto no Acordo” (Chaves, Oliveira, Hasenclever & Melo, 2007).

Em perspectiva histórica, pode-se destacar que a indefinição do alcance das atribuições da ANVISA no âmbito da anuência prévia, até a publicação da Portaria Conjunta n.º 1/2017, contribuiu para o atraso no processo concessório de patentes farmacêuticas no Brasil.

Neste contexto, percebe-se que a anuência prévia de pedidos da área farmacêutica gerou impactos no Sistema Nacional de Inovação (SNI), pois contribuiu para a extensão do tempo de decisão de processos relevantes para o SUS, como observado para os medicamentos antirretrovirais de alto custo analisados no presente trabalho. Cumpre destacar que, não obstante o prazo ampliado de análise para a anuência na ANVISA, este tempo foi inferior ao que o INPI adicionou no curso integral do procedimento administrativo dos pedidos analisados na presente pesquisa.

Além da Portaria Conjunta, outras medidas ainda são necessárias para evitar a

dilatação dos prazos de vigência de patentes de medicamentos. Podem-se citar as medidas recomendadas por Vasconcellos & Silva (2017), dentre elas, a melhoria da infraestrutura do INPI, em especial ao que se refere à informática e à estrutura da base de pesquisa *online* do órgão, à priorização dos exames dos pedidos de patente relacionados às políticas de assistência do Ministério da Saúde e considerados estratégicos no âmbito do SUS, tal como expresso na Resolução n.º 80/2013 e o aproveitamento da capacidade técnica da ANVISA, através do instrumento de subsídio ao exame técnico.

Dentre as propostas para definir legalmente o entendimento sobre o alcance do conceito de risco à saúde pública e evitar a extensão da vigência das patentes para além dos 20 anos de vigência, pode-se destacar o projeto de Lei do Senado n.º 437/18, do senador José Serra (PSDB- SP), que visa alterar a Lei n.º 9.279/1996 para dispor sobre a anuência prévia da ANVISA e revogar a possibilidade de extensão da vigência de patentes, além do prazo contado da data de depósito. O projeto pretende explicitar a competência da ANVISA no exame da patenteabilidade de invenções farmacêuticas à luz do interesse da saúde pública e, ainda, eliminar do texto da LPI, a possibilidade de que o tempo de vigência de uma patente possa exceder a vinte anos, que é o prazo mínimo disciplinado pelo acordo TRIPs. Entretanto, o projeto de Lei mantém a indefinição sobre a forma de intervenção da ANVISA no exame de patentes farmacêuticas, obstando, desta forma, o avanço do processamento administrativo de pedidos de patente de medicamentos.

O melhor remédio para minimizar os conflitos de entendimentos entre as instituições pode ter sido alcançado através da Portaria Conjunta n.º 1/2017. O processo de gestão da colaboração efetiva entre as instituições deve se dar de maneira a manter a delimitação precisa das esferas de competência das instituições e trâmites administrativos claros e precisos, de modo que o sistema avance tanto em celeridade, quanto em excelência de procedimento em termos de exame técnico.

5. Considerações finais

A dilatação da vigência de patentes de medicamentos prejudica a sociedade, pois impede a entrada de genéricos no mercado e ocasiona aumento dos gastos governamentais nas compras de medicamentos (Jannuzzi & Vasconcellos, 2017). A assinatura da Portaria Conjunta n.º 1/2017 pode ter sido o primeiro passo na tentativa de impedir a extensão deste prazo, contudo outros esforços devem ser perseguidos pelos executores de políticas públicas no Brasil.

A eficiência e transparência do trâmite processual entre as duas instituições devem ser continuamente monitorados com o objetivo de evitar a duplicidade de esforços e, a partir da contribuição fornecida pelo subsídio ao exame técnico da ANVISA, acelerar o exame de pedidos que atendam aos interesses nacionais de saúde pública e de acesso a medicamentos.

6. Referências

- Abreu, J.C. & Paranhos, J. (2016). Prospecção Tecnológica na concessão de patentes no Brasil: estudo de caso em medicamentos imunossupressores de transplante de órgãos. *Anais do 1.º Encontro da Nacional de Economia Industrial e Inovação*, 3(4): 1245-1257.
- ABPI. Resolução n.º 16 da ABPI, de 27 de setembro de 2001. Recuperado em: 01 de dezembro de 2018, de <http://abpi.org.br/biblioteca2a.asp?Ativo=True&linguagem=Portugu%EA&secao=Biblioteca&subsecao=Resolu%E7%F5es%20da%20ABPI&id=53>

- Basso, M. A ANVISA e a concessão de patentes farmacêuticas. *Valor Econômico*. Rio de Janeiro, 18 out. 2004.
- Chaves, G. C.; Oliveira, M.A.; Hasenclever, L.; Melo, L.M. (2007). A evolução do sistema internacional de propriedade intelectual: proteção patentária para o setor farmacêutico e acesso a medicamentos. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(2): 257–267.
- GAI: Grupo de Articulação Interministerial INPI-ANVISA (2017). Recuperado em 20 de abril de 2019, de: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/grupo-de-articulacao-inpi-anvisa> e <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/medicamentos/produtos/propriedadeintelectual/gai>
- GAI (2019). Apresentações da ANVISA e INPI nas reuniões técnicas do GAI. Recuperado em 20 de abril de 2019, de: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/grupo-de-articulacao-inpi-anvisa/arquivos/ApresentaoINPI.PDF>
- Guimarães, E. (2013). *A regulação das patentes farmacêuticas no Brasil: entre saúde pública, política e direito*. Tese de doutorado, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- INPI (2018). Relatório de atividades. Recuperado em 20 de abril de 2018, de: <http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas/RelatoriodeAtividades2018.pdf>.
- Instrução Normativa/INPI/DIRPA/CGREC n.º 1, de 31 de maio de 2017* (2017). Estabelece os procedimentos administrativos relativos aos pedidos de patente para produtos e processos farmacêuticos, de acordo com o artigo 229-C da LPI.
- Jannuzzi, A.H.L.; Vasconcellos, A.; De Souza, C. (2008). Especificidades do patenteamento no setor farmacêutico: modalidades e aspectos da proteção intelectual. *Cadernos de Saúde Pública*, 24 (6): 1205-18.
- Jannuzzi, A.H.L. & Vasconcellos, A.G. (2013). Um estudo sobre a concessão de patentes de medicamentos no Brasil e suas implicações para a continuidade do êxito na política de medicamentos genéricos. *Proceedings do XV Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão de Tecnologia*, Porto, Portugal.
- Jannuzzi, A.H.L. & Vasconcellos, A.G (2017). Quanto custa o atraso na concessão de patentes de medicamentos para a saúde no Brasil? *Cadernos de Saúde Pública*, 33(8): 1-6.
- Lei n.º 5.772, (1971). Institui o novo Código da Propriedade Industrial. Brasil.
- Lei n.º 9.279, (1996). Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasil.
- Lei n.º 10.196, (2001). Altera e acresce dispositivos à Lei n.º. 9.279, de 14 de maio de 1996, e regulamenta direitos e obrigações relativos à propriedade industrial, e dá outras providências. Brasil.
- Paranhos, J. (2016). Projeto ABIA: extensão de patentes e custos para o SUS. Recuperado em 08 de dezembro de 2017, de: <http://www.abifina.org.br/arquivos/download/parecer_ie_ufrj.pdf>.
- Parecer n.º 210/PGF/AE/2009, (2009). Advocacia-Geral da União. Brasil.
- Parecer n.º 337/PGF/AE/2010, (2012). Advocacia-Geral da União. Brasil.
- Portaria MS/MDIC/AGU n.º 1.956, (2011), prorrogado pela Portaria MS/MDIC/AGU n.º 2.584, de 1.º novembro de 2011 (2011). Relatório de análise e sugestão de critérios, mecanismos, procedimentos, obrigações e possíveis instrumentos formais para articulação entre a ANVISA e o INPI com vistas à execução do art. 229- C da Lei n.º 9.279/1996. Brasília, jan. 2012.
- Portaria Conjunta n.º 1, (2017). Regulamenta os procedimentos para a aplicação do artigo 229-C da Lei n.º 9.279, de 14 de maio de 1996, acrescido pela Lei n.º 10.196, de 14 de fevereiro de 2001, e dá outras providências.
- Portaria Conjunta n.º 2, (2017). Constitui Grupo de Articulação Interinstitucional (GAI), com o objetivo de analisar e sugerir mecanismos, procedimentos e possíveis instrumentos formais para articulação entre a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), com vistas ao cumprimento do disposto no art. 229-C da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996, acrescido pela Lei n.º 10.196, de 14 de fevereiro de 2001, e dá outras providências.
- Projeto de Lei do Senado n.º 437, (2018). Recuperado em 20 de abril de 2019, de: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/134609>
- Resolução - RDC n.º 45, (2008). Dispõe sobre o procedimento administrativo relativo à prévia anuência da ANVISA para a concessão de patentes para produtos e processos farmacêuticos.
- Resolução - RDC n.º 21, (2013). Altera a Resolução-RDC n.º 45, de 23 de julho de 2008, que dispõe sobre o procedimento administrativo relativo à prévia anuência da ANVISA para a concessão de patentes para produtos e processos farmacêuticos.
- Resolução-RDC n.º 168, (2017). Dispõe sobre o procedimento administrativo relativo à prévia anuência da ANVISA para a concessão de patentes para produtos e processos farmacêuticos, regulamentado pela Portaria Conjunta ANVISA-INPI n.º 01, de 12 de abril de 2017.

- Silva, M.L.A.; Britto, A.C.M.; Antunes, A.M.S. (2010). Controvérsias sobre a proteção patentária de segundo uso médico de compostos químicos conhecidos. *Química Nova*, 33(8): 1821-1826.
- Soares, J. (2011). *Direitos de propriedade intelectual e saúde pública: das normas de regulação às práticas de exame de patentes na área farmacêutica*. Tese doutorado, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Soares, J. (2015). *Propriedade intelectual e o desenvolvimento industrial no Brasil: um estudo do patenteamento de polimorfos de fármacos*. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- 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. *ALTEC*, Ciudad de Mexico. 16-18 de outubro.

La regulación como instrumento de fomento a la innovación para la atención de la diabetes en México

Henry Mora Holguín
Universidad Autónoma Metropolitana, Doctorado en Ciencias Sociales, México_
hamorah@unal.edu.co

Gabriela Dutrénit
Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Producción Económica, México
gabrieladutrenit@gmail.com

Resumen

En México, la diabetes ocupa los primeros lugares en número de defunciones por año (Secretaría de Salud de México, 2010d). De acuerdo con la Federación Internacional de la Diabetes, el 9,4% de la población mexicana tenía diabetes en el año 2016 y calculan que para el 2040 llegue al 15% (IDF, 2015). Este trabajo se enfoca en analizar uno de los instrumentos que emplea el Gobierno mexicano para atender este problema, la regulación, considerada como un instrumento de política para el fomento de la innovación (Blind, 2010).

El objetivo del trabajo es identificar si mediante la regulación el gobierno ha fomentado la innovación para la atención de la diabetes. Para esto, se hizo un análisis de contenido a la regulación mexicana, mediante el uso de un software de análisis cualitativo. Como parte de los hallazgos se encuentra que en la regulación solo hay un documento específico dirigido a la diabetes. Los documentos restantes están enfocados en la promoción, orientación y capacitación de la población, en temas como la alimentación y la activación física. Que se han identificado como aspectos que inciden en la propensión a desarrollar sobrepeso y obesidad, y posteriormente diabetes.

Se evidencia, además, que la regulación no incentiva a las diferentes instituciones y actores a que innoven. No fomenta el desarrollo de soluciones innovadoras, desde las diferentes esferas (educación, deporte, atención médica, nutrición, entre otros), sino que las limita a implementar los cambios sugeridos. El único espacio que les da para innovar es en cuanto al contenido de los programas para generar cambios en los hábitos alimenticios y de activación física, y a las estrategias de implementación.

Palabras clave

Innovación, regulación, diabetes, sobrepeso y obesidad.

1. Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) la diabetes mellitus es una amenaza mundial. Más de 180 millones de personas a nivel mundial tienen diabetes y podrían llegar a ser más del doble para el año 2030 (OMS, 2016). En México, la diabetes ocupa el primer lugar en número de defunciones por año y la proporción de enfermos ha venido aumentando rápidamente durante los últimos años (Secretaría de Salud de México, 2010d).

Según datos de la Federación Internacional de la Diabetes (IDF, por sus siglas en inglés) en 2015 México fue sexto entre los países con mayor número de personas con diabetes, con 11,5 millones de enfermos, que representaban el 9,13% de la población nacional. En 2016

este porcentaje alcanzó el 9,4% y se estima que para el 2040 sea aproximadamente el 15% (alrededor de 20,6 millones de mexicanos)¹ (IDF, 2015).

De acuerdo con la Secretaría de Salud de México (SSA), el sobrepeso y la obesidad (SyO) son enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) que se desarrollan por diferentes razones y que incrementan el riesgo de desarrollar comorbilidades como hipertensión arterial, diabetes, enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares (Secretaría de Salud de México, 2018a). En las estadísticas del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 (2013a), se señala que el 46,2% de los hombres mayores de 20 años de edad tenían sobrepeso y el 26,8% tenían obesidad; mientras que el 35,5% de las mujeres tenía sobrepeso y el 37,5% obesidad.

En materia regulatoria, el gobierno mexicano a través de la SSA ha implementado diferentes instrumentos para atender la diabetes, entre ellos destacan el Programa de Acción Diabetes Mellitus (2001c), el Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria (ANSANSA) (2010f), y la Estrategia Nacional para la Prevención y Control del Sobrepeso, Obesidad y Diabetes (ENPCSD) (2013e).

Sin embargo, de acuerdo con la SSA (2018b), el país aún enfrenta problemas que limitan la eficacia de los programas, entre ellos: i) insuficiente abasto de medicamentos, ii) equipo inadecuado y obsoleto en las unidades de salud, iii) dificultad para acceder a exámenes de laboratorio, iv) limitaciones de los servicios de apoyo psicológico, nutricional, v) nula promoción de actividad física y auto monitoreo, y vi) escasa supervisión de los servicios para alcanzar la adherencia terapéutica.

El Gobierno podría emplear diferentes instrumentos para fomentar la atención de la diabetes, como programas, políticas, subsidios, estímulos fiscales o leyes. Por los intereses de esta investigación, se puntualiza en el uso de la regulación. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la regulación se refiere a la diversidad de instrumentos a partir de los cuales el Gobierno fija requisitos sobre las empresas y la sociedad (OCDE, 1997a). Siguiendo a North (1990), la regulación sería el equivalente a las reglas de juego de la sociedad, que posibilitan las acciones de los individuos y determinan los incentivos que éstos tienen para realizar ciertas acciones (Aoki, 2001).

Por otra parte, para Burns & Riechmann (2004), Coglianese (2010) y Lunn (2014), la regulación es el mecanismo para gestionar la interacción entre las políticas y el mercado, pues un entorno regulatorio de alta calidad es fundamental para vivir, trabajar y hacer negocios, y desempeña un papel clave para el fomento de la innovación, la productividad, el crecimiento, la apertura comercial y la inversión.

Adicionalmente, mediante la regulación el Gobierno podría fomentar el desarrollo de soluciones innovadoras para atender el problema de la diabetes. De acuerdo con Blind (2012a), la regulación para la innovación se refiere al conjunto de instrumentos que afectan los incentivos y capacidad de las empresas para innovar y hacer negocios y puede ser considerada como un instrumento de política para el fomento de la innovación (Blind, 2010).

Algunos de los autores que han estudiado la regulación que afecta la innovación han indicado que se pueden distinguir tres tipos de regulación, según sus objetivos: i) económica, la que tiene que ver con aspectos comerciales y de competencia en el mercado; ii) social, que se relaciona con el medio ambiente y el bienestar de la sociedad en general; e iii) institucional, asociada con la organización del mercado (Leone & Hemmelskamp, 1998; Stewart, 2010; Blind, 2012a; United Nations, 2017).

Según lo descrito anteriormente, el objetivo de este trabajo es analizar la regulación asociada a la atención de la diabetes, para identificar sus objetivos y si fomenta o no el desarrollo de soluciones innovadoras, para su atención. Este trabajo se compone de 3

apartados, además de esta introducción. En el primero se describe la metodología que se empleó para la construcción de la base de datos de los documentos normativos; en el siguiente apartado se presenta la caracterización de la regulación y en el tercero se exponen los resultados del análisis. Para finalizar se presentan las conclusiones del análisis y la bibliografía empleada.

2. Metodología

Para el análisis de los instrumentos que regulan aspectos relacionados con la diabetes en México, se partió de la construcción de una base de datos de los documentos normativos. La documentación correspondió a los instrumentos mediante los cuales se formaliza la regulación en México: leyes, reglamentos, acuerdos, avisos, códigos, normas oficiales mexicanas (NOM), decretos y lineamientos (COFEMER, 2016).

La base de documentos se construyó a partir de los siguientes pasos: i) revisión de la normatividad referida por el Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles (OMENT); ii) identificación de normatividad relacionada, a partir de la búsqueda mediante palabras clave en la página del Diario Oficial de la Federación, iii) revisión de la normatividad publicada en la página de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris); y iv) revisión de los documentos referidos en los documentos identificados en los pasos anteriores.

Después de ser revisada y depurada la base, se llegó a 40 documentos normativos vigentes y actualizados. A ese conjunto de documentos se le realizó un análisis de contenido, mediante el uso de un software para análisis cualitativo, NVivo®, con el propósito de hacer inferencias acerca de las temáticas o tópicos que se discuten en los textos, como lo sugieren Bardín (1991) y López- Aranguren (2016).

3. Caracterización de la regulación asociada a diabetes

Como se indica en la Tabla 1, la mayoría de los documentos son NOM, seguidos de Acuerdos y Leyes. En su mayoría, los documentos se han actualizado o emitido durante el periodo entre 2010 y 2014.

Tabla 1. Distribución de la normatividad según tipo de documento y fecha de emisión

Tipo de documento	2010*	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Ley	0	1	2	0	0	0	0	1	4	8
Reglamento	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Decreto	0	0	0	2	1	0	1	0	0	4
Acuerdo	2	0	2	0	4	3	0	0	0	11
NOM	5	0	2	3	2	1	0	0	1	14
Lineamiento	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total	7	1	6	5	9	4	2	1	5	40

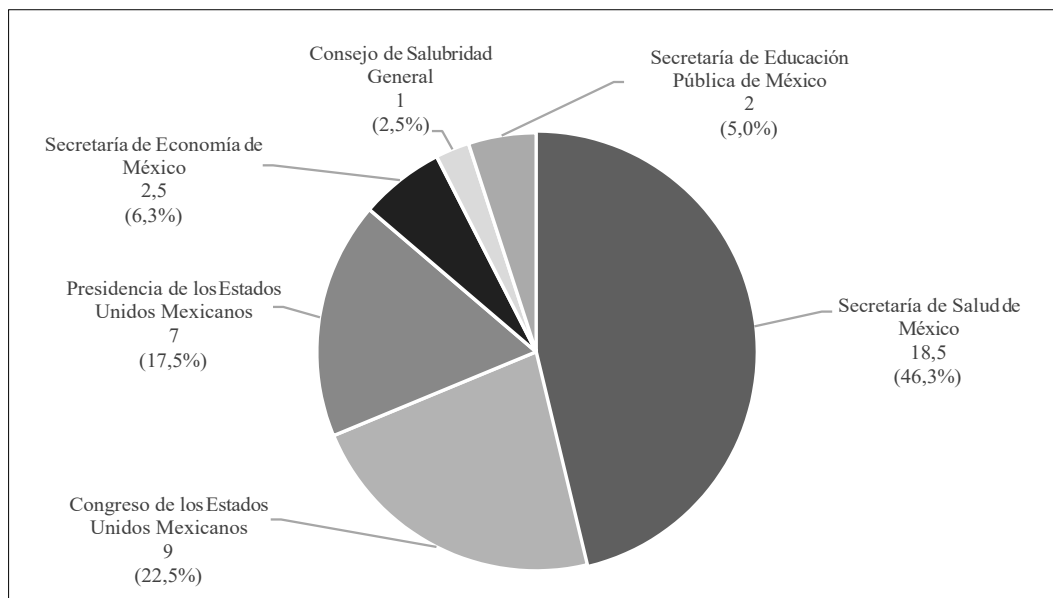
Fuente: Elaboración propia.

* La información para 2010 incluye la sumatoria de los documentos emitidos durante 1996 a 2010.

Respecto a las entidades que emiten los documentos, la mayoría corresponden al poder

ejecutivo (77,5%), principalmente a la SSA; el restante (22,5%) son emitidos por el poder legislativo, específicamente por el Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (CEUM) (Ver Gráfica 1).

Gráfica 1. Distribución de la normatividad según emisor*



Fuente: Elaboración propia.

* Los decimales corresponden a documentos que fueron emitidos por dos o más entidades.

Dado que la diabetes es un problema de salud de los mexicanos, la mayoría de los documentos (90%) regulan con un objetivo social, la seguridad de la población. El 10% restante tiene un fin institucional, principalmente para la delegación de derechos y responsabilidades en las entidades de gobierno. Esta normatividad, con fines institucionales, es emitida principalmente por el CEUM, en lo que corresponde a leyes, y por la Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos (PEUM), en cuanto a acuerdos relacionados con la creación del Consejo Nacional para la Prevención y Control de las Enfermedades Crónicas No Transmisibles y el Consejo Asesor del OMENT. Por su parte, la regulación con fines sociales se ha implementado mediante diferentes instrumentos, emitidos por diferentes entes reguladores (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Regulación social según tipo de instrumento y emisor*

Autor/ Tipo de instrumento	Acuerdo	Decreto	Ley	NOM	Reglamento
Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (CEUM)	0	0	6	0	1
Consejo de Salubridad General (CSG)	1	0	0	0	0
Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos (PEUM)	1	4	0	0	1
Secretaría de Economía de México (SE)	0,5	0	0	2	0
Secretaría de Educación Pública de México (SEP)	2	0	0	0	0
Secretaría de Salud de México (SSA)	4,5	0	0	12	0

Fuente: Elaboración propia.

* Los decimales corresponden a documentos que fueron emitidos por dos o más entidades.

4. Análisis del fomento de la innovación para la atención de la diabetes a través de la regulación

Aunque hay 40 documentos que norman aspectos relacionados con la diabetes, solo hay una NOM específica para su atención, la NOM-015-SSA2 para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus², que se emitió por primera vez en el año 1994.

En esta NOM, que tienen un objetivo social, de acuerdo con la clasificación de Blind (2012a), se establecen los procedimientos y acciones para la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento de la prediabetes y diabetes mellitus (Secretaría de Salud de México, 2010d). Como se puede deducir de la Gráfica 2, por el tamaño de las palabras según su frecuencia, la NOM, se orienta a la prevención, en sus diferentes niveles (primario, secundario y terciario), así como al control y al cuidado de los hábitos alimenticios y de actividad física.

Por otra parte, el término “innovación” no aparece ni en la nube ni en general en el texto; lo más cercano al fomento de la innovación se refiere a una de las funciones de la SSA, respecto a “establecer, en coordinación con las instituciones educativas, programas de información a la población estudiantil sobre los factores de riesgo de enfermedades no transmisibles frecuentes, [...], así como la actualización de los programas educativos sobre diabetes de las instituciones que preparan a los profesionales de la salud” (pág. 12).

Gráfica 2. Palabras más frecuentes en la NOM-015-SSA2-2010



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se identificaron cuatro documentos normativos que, aunque no se enfocan directamente en diabetes, sí lo hacen en dos enfermedades causantes, el sobrepeso y la obesidad (SyO). Conforme con la definición de la OCDE (1997a), el Gobierno mexicano mediante la regulación ha determinado acciones para condicionar el comportamiento de la población, a fin de evitar que tenga problemas de SyO, y de esta manera reducir la probabilidad de que desarrollen diabetes.

Específicamente dos de estos documentos tienen un fin institucional, pues definen

derechos y responsabilidades (Blind, 2012a), de dos organismos encargados de llevar a cabo acciones de prevención y control: el Consejo Nacional para la Prevención y Control de las ECNT (Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos, 2010), y el Consejo Asesor del Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles –OMENT (Secretaría de Salud de México, 2014d).

Los otros dos documentos se especializaban en la atención del SyO; ambos con un objetivo social y de prevención, para proteger a la población (OCDE, 1997a), uno mediante un decreto (Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos, 2015) y otro mediante una NOM (Secretaría de Salud de México, 2018a).

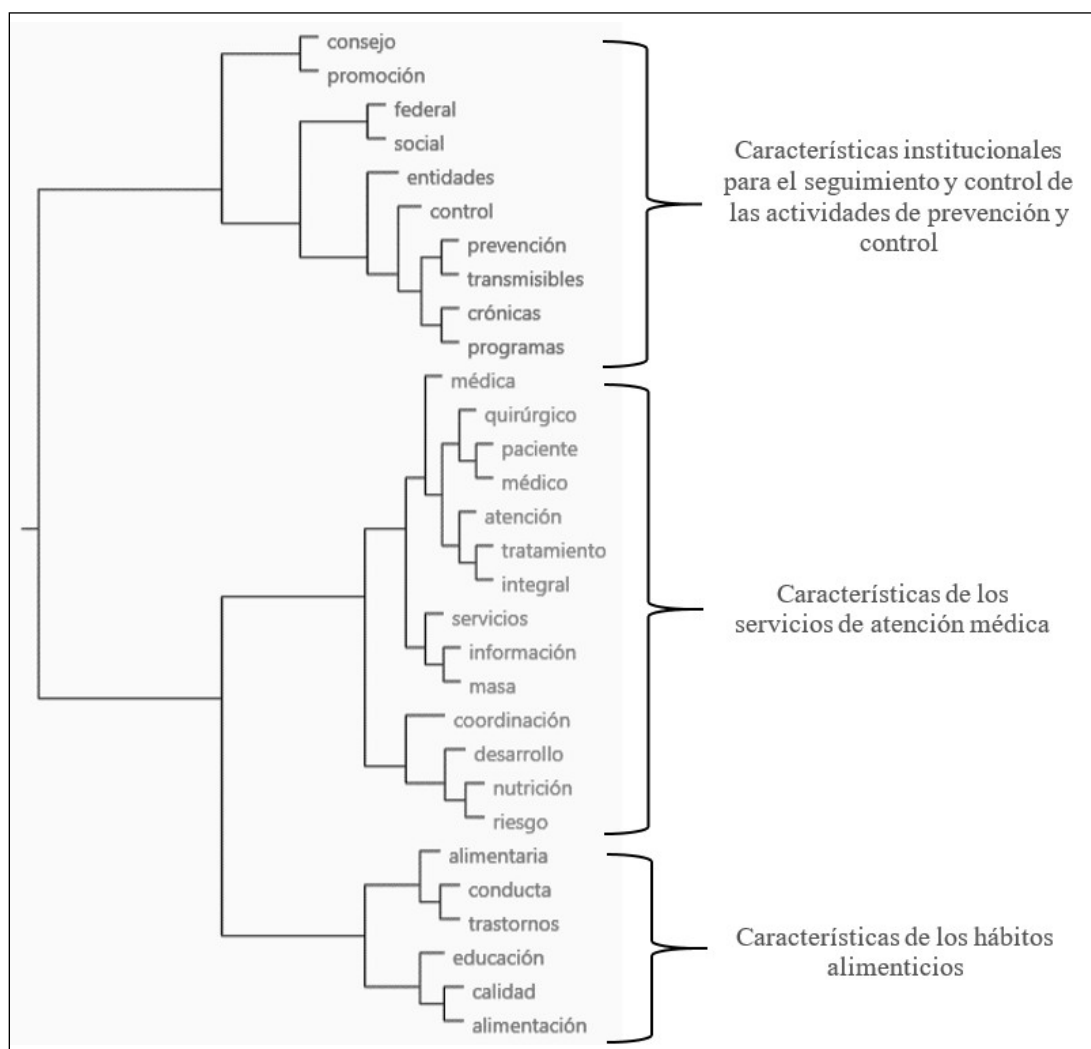
Al hacer un análisis de correlación de Pearson sobre este conjunto de documentos, para identificar a partir del texto de los 4 documentos, grupos o temas comunes, se identifican al menos tres conglomerados, que se presentan en la Gráfica 3:

1. Las organizaciones encargadas del monitoreo de las actividades de prevención y atención de las ECNT y su configuración: i) el Consejo Nacional para la Prevención y Control de las ECNT, y ii) el Consejo asesor del OMENT.

2. Las características de los servicios integrales de atención médica, que consideran lo nutrimental, la actividad física, y los tratamientos farmacológicos o quirúrgicos, entre otros. Solamente en este aspecto, y de manera indirecta, se promueve la innovación, en cuanto al desarrollo de mejores servicios de salud con base en la integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

3. Los hábitos alimenticios y las características nutrimentales que deben asegurarse para tener una correcta alimentación.

Gráfica 3. Conglomerados de la normatividad asociada a sobrepeso y obesidad



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, dentro de la normatividad se encontraron tres documentos asociados tangencialmente a la diabetes, enfocados en complicaciones derivadas de la enfermedad, como la hipertensión arterial sistémica (HAS) (NOM-030-SSA2-2009) y las dislipidemias (NOM-037-SSA2-2012), así como sobre la cirugía bariátrica (Consejo de Salubridad General, 2009b).

Este grupo de documentos tiene un objetivo social, según la clasificación de Blind (2012a) y la OCDE (1997a); enfatizan en la realización de actividades físicas y el cuidado en la alimentación como medidas de prevención, por ejemplo especificando los niveles de ingesta de grasas saturadas y de colesterol (Secretaría de Salud de México, 2012o), así como de alcohol, sal y potasio (Secretaría de Salud de México, 2010e). De manera indirecta en estas NOM, como los sugiere Blind (2012a), se fomenta la innovación, al favorecer el desarrollo de procesos que modifiquen actitudes tendientes a mejorar la salud individual, familiar y colectiva en materia de HAS y dislipidemias.

Hasta aquí, el Gobierno ha tratado de atender el problema de manera integral, orientando acciones para atacar una de las principales causas de la diabetes, el SyO, así mismo

regulando sobre el tratamiento de las personas que ya tienen la enfermedad, normando sobre las organizaciones o entidades que tienen como misión coordinar y supervisar el desarrollo de estas actividades, y normando sobre las complicaciones generadas a posteriori.

Finalmente, los 29 documentos restantes, regulan aspectos asociados principalmente a actividades de prevención del SyO, y por ende de la diabetes; por ejemplo: i) restringiendo la publicidad de alimentos no adecuados, ii) promoviendo la implementación de bebederos en las escuelas, iii) controlando los nutrimentos que deben contener ciertos alimentos, o iv) fomentando el desarrollo de actividades físicas de manera periódica. En la siguiente tabla se describen algunas de las características de estos documentos.

Tabla 3. Otros documentos normativos asociados a la prevención de la diabetes, según tipo de instrumento y población objetivo

Población objetivo	Acuerdo	Decreto	Ley	Lineamiento	NOM
Lactantes	0	0	0	0	1
Niños y niñas	0	0	0	1	1
Personas entre 10 y 19 años	0	0	0	0	1
Población estudiantil	3	0	0	0	1
Población en riesgo	0	1	0	0	1
Trabajadores en general	0	0	1	0	0
Población en general	4	3	6	0	5
Total	7	4	7	1	10

Fuente: Elaboración propia.

El 46,6% de estos documentos fue emitido por la SSA, corresponden a seis acuerdos, ocho NOM y un lineamiento. Dos acuerdos se enfocan principalmente en regular sobre los aditivos y coadyuvantes en alimentos y bebidas. A partir de este conjunto de documentos se incentiva la innovación, como lo define Blind (2012a), pues se incentiva a las empresas a que innoven en sus productos alimenticios para cumplir con los requisitos y niveles impuestos en la regulación. Otros dos acuerdos de la SSA regulan sobre el etiquetado de alimentos y bebidas no alcohólicas (Secretaría de Salud de México, 2014e; 2014h; Secretaría de Economía de México; Secretaría de Salud de México, 2015b).

Los otros dos acuerdos fueron emitidos de manera articulada con la SEP y están dirigidos a la población estudiantil, en uno de ellos se definen los criterios para la instalación y mantenimiento de bebederos en las escuelas (2015), y en el otro se establecen los lineamientos para el expendio y distribución de alimentos y bebidas en escuelas (2014). Estos dos documentos además de tener un objetivo social, también tienen un fin institucional, pues definen las responsabilidades de los actores involucrados (Blind, 2012a).

Respecto a las ocho NOM emitidas por la SSA, todas tienen un objetivo social; tres están dirigidas a la promoción de la salud para diferentes grupos poblacionales (2001b; 2013h; 2015b), y otras cuatro se enfocan en diferentes aspectos de la alimentación (1996b; 2012p; 2013b; 2014g). La NOM restante, bajo un objetivo institucional define responsabilidades respecto a la operación del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (2013b); mientras que el lineamiento refiere a las condiciones para publicitar, en televisión, alimentos y bebidas no alcohólicas (2014f).

Continuando con el grupo de los 29 documentos (descritos en la Tabla 3), el segundo

emisor con mayor normatividad fue el CEUM, con 7 documentos: la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), que establece que toda persona tiene derecho a la protección de la salud, así como a satisfacer sus necesidades de alimentación y salud, entre otras (2017c), y otras seis leyes. En la Tabla 4 se presentan los aspectos regulados en estas leyes.

Tabla 4. Leyes que contribuyen a la prevención de la diabetes

Ley	Propósito
Ayuda Alimentaria para los Trabajadores	Mejorar el estado nutricional de los trabajadores mediante ayuda alimentaria, programas de promoción de la salud y orientación alimentaria.
Protección al Consumidor	proteger a los consumidores, de la información o publicidad engañosa o abusiva.
Radio y Televisión	Regular la publicidad de productos alimenticios que distorsionen los hábitos de la buena nutrición.
Cultura Física y Deporte	Fomentar el desarrollo de actividades físicas, para la preservación de la salud y prevención de enfermedades.
Educación	Fomentar el consumo de alimentos y bebidas nutritivas en las escuelas, y vigilar el expendio de aquellas que no favorezcan la salud.
Salud	Instituir actividades de prevención, control y promoción de la salud a la SSA, entre ellas: i) proponer y desarrollar programas de educación orientados a la alimentación nutritiva y a la activación física; ii) normar el desarrollo de los programas y actividades de educación en materia de nutrición, prevención, tratamiento y control de la desnutrición y
Ley	Propósito
	obesidad; y iii) restringir la publicidad que induzca a hábitos de alimentación nocivos.

Fuente: Elaboración propia a partir de CEUM (2011; 2012b; 2012c; 2018c; 2018d; 2018e).

Los restantes siete documentos normativos, del grupo de los 29, son: cuatro decretos, dos NOM y un acuerdo. En la Tabla 5 se presentan los aspectos regulados en cada uno de ellos.

Tabla 5. Decretos, acuerdos y NOM que, en un sentido amplio, contribuyen a la prevención de la diabetes

Documento normativo	Emisor	Aspecto regulado
Decreto por el que se adicionan una fracción IX al artículo 6o., y una fracción VIII bis al artículo 7o., de la LGS		Agregó un objetivo al Sistema Nacional de Salud “promover el desarrollo de los servicios de salud con base en la integración de las TIC para ampliar la cobertura y mejorar la calidad de atención a la salud” (pág. 1).

Decreto por el que se reforma la fracción III del artículo 112 de la LGS	Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos	Adiciona en los objetivos de la educación para la salud, la orientación y capacitación sobre alimentación nutritiva y activación física.
Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios		Exige incluir en el etiquetado de los productos, información sobre contenido energético y grasas saturadas, azúcares y sodio.
Decreto por el que se establece el Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre		Tiene como objetivo “Cero hambre a partir de una alimentación y nutrición adecuada de las personas en pobreza...” (pág. 2).
Acuerdo número 645 por el que se instituye la Semana Nacional de la Alimentación Escolar (SNAE)	Secretaría de Educación Pública de México	Se instituye la SNAE para abatir y prevenir el SyO infantil y juvenil, mediante la educación en materia de nutrición y la actividad física.
NOM-051-SCFISSA1-2010	Secretaría de Economía de México	Establece la información nutrimental que deben incluirse en las etiquetas de los alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados.
Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFISSA1-2010		Declara obligatorio incluir en el etiquetado de los productos la cantidad de grasas saturadas, otras grasas, azúcares totales, sodio y energía.

Fuente: Elaboración propia a partir de PEUM (2013b; 2013c; 2014g; 2016c); SEP (2012); SE (2010; 2014).

Resumiendo, la normatividad descrita en la Tabla 3 tiene un objetivo social (Blind, 2012a), pues contribuye en general a la prevención de la diabetes; está orientada a la promoción y capacitación sobre alimentación nutritiva y activación física, para mejorar las condiciones de salud, en diferentes grupos poblacionales. Asimismo, está direccionada a que los consumidores estén informados sobre las características nutrimentales de los alimentos y bebidas no alcohólicas que consumen (mediante de la información en las etiquetas de los productos).

Respecto a las etiquetas de los alimentos y bebidas alcohólicas y su publicidad, existen otros documentos normativos, emitidos por la PEUM, que contribuyen a que los consumidores tengan información adecuada sobre los productos que consumen. Estos son: i) el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios (2016e); y ii) el Reglamento de la LGS en Materia de Publicidad (2014a).

En relación al fomento de la innovación, en estos últimos documentos no hay incentivos directos para atender la diabetes; solamente se encuentran algunas acciones indirectas que incentivarían la innovación: i) creación de estrategias de promoción de la salud y orientación alimentaria para trabajadores y niños; ii) fomento de la creación y mejoramiento de los recursos físicos (maquinaria y equipo) destinados a la activación física, y iii) nuevos servicios de atención en salud basados en TIC.

Finalizando, se debe tener en cuenta que, aunque la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, del CEUM (2018f), no norma específicamente sobre la diabetes, sí regula con un objetivo institucional (Blind, 2012a), sobre los derechos y responsabilidades de las principales entidades encargadas de la regulación al respecto: la SSA, la SE y la SEP,

principalmente. Fija las bases para que las respectivas Secretarías operen y desarrollen las actividades que contribuirán a la prevención y tratamiento de la enfermedad.

5. Conclusiones

Considerando que la regulación es el mecanismo mediante el cual el Gobierno fija requisitos sobre las empresas y la sociedad (OCDE, 1997a), y que ha sido uno de los instrumentos empleados para la prevención y atención de la diabetes en el país, se hizo un análisis de la misma; identificando cuál era la normatividad y si incentivaba o no el desarrollo de soluciones innovadoras.

El estudio partió de la construcción de una base de 40 documentos normativos vigentes, posteriormente analizados con un software para estudios cualitativos. El análisis permitió identificar que en la regulación vigente solo hay un documento específico para la prevención, tratamiento y control de la diabetes (NOM-015-SSA2). Sin embargo, el Gobierno ha regulado con un enfoque integral, considerando también las enfermedades que tienen una alta incidencia en el desarrollo de la diabetes, el SyO, así como en las complicaciones causadas por la diabetes.

Además, se encontraron cuatro documentos que regulan el comportamiento de la población, y en general de los regulados de acuerdo con la definición de la OCDE (1997a), para evitar malos hábitos alimenticios y promover la actividad física, reduciendo así las posibilidades de desarrollar

SyO y por ende diabetes. Por otra parte, otro conjunto de tres documentos regula sobre las enfermedades generadas a causa de la diabetes.

La mayor parte de esta normatividad tiene un fin social, como la define OCDE (1997a), pues está enfocada en proteger a la población y a los consumidores en general. Así mismo, tienen un fin institucional, de acuerdo con los criterios de Blind (2012a), pues definen los derechos y responsabilidades de algunas de las organizaciones encargadas de la supervisión de las actividades de prevención y control.

Los restantes 32 documentos están encaminados a la prevención de la diabetes, a través de la promoción y capacitación de la población en temas como la alimentación nutritiva y activación física. El objetivo de esta normatividad continúa siendo social, promoviendo estilos de vida más saludables en la población mexicana.

El análisis pone en evidencia que la innovación no parece ser fomentada desde la regulación, al menos no directamente, como lo sugiere Blind (2012a). La normatividad ha estado dirigida principalmente a cambiar: i) prácticas en las escuelas, y ii) procedimientos de atención en salud. Este enfoque de la regulación no promueve que los actores innoven; no fomenta el desarrollo de soluciones innovadoras, desde diferentes sectores (educación, deporte, atención médica, nutrición, etc.), sino que exige la implementación de cambios y prácticas.

En un escenario ideal, a través de la regulación se podría, por ejemplo: i) fomentar el desarrollo de medicamentos innovadores, dando prioridad en el proceso de registro o garantizando la inclusión en el cuadro básico de medicamentos y catálogo de insumos; ii) favorecer la producción de alimentos más adecuados para personas con diabetes, asegurando el ingreso al mercado a través de compras públicas; o iii) fijar impuestos preferenciales para empresas u organizaciones que generen servicios o productos para personas con diabetes, entre otros.

Sin embargo, de manera indirecta la regulación estaría fomentando la innovación en

cuanto a las estrategias de implementación y al contenido de los programas de capacitación, entrenamiento y creación de cultura, asociada a buenos hábitos alimenticios y activación física. Así mismo, en cuanto a la implementación de TIC para prestar mejores servicios de salud, y al desarrollo de nuevos productos alimenticios que cumplan con los niveles máximos exigidos de azúcares, grasas y otros ingredientes y aditivos.

Finalmente, este análisis de la innovación para la atención de la diabetes puede ser complementado al incorporar otros instrumentos de fomento como el financiamiento público de la innovación.

6. Bibliografía

- Blind, K. (January de 2012a). *The impact of regulation on innovation. 02 Report of the Compendium of Evidence on the Effectiveness of Innovation Policy Intervention*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2017, de NESTA working papers series: <http://www.innovation-policy.org.uk/compendium/section/Default.aspx?topicid=3>
- Burns, P., & Riechmann, C. (2004). *Regulatory instruments and their effects on investment behavior*. London: World Bank Policy Research Working Paper 3292.
- COFEMER. (06 de Septiembre de 2016). *Comisión Federal de Mejora Regulatoria*. Obtenido de ¿Qué es regulación?: <https://www.gob.mx/cofemer/acciones-y-programas/que-es-la-regulacion>
- Coglianesse, C. (2010). Management-based regulation: Implication for public policy. En OCDE, *Risk and Regulatory Policy: Improving the governance of risk* (págs. 159-179). París: OECD.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (15 de 09 de 2017c). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación (Primera publicación 05-02-1917)*. México.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (24 de abril de 2018f). Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. *Diario Oficial de la Federación (Primera publicación 29-12-1976)*. México.
- Consejo de Salubridad General. (11 de septiembre de 2009b). Acuerdo por el que se establecen los lineamientos que regulan la práctica de la cirugía bariátrica en México. México.
- Lunn, P. (2014). *Regulatory policy and behavioural economics*. OECD Publishing.
- North, D. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- OCDE. (1997a). *The OECD Report on regulatory reform. Synthesis*. Oslo: OECD Publishing.
- OMS. (2016). *Informe Mundial Sobre la Diabetes*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. (11 de febrero de 2010). Acuerdo por el que se crea el Consejo Nacional para la Prevención y Control de las Enfermedades Crónicas No Transmisibles. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. (20 de 05 de 2013a). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. (22 de enero de 2013b). Decreto por el que se establece el Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. (15 de enero de 2013c). Decreto por el que se adicionan una fracción IX al artículo 6o., y una fracción VIII bis al artículo 7o., de la Ley General de Salud. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. (14 de febrero de 2014a). Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad. *Diario Oficial de la Federación (Primera publicación 04-05-2000)*. México.
- Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. (14 de octubre de 2015). Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Salud, para el control del sobrepeso, la obesidad y los trastornos de la conducta alimentaria. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. (12 de febrero de 2016e). Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. *Diario Oficial de la Federación (Primera publicación 09-08-1999)*. México.
- Secretaría de Economía de México. (05 de abril de 2010). NOM-051-SCFISSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Secretaría de Economía de México. (14 de agosto de 2014). Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-

051- SCFISSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria [...]. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Economía de México; Secretaría de Salud de México. (31 de diciembre de 2015b). Acuerdo por el cual se establece el criterio para la implementación y verificación de la Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 [...]. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Educación Pública de México. (13 de agosto de 2012). Acuerdo número 645 por el que se instituye la Semana Nacional de la Alimentación Escolar. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Educación Pública de México; Secretaría de Salud de México. (16 de mayo de 2014). Acuerdo mediante el cual se establecen los lineamientos generales para el expendio o distribución de alimentos y bebidas en los establecimientos de consumo escolar [...]. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Educación Pública de México; Secretaría de Salud de México. (23 de diciembre de 2015). Acuerdo mediante el cual se establecen los Lineamientos generales para la instalación y mantenimiento de bebederos [...]. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (26 de junio de 1996b). NOM-086-SSA1-1994 Bienes y servicios - Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (09 de febrero de 2001b). NOM-031-SSA2-1999. Para la atención a la salud del niño. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (2001c). *Programa de Acción: Diabetes Mellitus*. Ciudad de México: Secretaría de Salud de México.

Secretaría de Salud de México. (23 de noviembre de 2010d). NOM-015-SSA2-2010. Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (31 de mayo de 2010e). NOM-030-SSA2-2009. Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (2010f). *Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad*. Ciudad de México: Secretaría de Salud de México.

Secretaría de Salud de México. (16 de julio de 2012n). Acuerdo por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (13 de julio de 2012o). NOM-037-SSA2-2012. Para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (10 de septiembre de 2012p). NOM-131-SSA1-2012. Productos y servicios. Fórmulas para lactantes, de continuación y para necesidades especiales de nutrición. Alimentos y bebidas no alcohólicas para lactantes y niños de corta edad [...]. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (19 de febrero de 2013b). NOM-017-SSA2-2012. Para la vigilancia epidemiológica. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (2013e). *Estrategia Nacional para la Prevención y Control del Sobrepeso, Obesidad y Diabetes*. Ciudad de México.

Secretaría de Salud de México. (09 de diciembre de 2013h). NOM-009-SSA2-2013. Promoción de la salud escolar. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (22 de enero de 2013i). NOM-043-SSA2-2012. Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (24 de septiembre de 2014d). Acuerdo por el que se crea el Consejo Asesor del Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (15 de abril de 2014e). Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos a que se refiere el artículo 25 del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios que deberán observar los productores de alimentos y bebidas no alcohólicas [...]. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (15 de abril de 2014f). Lineamientos por los que se dan a conocer los criterios nutrimentales y de publicidad que deberán observar los anunciantes de alimentos y bebidas no alcohólicas para publicitar sus productos en televisión abierta y restringida [...]. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (11 de noviembre de 2014g). NOM-014-SSA3-2013. Para la asistencia social alimentaria a grupos de riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. México.

Secretaría de Salud de México. (25 de julio de 2014h). Acuerdo por el que se modifica el diverso por el que se

- emiten los Lineamientos a que se refiere el artículo 25 del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios que deberán observar los productores de alimentos y bebidas no alcohólicas [...]. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Secretaría de Salud de México. (12 de agosto de 2015b). NOM-047-SSA2-2015. Para la atención a la salud del Grupo Etario de 10 a 19 años de edad. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Secretaría de Salud de México. (18 de mayo de 2018a). NOM-008-SSA3-2017. Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Secretaría de Salud de México. (03 de mayo de 2018b). PROY-NOM-015-SSA2-2018, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Stewart, L. A. (January de 2010). *The impact of regulation on innovation in the United States: A cross-industry literature review*.
- United Nations. (2017). *Training course on STI policies: Fostering Innovation. Participant's Handbook. Working document*. Geneva: United Nations.

Brechas institucionales en la movilización del conocimiento para la atención de pacientes con “pie diabético”

José Luis Sampedro-Hernández (UAM-C)

Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Departamento de Estudios Institucionales, México.
sampedroh@yahoo.com.mx

Diana Ortega (Doctorante, UAM-X)

Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Doctorado en Ciencias Sociales, México.
dortegap@hotmail.com

Arturo Torres (UAM-X)

Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Departamento de Producción Económica, México.
atvargas@hotmail.com

Javier Jasso (UNAM)

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Facultad de Contabilidad y Administración, México.
unamdicai@gmail.com

Resumen

Recientemente se han hecho análisis de los procesos y mecanismos a través de los cuales diversos actores colaboran en el desarrollo de mejores diagnósticos y tratamientos médicos. Este tipo de interacción configura un modelo de la ciencia y la tecnología que redefine la creación de conocimiento orientado a la solución de problemas de salud pública, de alguna manera se intenta poner el “conocimiento en acción”. El objetivo de este trabajo es explicar la relación entre el Modo II de producción de conocimiento caracterizado por Gibbons, et al., (1994, 2000) y los “modos de coordinación institucional”. Se analizan los modos de coordinación en la creación de conocimiento en el campo denominado nanomedicina catalítica y los modos de coordinación en su difusión, en particular, su “movilización” hacia la aplicación del conocimiento para resolver enfermedades crónicas de pacientes con diabetes como el pie diabético. Las preguntas de investigación son: ¿Cómo se relaciona el modo de creación con el modo de aplicación de conocimiento para la atención de problemas de salud asociados con la diabetes? ¿Cuáles son las brechas institucionales entre ambos modos de coordinación? La proposición revela que los Modos de producción I y II caracterizados por Gibbons, et al., (1994) son, de alguna manera y desde una perspectiva institucional, modos de coordinación institucional en la creación y uso de conocimiento, pero existen brechas y rigideces institucionales en ambos. Se utiliza el estudio de caso simple-exploratorio como estrategia de investigación. El caso es el grupo de investigación del Laboratorio de Nanomedicina y Nanotecnología de la UAM-X; la unidad de análisis es el proyecto de investigación orientado al desarrollo del dispositivo médico para atender heridas crónicas como pie diabético.

Palabras clave

Movilización del Conocimiento, Modos de Coordinación Institucional, Modo II de Producción de Conocimiento, Diabetes.

1. Introducción

El sistema de salud mexicano enfrenta cambios epidemiológicos y demográficos de manera acelerada. Desde el año 2000 la prevalencia de enfermedades no transmisibles como la

diabetes mellitus ha aumentado en adultos. Según la ENSANUT en 2006 fue de 7.2%, en 2012 de 9.2% y en 2016 de 9.4%, siendo más frecuente en mujeres que en hombres (10.3% y 8.4%, respectivamente, en 2016). Históricamente la creación de conocimiento científico y tecnológico y el diseño de modelos de gestión ha permitido el desarrollo de mejores técnicas de diagnóstico de enfermedades, terapias y medicamentos, así como un incremento en la cobertura y calidad de los servicios de salud. Sin embargo, la “movilización” del conocimiento científico hacia dominios de aplicación ha puesto de manifiesto diversas brechas y rigideces institucionales.

El objetivo de este trabajo es explicar la relación entre el modo II de producción de conocimiento caracterizado por Gibbons, et al. (1994, 2000) y los “modos de coordinación institucional” o arreglos institucionales. Para ilustrar esta relación, se analizan los modos de coordinación en la creación de conocimiento en el campo denominado nanomedicina catalítica y las factores institucionales para su aplicación, en particular, para la solución de heridas crónicas generadas por la diabetes como el pie diabético.

Se intenta responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo se relaciona el modo de creación con el modo de aplicación de conocimiento para la atención de problemas de salud asociados con la diabetes? ¿Cuáles son las brechas institucionales entre ambos modos de coordinación? La proposición revela que el modo II de producción de conocimiento caracterizado por Gibbons, et al., (1994) es, desde una perspectiva institucional, un modo de coordinación institucional en la creación, difusión y uso del conocimiento; sin embargo, en el caso de campos nuevos como el de la nanomedicina catalítica, existen brechas y rigideces institucionales tanto en la creación como en la aplicación del conocimiento.

Después de esta introducción, en el apartado dos se discuten los conceptos y categorías analíticas sobre los modos de producción de conocimiento y arreglos institucionales. En el siguiente apartado se explica el diseño metodológico. En el apartado cuatro se muestran los resultados del estudio. Finalmente, se presenta la discusión y las conclusiones del capítulo.

2. Conocimiento en acción: Modos de coordinación institucional en la creación de conocimiento orientado a la solución de problemas de salud

2.1 Modos de producción de conocimiento

En la literatura actual se encuentran diversos conceptos que hacen referencia al uso, difusión, diseminación, movilización, traslación, traducción, transferencia o consumo del conocimiento. El elemento común en esas definiciones es “mover el conocimiento para su uso más allá de su diseminación” (Straus, et al., 2011). Alrededor de esta idea se han propuesto diversos modelos, por ejemplo, los modos I y II de producción de conocimiento de Gibbons, et al. (1994), Nowotny, et al. (2001). De manera particular, en el sector salud se han propuesto los modelos de “traslación del conocimiento” (véase, por ejemplo, Dagenais, et al., 2009; Reitmanova, 2009; Lane, 2009; Straus, et al., 2011; Gagnon, 2011).

Los distintos modelos muestran un complejo sistema de interacciones que incluye a los que producen evidencia de la investigación y a los que la usan (Gagnon, 2011). En palabras de Straus, et al. (2011), estos modelos son importantes cuando es posible cosechar los beneficios de la investigación en salud, mejorar la salud y la calidad de vida y aumentar la productividad, las estrategias están en función de cómo se combinan las visiones de los distintos actores (investigadores, clínicos, usuarios, tomadores de decisiones) y los distintos tipos de

conocimiento creado (clínico, biomédico, político).

El modo de producción de conocimiento tipo I, denominado por Gibbons, et al. (1994), incluye la búsqueda e investigación impulsada por la curiosidad y una epistemología positivista, mientras que el modo II es más cercano a una epistemología impulsada por la solución de problemas (Estabrooks, et al. 2008). El modo I se caracteriza por lo siguiente: a) la existencia de normas tradicionales académicas en las disciplinas e instituciones en las cuales los investigadores trabajan, tales como la trayectoria y promoción académica basada en alto impacto y la publicación dictaminada por pares, fundamentos que descansan en principios de experiencia científica, revisión por pares y no-interferencia (Gibbons, et al., 1994; Nowotny, et al. 2001); b) la inexistencia de mecanismos de comunicación y cooperación que hacen del trabajo de los científicos una labor solitaria, particularmente en los laboratorios de las universidades (Acosta y Carreño, 2013).

El modo II se caracteriza por el desarrollo de métodos, valores y normas que validan la investigación, la creación y difusión del conocimiento científico y tecnológico. Sus rasgos principales son los siguientes: a) la producción del conocimiento en un contexto de aplicación, b) el trabajo trans-disciplinar, c) la heterogeneidad y diversidad organizativa para la producción [oferta y demanda] de conocimiento, d) alta reflexibilidad pues los equipos de trabajo se rediseñan en función del logro obtenido en la aplicación del conocimiento, y e) formas novedosas de control de la calidad (Gibbons, et al., 1994; Nowotny, et al., 2001 y 2003). La transdisciplina conlleva el desarrollo de sus propias estructuras teóricas, métodos de investigación y modos de práctica y el mejor juez del control de la calidad es el mercado (Acosta y Carreño, 2013).

Ambos modos tienen lógicas distintas, el primero está basado en el paradigma tradicional de la ciencia, el segundo configura otro paradigma en el que los resultados de la investigación tienen una orientación aplicada. Pareciera que el primer modo se desarrolla a expensas del segundo (Florida y Cohen, 1999).

En el sector salud, el modo II implica relaciones no jerárquicas entre los actores involucrados para colaborar en investigaciones ubicadas en un contexto de salud específico, considera como punto de partida a las necesidades de los usuarios finales del sistema de salud y parece ser más adecuado a las necesidades actuales de la sociedad con implicaciones para las universidades en la producción de conocimiento (Estabrooks, et al. 2008). Pero entre la creación y la aplicación hay fronteras, brechas que minimizan su uso, adopción o implementación (Gagnon, 2011).

2.2 Modos de coordinación institucional

La correlación entre la investigación, desarrollo, difusión y adopción del conocimiento y la mejora sustancial en las organizaciones, las regiones, la competitividad, el crecimiento y desarrollo económico no siempre es positiva en el tiempo (Rodrik, et al, 2004; Conceição, et al, 2001)¹, pues se han evidenciado cortocircuitos debido a las debilidades, brechas, inconsistencias o rigideces institucionales tanto a nivel micro, como meso y macro.

Las instituciones se han definido de distintas maneras, por ejemplo, como una regularidad general del comportamiento social (Schotter, 1981), son reglas del juego que constriñen y moldean la interacción humana (North, 1990, 2005), son contratos o reglas que

¹ Conceição, et al, (2001) argumentan que en los países desarrollados se ha concentrado la producción de conocimiento debido, entre otros aspectos, a los esquemas de derechos de propiedad, pero siguen vigente los problemas de difusión y socialización del conocimiento en una forma ampliada.

mejoran la capacidad de llevar a cabo intercambios beneficiosos y establecen los incentivos correspondientes y necesarios (Gandlgruber, 2003), también son los factores que regulan el comportamiento de los agentes, son formas estándar y esperadas de interacción de los agentes económicos para lograr determinados resultados (Nelson y Sampat, 2001), son el marco en el que ocurren diversos modos de coordinación o arreglos institucionales, reducen la incertidumbre y el oportunismo al proporcionar estructuras de interacción e incentivos (Sampedro y Ojeda, 2018).

Esos arreglos institucionales proveen los incentivos a los individuos para coordinarse con otros en formas mutuamente productivas (Yan, 1991), constituyen un conjunto de reglas que permite, por medio de la negociación política, que los actores realicen sus intercambios (económicos y políticos), y generan los incentivos para que los principales grupos sociales establezcan acuerdos básicos (Ayala, 2001). El tipo particular de arreglos institucionales en una sociedad [o sector institucional] influye en los estilos de innovación (Hollingsworth, 2000), y las transformaciones en esos arreglos son determinantes del cambio institucional.

Autores como Yan (1991), Hollingsworth (2000), Hollingsworth y Boyer (1997) y Ayala (2001) han definido y caracterizado a los arreglos institucionales como una categoría importante para explicar las instituciones, los procesos de cambio y evolución institucional. Los arreglos institucionales configuran estructuras de gobernanza pues permiten la coordinación entre los diferentes actores. Estos arreglos son *modos de organización y coordinación* (formales e informales) y consisten en mercados, varios tipos de jerarquías (i.e., la empresa) y redes, asociaciones, el estado, comunidades y clanes (véase por ejemplo, Hollingsworth y Boyer, 1997).

Cada sector de la economía es coordinado por una configuración de arreglos institucionales, y éstos son determinados por lo que Hollingsworth (2000) llama propiedades fundamentales de las instituciones, es decir, por las normas básicas, reglas, convenciones, hábitos y valores de una sociedad, las cuales son diferentes entre sociedades. Estas propiedades configuran las preferencias de los actores e influyen en el tipo de decisiones, en cómo la información es procesada y estructurada y en el tipo de acción tomada (Shepsle, 1986, 1989), al mismo tiempo configuran formas específicas de aprendizaje colaborativo y de creación, difusión y uso del conocimiento (Sampedro y Ojeda, 2018).

Los arreglos institucionales articulan las propiedades fundamentales de las instituciones con el desarrollo de los distintos sectores institucionales tanto públicos, como privados y sociales (por ejemplo, los sectores industrial, educativo, científico y tecnológico, etc.). Sin embargo, esas propiedades cambian muy lentamente a lo largo del tiempo, y aunque en ciertas circunstancias los arreglos institucionales pueden diseñarse e implementarse en el corto plazo, los cambios en el comportamiento de los actores (económicos, sociales, políticos) son graduales en el tiempo.

En la literatura sobre arreglos institucionales hay poca evidencia empírica sobre su operacionalización. Por esta razón, en este trabajo se propone operacionalizar ese concepto a partir de mecanismos formales e informales, como se detalla en el siguiente apartado.

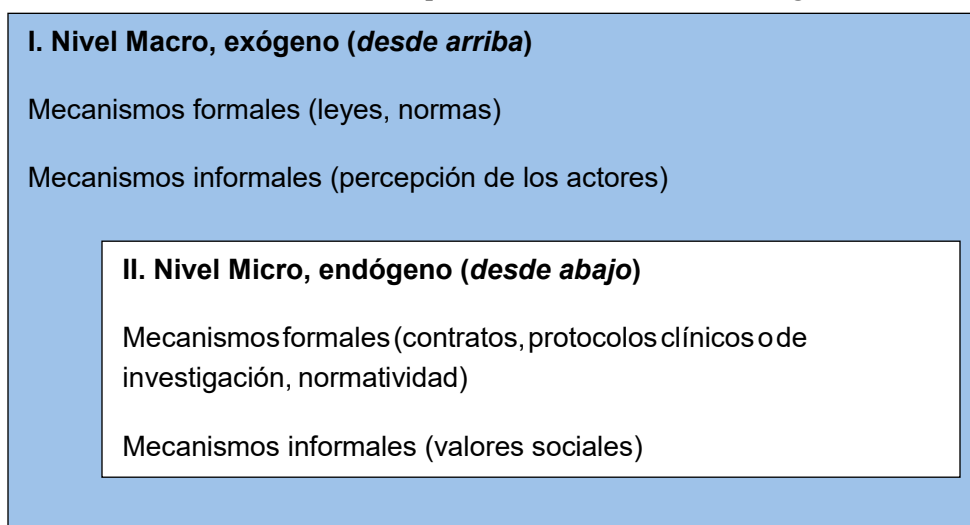
3. Metodología

En este trabajo se utiliza como estrategia de investigación el estudio de caso de tipo exploratorio. Para Yin (1994) y Phillips y Pugh (2001) esa estrategia permite abordar un problema del que se sabe poco, se examinan qué teorías y conceptos son apropiados, se

elaboran nuevos conceptos y en algunos casos nuevas metodologías, y esto permite expandir la frontera del conocimiento.

La operacionalización del concepto de arreglos institucionales se realiza por medio de mecanismos formales, tales como los contratos (carta de consentimiento informado o carta de confidencialidad), el protocolo clínico o de investigación, la normatividad organizacional y las leyes y normas sectoriales, así como de mecanismos informales tales como la percepción de los actores y los valores sociales compartidos. El supuesto de partida consiste en que los mecanismos son resultado de la coordinación y consenso de diversos actores; algunos mecanismos como las leyes y normatividad sectorial son exógenas y definidas “desde arriba” (nivel macro), otros como la carta de consentimiento informado o de confidencialidad, el protocolo clínico o de investigación o los valores sociales compartidos son endógenos y definidos “desde abajo” (nivel micro). La implementación de esos mecanismos pueden fomentar la movilización del conocimiento desde la ciencia básica hacia ámbitos de aplicación, pero también constreñirla, lo cual se traduce como brechas institucionales. De tal forma que, esos mecanismos influyen en el uso o aplicación del conocimiento y revelan las inconsistencias y rigidices institucionales para el caso en particular (Tabla 1).

Tabla 1. Marco de análisis en la operacionalización de los arreglos institucionales.



Fuente: Elaboración propia.

El caso es el grupo de investigación del Laboratorio de Nanomedicina y Nanotecnología (LNN) de la UAM-X; la unidad de análisis es el proyecto de investigación orientado al desarrollo de dispositivos médicos para atender heridas crónicas generadas por la diabetes como el pie diabético. Los datos fueron obtenidos a través de entrevistas a profundidad aplicadas al Director del Laboratorio de Nanomedicina y Nanotecnología y a personas clave (investigadores que se encuentran adscritos al Laboratorio de Nanomedicina y Nanotecnología en UAM-X y participan en el proyecto de pie diabético; investigadores externos a la UAM-X como aquellos que laboran en el INNN, médicos que laboran en la clínica de la Diabetes de la Ciudad de México y en el Hospital General de México; funcionarios de COFEPRIS, CONACYT). Esta información se cumplimentó con la revisión de documentos de trabajo, tales como bitácoras de los científicos, Reglamento de COFEPRIS, Reglamento de los Comités de Ética y Científico de los Institutos de Salud Pública del Hospital

4. Resultados

El dispositivo médico llamado nano-gel para pie diabético tiene sus fundamentos clínicos en una nueva rama de la ciencia de la salud llamada “nanomedicina catalítica”, nombrada y definida por la Dra. Tessa López (líder del proyecto) como la obtención de nuevos biocatalizadores inorgánicos, selectivos funcionalizados, no tóxicos y biocompatibles para romper enlaces carbono-carbono y carbono-nitrógeno de ADN de células principalmente cancerígenas, mediante la utilización de la técnica sol-gel. Este campo nuevo es el resultado del trabajo multidisciplinario entre la fisicoquímica, nanotecnología, biomedicina, cinética, química, física, y el uso de métodos de catálisis (por la técnica sol-gel), procesos fisico-biológicos, simulaciones matemáticas, entre otras técnicas. De alguna manera, esta rama es el resultado de la traslación del trabajo disciplinar hacia el trabajo multidisciplinario.

Los primeros desarrollos de catálisis, síntesis y caracterización de nanopartículas por el método sol-gel los hizo la Dra. López en el laboratorio de investigación de la UAM-Iztapalapa a principios de la década de 1980. En las siguientes dos décadas desarrolló conocimiento tecnológico de catálisis química por el método sol-gel para la industria petroquímica. A finales de la década de 1990 descubrió que la estructura molecular de los elementos se podrían utilizar para curar heridas crónicas como el pie diabético. A partir de este momento, las investigaciones se centraron en la síntesis de materiales nanoestructurados de liberación controlada para enfermedades del sistema nervioso central, cáncer y enfermedades crónicas como el pie diabético (Ortega, forthcoming).

Los avances tecnológicos permitieron que en 2007 la Dra. López avanzara en el desarrollo de un producto cicatrizante en polvo para heridas de pie diabético, las primeras aplicaciones en humanos se realizaron de manera experimental en la UAM-X en 2008 (previamente ya se contaba con los estudios en células, in-vitro, en animales y toxicológicos).

De esta manera, surge el dispositivo médico con un objetivo muy claro: solucionar problemas de salud de la población con diabetes para el tercer nivel de prevención², es decir, de la población que por complicaciones de la enfermedad tiene heridas crónicas como pie diabético. La orientación social de la ciencia ha marcado el desarrollo del dispositivo, desde su concepción en el laboratorio de investigación hasta su aplicación en pacientes. La siguiente frase de la líder de proyecto ilustra lo anterior: “no tiene sentido hacer ciencia si no es en beneficio social”.

4.1 Modos de coordinación en la creación de conocimiento

La nanomedicina catalítica es un campo trans-disciplinario que se conforma de relaciones entre investigadores de distintos campos disciplinares, los cuales se articulan a través del lenguaje de la catálisis química por el método sol-gel y la nano-ciencia. Ortega (forthcoming) argumenta que el grupo de trabajo se compone de 14 investigadores de áreas disciplinares, 6 investigadores de áreas aplicadas (como nanotecnología) y 8 médicos especialistas. Con una visión multidisciplinaria se adaptan teorías, métodos, técnicas y formas de organización del trabajo.

² La prevención primaria tiene como objetivo evitar el desarrollo de la diabetes, la prevención secundaria trata de evitar las complicaciones de la diabetes, y la prevención terciaria trata de curar las enfermedades derivadas como el pie diabético para evitar la amputación.

Ortega explora el marco institucional alrededor del cual se realiza la investigación básica sobre nanomedicina catalítica en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), unidad Xochimilco, en el Departamento de Atención a la Salud. En un primer nivel, los proyectos son evaluados por las comisiones de área de los Departamentos y comisiones de la División tomando en cuenta los lineamientos divisionales. Estos lineamientos tienen como marco general la Legislación Universitaria.

Las reglas escritas (por ejemplo, los lineamientos de las áreas de investigación) aún son, en varios casos, “configuradas para proyectos disciplinares o interdisciplinares, pero es poco común que haya lineamientos para proyectos multi o transdisciplinarios”. Sin embargo, la líder del LNN de la UAM-X y su equipo han encontrado formas para realizar la investigación, por ejemplo, “cambiando los objetivos del proyecto para que sean evaluados desde una perspectiva disciplinar” aunque los proyectos son claramente multidisciplinarios.

En un segundo nivel se encuentra el marco institucional del sector salud y sus respectivas leyes, reglamentos, normas, etc. que regulan las actividades de investigación científica básica/aplicada y las actividades de distribución y comercialización de los dispositivos médicos/productos generados.

Ambos niveles institucionales, definen las reglas del juego en materia de evaluación, regulación y financiamiento de los proyectos de investigación en salud.

Para la evaluación de proyectos relacionados con la salud hay dos órganos externos a la UAM que son importantes: CONACYT y COFEPRIS. El primero, otorga financiamiento para actividades directamente vinculadas al desarrollo de la investigación científica, tecnológica y de innovación. El segundo, tiene entre sus funciones la autorización sanitaria de los protocolos clínicos o de investigación en materia de salud que involucra la participación de seres humanos, de acuerdo al marco jurídico nacional aplicable.

Actualmente en México aún es incipiente la regulación específica para la investigación en salud basada en nano-medicina catalítica, las normas para la investigación se toman y adaptan de la nano-tecnología y de la legislación del marco Europeo en materia de uso y seguridad de nano- partículas. Una de las razones es la falta de evaluadores de pares extendidos que evalúen tanto la esfera académica (investigación básica) como la aplicada. De alguna manera, estos vacíos también existen en los mecanismos de financiamiento pues generalmente se otorga por áreas o disciplinas.³

La transición al modo II de producción de conocimiento enfrenta aún mucha incertidumbre regulativa ya que las reglas escritas para la nanomedicina aún no están claramente definidas. Los proyectos aprobados se sustentan en los marcos regulatorios de la biotecnología y de la legislación de la Comunidad Europea en materia de uso y seguridad de nanomateriales, nanopartículas o biocatalizadores aplicados a la nanotecnología. Dado esto, la Dra. López generó nuevas formas de trabajo y colaboración entre los actores involucrados basados en la confianza y la adaptación de métodos y técnicas de otras disciplinas a la nanomedicina, así como códigos de ética (Ortega, forthcoming).

Así, los modos de coordinación en la producción y uso del conocimiento son diversos:

- Entre los investigadores de diversas disciplinas para el desarrollo del nano-gel: el proyecto de investigación y la carta de confidencialidad son los mecanismos concretos de articulación.

³ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina, a la Dra. Tessy López Goerne y con base en los lineamientos para la regulación en nanotecnología en México publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1° de febrero de 2017.

- Entre el grupo nodal de investigadores y las instancias reguladoras y financiadoras (COFEPRIS, CONACYT): los protocolos y guías clínicas en seres humanos así como el proyecto de investigación son los mecanismos de articulación.
- Entre investigadores y médicos especialistas: el protocolo clínico en seres humanos, y la carta de consentimiento informado⁴ son los mecanismos de coordinación.

4.2 Modos de coordinación en la aplicación/uso del conocimiento

La aplicación de los dispositivos médicos en humanos es altamente regulada por los hospitales en los que se aplica el dispositivo y por agentes externos como COFEPRIS. La aplicación del nano- gel para heridas crónicas como el pie diabético toma como base la regulación de los protocolos de investigación para seres humanos.

Al interior de los hospitales públicos, el Comité de Ética y de Investigación es el órgano evaluador de los protocolos de investigación, el cual debe ser autónomo y multidisciplinario. Dicho Comité asegura que los protocolos de investigación en los que participan seres humanos cumplan con los altos estándares científicos y éticos, evalúa su relevancia social, las condiciones en las que se aplicará y los riesgos asociados los cuales deben ser siempre mínimos. En general, el protocolo de investigación describe el tipo de paciente que participará, las características de la enfermedad, los procedimientos, medicamentos, dosis, duración de la intervención, etc.; son el puente crucial que permite aplicar el conocimiento científico en humanos, sin la aprobación de esos protocolos no se pueden realizar estudios clínicos formales en seres humanos.

Los protocolos de investigación para la aplicación del cicatrizante en polvo en pie diabético fueron evaluados, en un primer momento, en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN) en 2004.

Después de las primeras aplicaciones de ese cicatrizante en UAM-X y en el INNN, entre 2013 y 2015 se generó un protocolo de investigación entre la UAM-X y la Clínica de la Diabetes de la Ciudad de México para aplicar el dispositivo médico en pacientes con pie diabético. Un año después, en 2016, el cicatrizante en polvo se sustituyó por el nano-gel, el cual está patentado.

Por otro lado, COFEPRIS otorga los permisos para aplicar el dispositivo médico en humanos a nivel nacional y para su comercialización, lo cual no ha sido fácil, implica costos, tiempos y una trayectoria de aprendizaje en la gestión que no han desarrollado por ahora los miembros del Laboratorio de Nanotecnología y Nanomedicina de la UAM-X.

“Para que COFEPRIS otorgue el permiso de buenas prácticas de producción, lo primero que pide es un lugar donde producir el medicamento (dispositivo médico). Pero ese lugar implica un gasto enorme en infraestructura y no hay mecanismos de fondeo idóneos para proyectos de ciencia básica con orientación de aplicación. El proyecto se ha financiado con capital ángel (prestamos familiares y de amigos). El permiso de buenas prácticas cuesta alrededor de 80 mil pesos, el de comercialización 12 mil pesos”.⁵

Hasta ahora, los protocolos han sido evaluados y autorizados en pocos hospitales (INNN, Clínica de la Diabetes, Hospital General de México) y mientras no se tenga el permiso

⁴ Artículo 6 y 8 del código civil del Distrito Federal, 2006. Ley General de salud art 102. Convenio sobre los derechos del hombre y la biomedicina emitido por el Consejo de Europa el 4 de abril de 1997 modificada en 2002.

⁵ Pesos Mexicanos. Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

de COFEPRIS se realizará un protocolo en cada hospital en el que se desee aplicar el dispositivo médico.

Con el objetivo social de “trasladar la ciencia al paciente”, la Dra. López y parte de su equipo deciden en 2016 crear una startup de base tecnológica, el Laboratorio de Nanomedicina, cuyo modelo de negocio se caracteriza por ofrecer una consulta y el producto a cambio de un “donativo”, es decir, los usuarios no pagan el producto sino la consulta “...y firman una carta de consentimiento informado donde aceptan el protocolo y el producto es gratis”. El producto propiamente no se vende:

“todo es donación, los pacientes están conscientes, no hay una sola persona que no pueda acceder a este tratamiento, se necesita un equipo multidisciplinario (mercadólogo, abogado, financiero, gestor ante Cofepris, etc.) para gestionar y aplicar la tecnología”.⁶

Una vez que se tenga montado el laboratorio, es decir, la unidad de producción (el cual se lleva alrededor de 3 años en hacerlo operativo), COFEPRIS otorga el permiso, previa evaluación y cumplimiento de otros requisitos. Pero, esto implica mayores costos de transacción:

“para obtener el permiso de COFEPRIS se necesitan de expertos en gestión ante esta instancia, se tiene que contratar a un especialista...un gestor especialista cobra arriba del millón [de pesos mexicano], la pura gestoría para meter los permisos...estamos haciendo la gestoría, de verdad que es una locura.”⁷

La comercialización a través de esa startup implica contar con un permiso de COFEPRIS y con un laboratorio para producir el dispositivo médico. En palabras del director general de la startup:

“Para meter el permiso de buenas prácticas necesitas muchos documentos, es más te piden un área especial donde tengas todos los documentos porque son miles...es verdaderamente complejo, ya llevo meses y meses haciendo esos documentos, tres personas aquí sentadas dos veces a la semana 3 o 4 horas con un gestor aquí parado”.⁸

Es decir, pasar de la ciencia básica a la ciencia aplicada implica construir diversos puentes:

“hay muchos eslabones que al parecer no funcionan bien, pues no hay regulación en nanomedicina, te sometes a regulaciones generales de cualquier medicamento”.⁹

Estas limitaciones no han impedido el avance de la nanomedicina catalítica. Por ejemplo, los protocolos clínicos aprobados por el Comité de Ética y de Investigación del INNN, los protocolos de investigación creados en el Hospital General de México y en la Clínica de la diabetes de la Ciudad de México han hecho posible investigar y aplicar el conocimiento para atender a pacientes con heridas de pie diabético. La aplicación directa en el paciente se ha realizado al amparo del “consentimiento informado”.

De esta manera, en el 2015 se abrieron cuatro clínicas para atender pie diabético (Coyoacán, Miramontes, Condesa y Nezahualcóyotl), y en 2017 tres consultorios (en

⁶ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

⁷ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

⁸ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

⁹ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

Lindavista, Huehuetoca y en el Puerto de Veracruz). Actualmente existen siete clínicas para atender pie diabético (Coyoacán, Lindavista, Iztapalapa, Atizapán, Nezahualcóyotl y dos en Toluca) y nueve consultorios (Culiacán, Guadalajara, Guanajuato, Querétaro, Tepic, dos en Puebla y dos en Nuevo León).

4.3 Las brechas y rigideces institucionales

El caso revela que la investigación y su translación hacia ámbitos de aplicación tiene brechas institucionales y fallas en los modos de coordinación. Podemos distinguir dos niveles. Primer nivel:

- Brechas al interior de la organización. Los *lineamientos* a nivel de organización (UAM, en este caso) muestran un desfase con respecto a la evaluación de proyectos de naturaleza multidisciplinarios.
- Brechas entre la fase de investigación y la fase clínica, hay lógicas distintas:

“Generalmente no existe un puente entre los científicos y los médicos y por más que te les acercas no te quieren escuchar porque se aburren y el científico probablemente quiere estudiar, o sea hay un problema ahí, no sé si es falta de educación en la carrea, no sé pero ese puente no existe”.¹⁰

Sin embargo, cuando los actores tienen presente ambas lógicas, esa brecha desaparece:

“Los médicos del INCAN en 15 días quieren meter el protocolo para poder aplicarlo en pacientes. Ahí esta esa apertura, es una aguja en un pajar encontrar a esos médicos que son abiertos a la investigación, a este tipo de cuestiones”.¹¹

Segundo nivel:

- Las rigideces de órganos reguladores como COFEPRIS permean de manera negativa la distribución comercial del dispositivo médico. Aunque los comités científicos y de ética han otorgado los permisos para aplicar el nano-gel en un hospital, la startup aún no ha obtenido el permiso de COFEPRIS para su distribución comercial:

“...todos nuestros protocolos están aceptados por los órganos internos de la institución donde se lleva a cabo la aplicación, los comités científico y de ética son los que avalan los protocolos y estos comités y el hospital debería registrarlo ante COFEPRIS, pero es tan complejo que escuchas COFEPRIS y te dan ganas de llorar”.¹²

- Asimetría de la información. Problemas en el acceso a información sobre los procedimientos institucionales para tener permiso, el siguiente párrafo ilustra esto:

“..instalamos un consultorio en Coyoacán...con todo el riesgo que conlleva empezar a aplicar un proyecto de estos sin un protocolo en COFEPRIS, ¿por qué no teníamos el protocolo en COFEPRIS?, porque ni sabíamos que necesitábamos un protocolo en COFEPRIS, o sea no somos especialistas. Empezamos a investigar todo, es bastante complejo. Ayer me habló una Dra. de Culiacán, vuelta loca porque no sabe qué permiso se necesita para poner su consultorio; ya habló 10 veces a COFEPRIS, a la Secretaría de Salud y no es claro cuál es el permiso que debe tener...verdaderamente es conflictivo saber

¹⁰ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

¹¹ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

¹² Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

cuál es la información...no hay acceso a esa información, es bien complejo sin ser un experto en COFREPRIS acceder a la información...tienes que contratar a un especialista, no hay manera de que lo hagas tú por tu propia mano, es muy complejo y no hay proyectos ni estrategias ni formas de comunicación”.¹³

La forma en que el equipo de la startup ha cubierto parcialmente esas brechas ha sido con trabajo colaborativo entre los actores participantes, uso del capital relacional, mucha comunicación y una visión y compromiso social de conjunto, los valores que soportan esto es la ética profesional, la confianza y el trabajo en equipo. En la Cd. de México se ha podido avanzar “porque la Dra. López ha construido relaciones de amistad y políticas a lo largo del tiempo con diversos actores”.¹⁴

5. Conclusiones

El caso muestra la existencia de una débil relación entre ciencia y sociedad, una orientación de esfuerzos institucionales y financieros al fomento de la ciencia básica pero una débil orientación al fomento de la ciencia aplicada. Es decir, se plantean inconsistencias y rigideces institucionales en la dinámica de la creación de conocimiento modo II.

Los resultados de este estudio de caso hacen énfasis en cómo la flexibilidad del modo II afecta las estructuras, los procesos y las reglas institucionales. Este arreglo institucional crea un nuevo entorno institucional de la producción de conocimiento tratando problemas desafiantes que han intentado ser abordados por una sola disciplina, intensificado las interacciones entre la ciencia, la tecnología y las demandas sociales.

La evidencia empírica muestra que existe una desarticulación entre el marco institucional y el modo II de producción de conocimiento científico orientado a resolver problemas de salud como el del pie diabético. Sin embargo, no existe por completo la producción del modo II porque está anclada a una serie de obstáculos que derivan de un marco institucional que funciona para un modo I.

Finalmente, en el modo II el mercado es el legitimador de la producción y la calidad del conocimiento, pero este caso ilustra que hay otros mecanismos de validación que no necesariamente están ancladas a un vector de precios sino a los efectos sociales de superación de enfermedades. En este sentido, la población usuaria de los dispositivos médicos puede, independientemente de su dotación de recursos, acceder a los resultados del conocimiento científico y tecnológico a través del dispositivo médico. La startup, que es al mismo tiempo un modelo de coordinación de las necesidades de los pacientes y las “ofertas” de la comunidad científica, permite eso.

6. Referencias

- Acosta W. y C. Carreño (2013), “Modo 3 de producción de conocimiento”, *Revista de la Universidad de la Salle*, No. 61. pp
- Ayala Espino, J. (2001). Políticas de Estado y arreglos institucionales para el desarrollo de México. *Planeación y Desarrollo*, edición especial (8/9), 223-228.
- Conceição, P., D.V. Gibson, M.V. Heitor and G. Sirilli (2001). “Knowledge for Inclusive Development: The Challenge of Globally Integrated Learning and Implications for Science and Technology Policy”, in *Technological Forecasting and Social Change*, Num. 66. pp. 1-29.
- Dagenais, C., V. Ridde, M.C. Laurendeau and K. Souffez (2009), “Knowledge translation research in

¹³ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina

¹⁴ Entrevista realizada al Director General de Laboratorios de Nanomedicina.

- population health: Establishing a collaborative research agenda”, *Health Research Policy and Systems*, Vol. 7, Num. 28, pp.
- ENSANUT (2006), ENSANUT. *Instituto Nacional de Salud Pública*. Méx. ENSANUT (2012), ENSANUT. *Instituto Nacional de Salud Pública*. Méx.
- ENSANUT (2016), ENSANUT-medio camino. *Instituto Nacional de Salud Pública*. Méx.
- Estabrooks, C., P. Norton, J.M. Birdsell, M.S. Newton, A.J. Adewale and R. Thornley (2008), “Knowledge translation and research careers: Mode I and Mode II activity among health researchers”, *Research Policy*, Vol. 37, pp. 1066-1078.
- Gagnon, M. L. (2011), “Moving knowledge to action through dissemination and exchange”, *Journal of Clinical Epidemiology*, Num. 64, pp. 25-31.
- Gandlgruber, B. (2003). “La concepción de las instituciones en la economía contemporánea”. *Análisis Económico*, núm. 18, vol. 38, pp. 73-95
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., Trow, M., (1994), *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. SAGE, London.
- Gibbons (2000), Context-sensitive science: Mode 2 society and the emergence of context-sensitive science *Science and Public Policy*, volume 27, number 3, pages 159–163, June 2000, Beech Tree Publishing, 10 Watford Close, Guildford, Surrey GU1 2EP, England.
- Hollingsworth, J.R. (2000). Doing institutional analysis: implications for the study of innovations. *Review of International Political Economy*, 7(4), 595-644.
- Hollingsworth, J.R. and R. Boyer (1997), *Contemporary Capitalism: the Embeddedness of Institutions*. USA: Cambridge University Press.
- Lane, J.P. (2009), “Knowledge translation for technology transfer: Making R&D matter to stakeholders”, *Assistive Technology Research Series*, Vol. 25, pp. 742-747.
- Nelson, R. and B.N. Sampat (2001), “Making Sense of Institutions as a Factor Shaping Economic Performance”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 44, (1), 31-54.
- North, D. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. New York, Cambridge University Press. (*Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. FCE, 1993. Méx.)
- North, D. (2005), “Institutions and the Performance of Economies Over Time”, in C. Ménard and M.M. Shirley (eds.), *Handbook of New Institutional Economics*, Springer. The Netherlands. pp. 21-30.
- Nowotny, H., Scott, P. and Gibbons, M. (2001) *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Cambridge: Polity.
- Nowotny, H., Scott, P. and Gibbons, M. (2003) “‘Mode 2’ Revisited: The New Production of Knowledge’, *Minerva* 41(3): 179–94.
- Ortega, D. (En proceso) “Modo II de Producción de Conocimiento y sus Arreglos Institucionales: El caso de la Nanomedicina en la UAM-XOCHIMILCO”, *Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Sociales*, UAM- Xochimilco.
- Phillips, E. y D. S. Pugh (2001). *Cómo Obtener un Doctorado. Manual para Estudiantes y Tutores*. Gedisa Edit., Barcelona.
- Reitmanova, S. (2009), “Knowledge translation in health research: a novel approach to health sciences education”, *Medical Education Online*, Vol. 14.
- Sampedro, J.L. y A.N. Ojeda (2018), “Determinantes institucionales para la innovación y desarrollo inclusivo. Propuesta para un análisis de la microempresa en contextos de informalidad institucional”, en Rivera, R., López,
- N. y Sánchez, M. (eds.), *Economía Informal y otras formas de producción y trabajo atípico: Estudios para el caso de México*, Cap. 8, pp. 203-222. UAM-Xochimilco.
- Shotter, A. (1981), *The Economic Theory of Social Institutions*. Cambridge University Press, New York.
- Straus, S., J.M. Tetroe and I.D. Graham (2011), “Knowledge translation is the use of knowledge in health care decision making”, *Journal of Clinical Epidemiology*, Num. 64, pp. 6-10.
- Yan, Shui (1991). Institutional arrangement and the management of common-pool resources. *Public Administration Review*, 51(1), 42-51.
- Yin, R. K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE Publications, USA.

Maduración del proceso de innovación, alineado a la cuarta revolución industrial, en una institución de salud pública en Colombia
Caso: Hospital General de Medellín

Sebastián Torres Montoya
Hospital General de Medellín HGM, Innovación, Colombia
sebastorres007@gmail.com

Jhon F Escobar
Corporación Universitaria Remington, Profesor, Colombia
Jfescob1@gmail.com

Katherine Madrid Restrepo
Hospital General de Medellín HGM, Innovación, Colombia
kmadrid@hgm.gov.co

Ana María Vásquez Gallego
Hospital General de Medellín HGM, Laboratorio de Cocreación, Colombia
cocreacion2@hgm.gov.co

María Fernanda Barrientos
Hospital General de Medellín HGM, Innovación, Colombia
mafervar21@hotmail.com

Álvaro Quintero Posada
Hospital General de Medellín HGM, Innovación, Colombia
aqp1961@gmail.com

Resumen

La investigación y el desarrollo tecnológico (I+D) en salud es un campo con grandes posibilidades en el ámbito social y económico para el crecimiento y desarrollo de las naciones. Este crecimiento está condicionado al éxito innovador y para ello es fundamental la generación y consolidación de capacidades de planeación, gestión de recursos, aprendizaje e I+D. Para el caso analizado en este documento, se hace una reconstrucción de la maduración de las capacidades que potencian la innovación, que de la mano con la incorporación de métodos modernos de trabajo colaborativo y herramientas de la cuarta revolución industrial (4R), han permitido simplificar y dinamizar la innovación dentro de una institución de salud, como el Hospital General de Medellín (HGM). De igual manera se realiza una referenciación internacional buscando identificar elementos de maduración que puedan ser referente para el hospital. Como resultado se muestra que la maduración de las capacidades de innovación son pieza fundamental para la adopción de tecnologías, entre ellas las asociadas a la 4R y métodos modernos de trabajo, para consolidar el éxito innovador en la organización.

Palabras clave

Cuarta Revolución Industrial, Manufactura Digital, Planeación, Servicios de Salud

1. Introducción

La función de la investigación en salud, es el mejoramiento de esta y el estímulo del crecimiento económico nacional, apoyando los sistemas asistenciales en la prestación de una mejor atención, más justa y más equitativa a las personas, mediante la identificación de retos y mejores soluciones, la vigilancia del desempeño de los sistemas sanitarios y la generación de nuevos conocimientos para obtener mejores tecnologías y métodos para la salud (OPS and OMS, 2007).

Tradicionalmente la investigación en salud se ha desarrollado en entornos universitarios, sin embargo, en las últimas décadas la investigación realizada en entornos hospitalarios ha permitido un avance significativo en cuanto a la generación de soluciones y a la pertinencia de las mismas; por ello algunas instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) han avanzado en la consolidación de unidades encargadas de la gestión de la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico (Arencibia Jorge et al., 2012; Cuartas and Parra, 2014; Palencia-Sánchez and García-Ubaque, 2017). Lo que ha implicado que dentro de la estructura organizacional se consolide la gestión de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación y con ello la maduración y apropiación de capacidades tales como la de aprendizaje; I+D; planeación; y gestión, como lo indica Madrid et al., (2019).

La capacidad de I+D se puede expresar como la facultad que tiene la organización para introducir y desarrollar conocimiento, para generar innovaciones (Madrid et al., 2019; Robledo Velásquez et al., 2011, 2009) acelerando su proceso gracias a la incorporación de nuevas tecnologías, especialmente aquellas denominadas tecnologías de la cuarta revolución industrial (4R).

La 4R se ha desarrollado como un proceso de transformación diferente a todo lo que la humanidad ha experimentado antes (Escobar et al., 2016); ya que es una revolución digital que ha estado ocurriendo desde mediados del siglo pasado, caracteriza por una fusión de tecnologías entre las esferas de la física, el mundo digital y la biológica (Schwab, 2016).

De acuerdo con Schwab, (2016) existen tres razones por las que las transformaciones de hoy demuestran la llegada de este fenómeno: La velocidad de los avances actuales no tiene precedentes históricos, cuando se compara con las revoluciones industriales anteriores, la 4R está evolucionando a un ritmo exponencial en lugar de lineal, y la amplitud de estos cambios anuncian la transformación de sistemas completos de producción, administración y gobierno. El alcance a los millones de personas conectadas por dispositivos móviles, con capacidad de procesamiento, almacenamiento y acceso al conocimiento sin precedentes, son ilimitadas. Y el impacto de estas posibilidades se refleja en avances tecnológicos emergentes en campos como inteligencia artificial, robótica, internet de las cosas, vehículos autónomos, impresión 3D, nanotecnología, biotecnología, ciencia de materiales, almacenamiento de energía y computación cuántica.

En el sector salud, la llegada de la 4R permite combinar los espacios físicos, digitales y biológicos basados en la tecnología de la información y la comunicación (TIC) cambiando el paradigma de la industria del sector (Lee and Lim, 2017). Estas posibilidades crearán beneficios tales como recuperar el espacio hospitalario que normalmente se pierde debido a barreras de seguridad, aumentando la productividad del operador y la satisfacción del usuario atendido gracias a la creación de espacios de trabajo de colaboración seguros para la interacción entre robots y humanos (Romero et al., 2016).

Para garantizar que estas tecnologías estén alineadas con las necesidades de los usuarios finales, se necesita la estandarización de metodologías que materialicen el potencial de las tecnologías de la 4R en salud, donde las principales instituciones académicas del área en medicina e ingeniería se acoplen para crear espacios de diseño e invención. Es en este contexto se define el *Global Health Technology 2.0*, como aquellas aplicaciones prácticas de la ciencia que son efectivas y sostenibles y equilibran los tributos de la investigación colaborativa, la creación y la visión impulsada por el usuario para impulsar la invención de proyectos innovadores en el marco de la 4R (Caldwell et al., 2011).

El presente trabajo presenta la evolución de la capacidad de I+D, a la par de la adopción de tecnologías 4R y de la configuración de espacios de Cocreación, para la generación de soluciones innovadoras dentro de una IPS el HGM. Para hacerlo el documento desarrolla una metodología descriptiva, en cuanto a los resultados más sobresalientes y muestra la alineación necesaria entre evolución de capacidades y apropiación de tecnologías 4R, logrando así que en el HGM se encuentra el primer MakerSpace enfocado al sector salud del país, el cual tiene como finalidad el desarrollo de dispositivos intrahospitalarios, que le den soluciones a problemas asistenciales y se plantea como una iniciativa para disminuir la brecha que existe entre tecnología médica nacional e importada al interior de las IPS del país, al igual que sus logros.

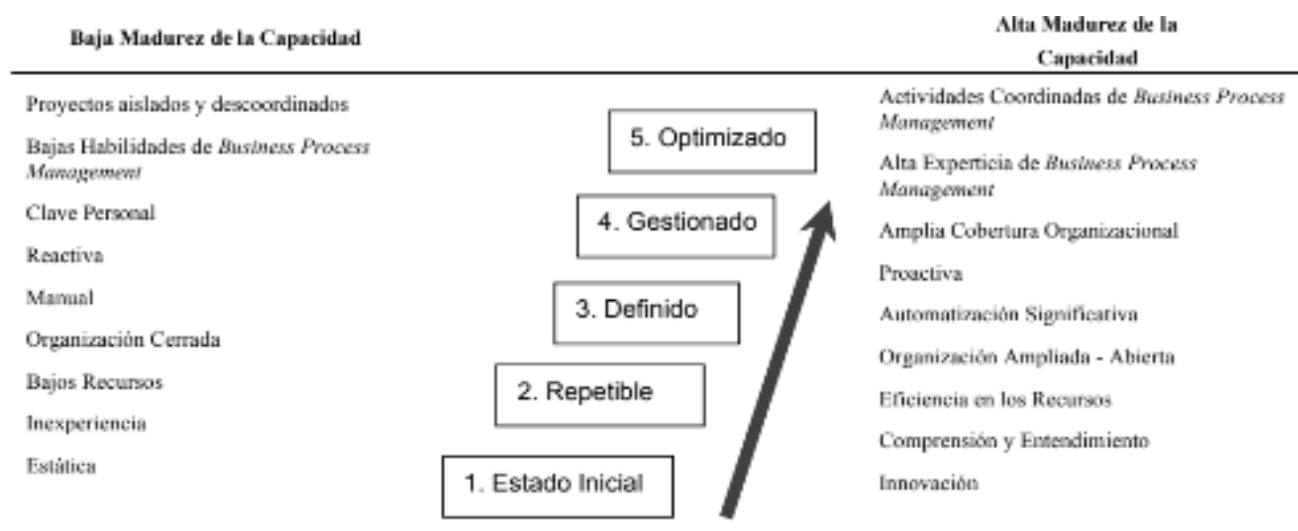
2. Metodología

Ubicación y caso de estudio: El estudio se desarrolló en una institución de prestación de servicios de salud de alta complejidad (Hospital General de Medellín - HGM)- la cual atiende al Área Metropolitana del Valle de Aburrá -AMVA, conglomerado urbano constituida por Medellín como ciudad núcleo, y nueve municipios más con más de 3,7 millones de habitantes (AMVA, 2016).

Método: Para reconocer la evolución de la capacidad de I+D en el HGM y su alineación a la 4R se desarrollaron tres etapas:

Etapa 1. Maduración del proceso de innovación: Se documenta la historia y se señalan algunos hitos en los cuales se evidencia la evolución del proceso innovación del HGM, basado en el análisis de cuatro capacidades (I+D; Aprendizaje; planeación; gestión). Para la valoración de la madurez de cada capacidad se utilizó el modelo de innovación basado en las capacidades de innovación, el cual sigue la propuesta conceptual y metodológica descrita por Robledo Velásquez et al., (2010) y la evaluación de madurez de la capacidad de innovación mediante una escala Likert según lo propuesto por John and Nelis Johan, (2008) en cuanto al *Business Process Management* (BPM) como se muestra en la Figura 1. Las evaluaciones permiten a la organización determinar qué esfuerzos y en qué sentidos debe orientarlos, para que la operación de la gestión de la innovación contribuya con la intervención de los problemas que la justifican.

Figura 1. Comparación de madurez baja y alta y de las cinco etapas de la madurez.



Fuente: Traducido de John and Nelis Johan, (2008, p. 315)

Etapa 2. Identificación de tendencias y condiciones de la 4R y su relación con el sector salud: Se desarrolló un proceso de referencia documental del periodo comprendido entre los años 2000 - 2017 para la identificación de las condiciones organizacionales necesarias, en la implementación de procesos de gestión de innovación, basados en la 4R, en el sector salud colombiano. Se documentó como algunas tendencias tecnológicas pertenecientes a la 4R, para identificar metodologías e instrumentos más utilizados en el sector salud y se presenta la implementación de las 4R en el HGM.

Etapa 3. Ejercicio de benchmarking frente a dos entidades referentes: Con el objetivo de identificar en que estadio de implementación de las tecnologías de la 4R, para materializar el proceso de la innovación se encontraba el HGM en el periodo 2017-2018, se efectuó una ejercicio de *benchmarking* mediante una entrevista basada en la metodología propuesta por el IC2 de la Universidad de Texas en Austin (IC2 University Of Texas at Austin, 2007), en dos Hospitales Universitarios de Europa (Estocolmo y Barcelona), y un Hospital privado de la ciudad de Medellín.

3. Desarrollo y resultados

Etapa 1. Maduración del proceso de innovación: En 2016 el Hospital General de Medellín, decide consolidar su proceso de innovación mediante la modalidad de trabajo colaborativo y el uso de espacios de manufactura digital y tecnología de vanguardia de la 4R:

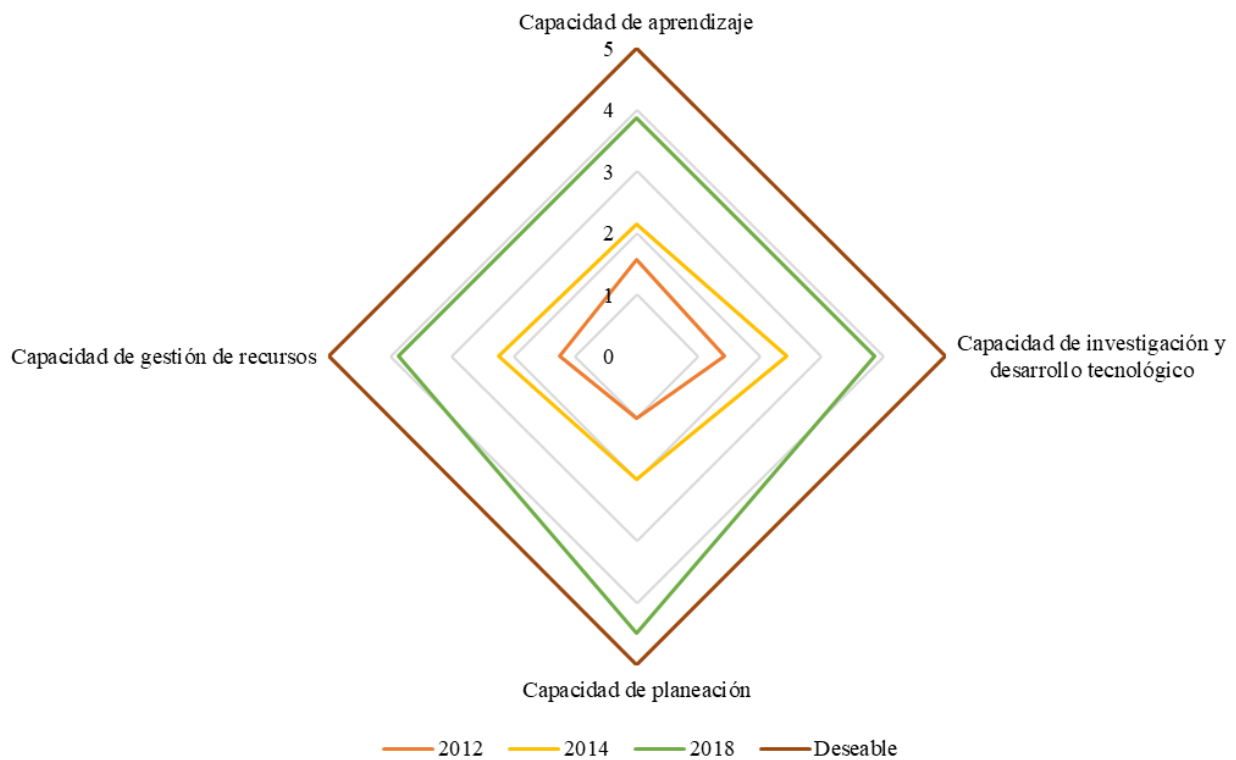
- 2012. En 2009, se realizó un diagnóstico del estado general que tenía la institución para innovar y se formula una estrategia para generar las condiciones necesarias que permitieran consolidar el HGM como una entidad innovadora, los resultados se hacen evidentes en 2012.
- 2014. Desde 2014, con un sistema en consolidación se trazan las condiciones para que en 2016 se formule el Plan Estratégico 2016- 2027 del HGM, en el cual se incluye en el direccionamiento estratégico la investigación e

innovación, y se alinea la organización a la política regional de innovación. Se da inicio al proyecto de Laboratorio de Cocreación en Salud, incorporando tecnologías de la comunicación, electrónica e impresión 3d.

- 2018. En 2017, el HGM, la Universidad EIA y la Universidad CES dan inicio al desarrollo de prototipos médicos y se obtienen victorias tempranas como un producto con potencial de patente. Se establece el procedimiento de priorización, elección y viabilización de proyectos según su potencial de transferencia. En 2018 se formula la política de propiedad intelectual y transferencia de tecnología. Se Implementa la estrategia de project management para la ejecución en tiempo de los proyectos priorizados.

Luego de haber transitado, entre el 2012 y 2018, diferentes etapas para alcanzar una madurez de sus capacidades de innovación, desde un nivel básico hasta un nivel de madurez en consolidación, como se puede observar en la Figura 2,

Figura 2. Evolución de las capacidades asociadas al proceso de innovación dentro del HGM.



Fuente: Elaboración propia con base en ejercicio de expertos en 2019

Etapa 2. Identificación de tendencias y condiciones de la 4R en y su relación con la salud: Para conocer las tendencias en aplicaciones de la 4R en el sector salud se consultaron diversas bases de datos especializadas en salud y genéricas, donde se encontró para la ecuación de búsqueda: “Fourth and Industrial and Revolution Title, abstract, keywords: Health” los resultados de la Tabla 1.

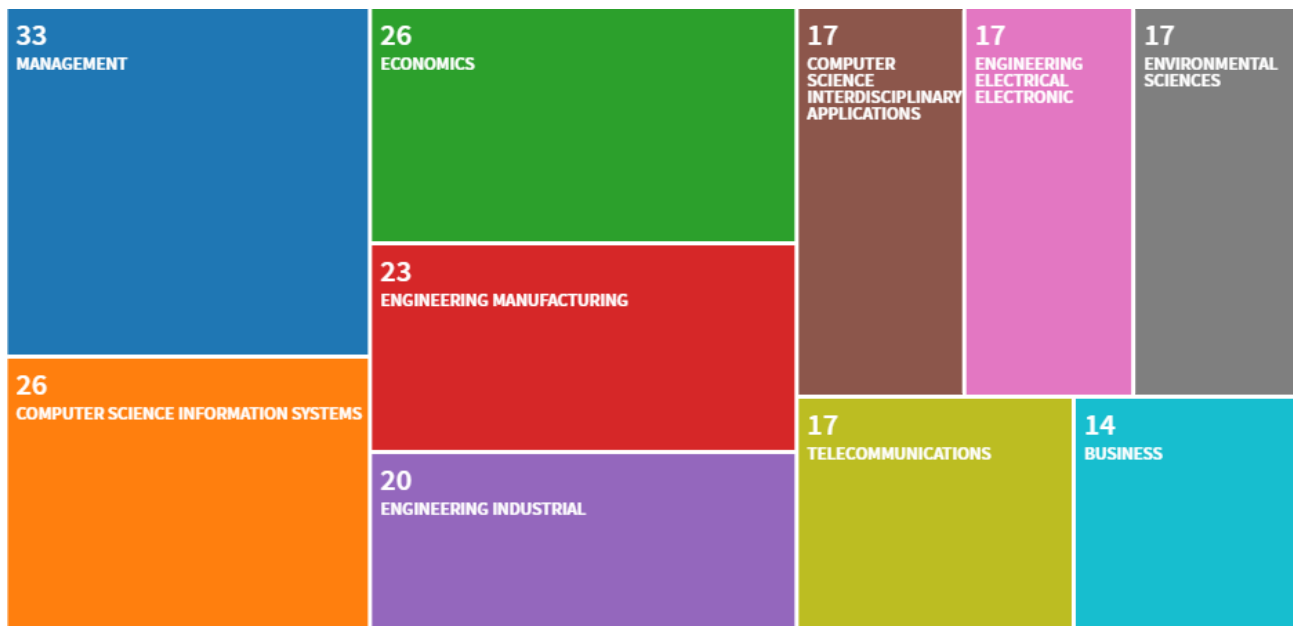
Tabla 1. Resultados de la búsqueda para 4R más Salud.

Base de datos	Resultados
Global Health®	0
OTseeker®	0
Dynamed®	0
ScienceDirect®	785
Web of Science®	364

Fuente: Elaboración propia con base los reportes por la ecuación “Fourth and Industrial and Revolution Title, abstract, keywords: Health” generada el 29 de abr. de 19.

Se analizaron los resultados y se encontró que a pesar de que la ecuación de búsqueda incluía el término salud, las áreas para las cuales se reportaban, en este caso para la búsqueda realizada en *Web of Science*, fueron principalmente administración, economía, ciencias de la computación y la información e ingeniería de manufactura, tal como se puede observar en la Figura 3; y el área de salud se encontró un (1) reporte equivalente al 0.3%.

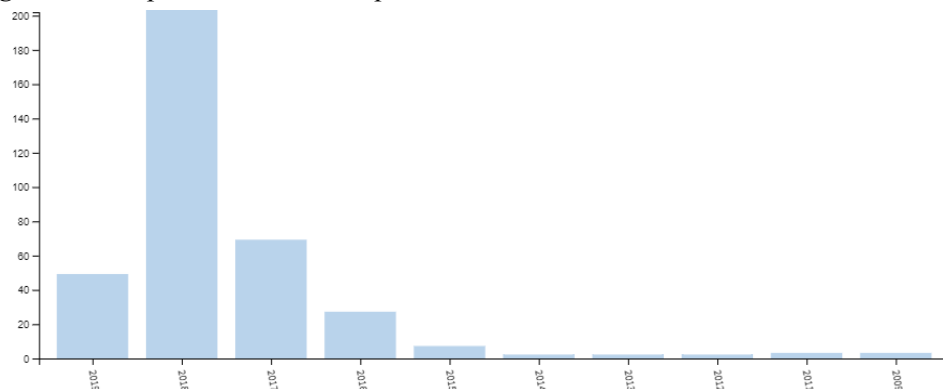
Figura 3: Campos de aplicación de la 4R



Fuente: Elaboración propia con base en Web of Science, (2019)

Por otro lado se identificó, como aparece en la Figura 4, que el desarrollo del tema sobre 4R es reciente, y se han intensificado los reportes científicos sobre el mismo desde 2015 con un fuerte crecimiento en los tres últimos años, el cual es consistente con acciones como la desarrollada por el foro económico mundial en 2016 cuando se discute sobre las 4R y sus implicaciones (Chia et al., 2019).

Figura 4: Comportamiento en las publicaciones relacionadas con 4R 2009-2019



Fuente: Elaboración propia con base en Web of Science, (2019) con reporte hasta abril de 2019

El desarrollo de las 4R tiene dos contextos de acción, el primero se basa en el uso de las tecnologías asociadas a esta revolución y la segunda en los modelos de trabajo. A continuación, se presenta un panorama de la evolución de estos modelos:

3.1 Evolución de las tecnologías asociadas a 4R en salud

En 2013 se fundó una iniciativa en EEUU llamada MakerNurse, apoyada por el programa MakerHealth nacida en el Little Devices Lab del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y financiada por Robert Wood Johnson Foundation, cuya finalidad era fomentar el desarrollo de dispositivos médicos DIY (“Do It Yourself”) al interior de hospitales de EEUU, como lo fue en el centro médico de la Universidad de Texas (UTMB). Para conseguirlo, se dotó un cuarto con herramientas de prototipado rápido usadas por el personal asistencial para realizar prototipos que apoyaran su labor diaria; un ejemplo de los desarrollos de este programa es la ducha para personas con quemaduras (Geere, 2016).

Este mismo programa está siendo implementado en el Instituto Nacional de Salud Infantil Queen Sirikit en Bangkok en Tailandia, donde se ha buscado descentralizar el desarrollo de dispositivos médicos a partir de diseños de grupos de personal asistencial del hospital; con este trabajo colaborativo han logrado crear desarrollos intrahospitalarios enfocados al área de dermatología, dispensación de insumos y nivelación de camas hospitalarias (ProgressTH, 2016).

Otra iniciativa, está siendo liderada por Gokul Krishnan, con el apoyo de empresas como Intel y LittleBits, quien desarrolló el primer MakerSpace portátil, cuya finalidad es el aprovechamiento de las herramientas de prototipado rápido y la creatividad de los pacientes, para desarrollar dispositivos que les permitan mejorar su calidad de vida en su estancia en el hospital; este programa se implementó inicialmente en el hospital de niños Monroe Carell Jr. en Nashville, EEUU (Krishnan, 2015).

El Hospital Universitario de Karolinska tiene un programa de Cocreación en salud, orientado a fortalecer la relación con la industria de dispositivos médicos y los problemas intrahospitalarios, haciendo las veces de Clinical Research Organization (CRO) de dispositivos médicos para tratar temas relacionados con el tratamiento de pacientes (Karolinska University Hospital, 2015). Este modelo va orientado a cooperar con la industria médica, en donde la institución de salud presenta los problemas médicos y las industrias especializadas en tecnología, proponen soluciones que serán validadas en el

hospital, mediante un proceso de transferencia tecnológica ágil e iterable.

3.2 Modelos de trabajo asociados a 4R

- **Movimiento Maker:** Movimiento surgido de la influencia de la era de telecomunicaciones y los procesos avanzados de manufactura para el prototipado rápido, mediante unión de inventores independientes para la creación de diversos artefactos relacionados con la ingeniería, bajo licencias de código abierto (*Open Source*); actualmente en EEUU, suma más de 135 millones de *Makers*, que en 2012 representaron para el país aproximadamente \$USD 2.2 billones en productos y servicios relacionados al prototipado rápido (Bajarin, 2014).

Empresas como Facebook, Google, Intel, Atmel, Microsoft, Autodesk, están apostando a plataformas de innovación abierta, *Open Source* y trabajo colaborativo en software como *www.github.com*, en desarrollo de hardware como *www.instructables.com*, o financiación colaborativa (también llamada *crowdfunding*) como *www.kickstarter.com* para incentivar la creación de dispositivos, que pueden ser convertidos en emprendimientos a corto o mediano plazo (Carmody, 2011). El movimiento *Maker* también representa una revolución educacional puesto que propicia el estudio de áreas relacionadas con *STEAM* (siglas en inglés que significan ciencia, tecnología, ingeniería, artes, matemáticas), difundiendo y haciendo práctico el concepto aprender haciendo, el cual ha sido apoyado por instituciones como la Casa Blanca y la NASA, y que ha surgido como una solución al problema de personal capacitado en ingenierías y ciencias que está enfrentando la industria actualmente (SINC-Europa, 2014).

- **Espacios de Cocreación:** De acuerdo con Ruta n (2015), un espacio de Cocreación, o también llamado espacio colaborativo, se define como un lugar en el que convergen comunidades de diferentes áreas (ingeniería, artes, salud, humanidades, administración, aficionados, entre otros), apoyados por herramientas de prototipado rápido, generalmente *Open Source*, que desarrollan diseños, prototipos, trabajos de manufactura y software, en un ambiente de aprendizaje compartido. En la Tabla 2, se describen los diferentes espacios de Cocreación y sus principales características.

Tabla 2. Clasificación de espacios de Cocreación.

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Fablab	Fab (Fabricación) – Lab (Laboratorio). Es un espacio físico para la fabricación personal digital, el cual provee acceso a herramientas para el desarrollo de prototipos que involucra diferentes disciplinas, entre ellas industriales, arquitectónicas, entre otras.
MakerSpace	Espacio - Taller artesanal donde se reúnen personas por hobby para compartir o crear diferentes prototipos, en cualquier disciplina del conocimiento (electrónica, robótica) y con cualquier material (madera, polímeros, metales).
HackerSpace	Es un espacio colaborativo donde se reúnen personas con intereses comunes alrededor de temas específicos (reutilización de hardware, trabajo con componentes electrónicos, programación para aprender y compartir).
Tech Shop	Es un MakerSpace comercial – es una cadena de talleres asociativos donde se ofrece acceso público a equipos de manufactura avanzada a cambio de una cuota monetaria por membresía mensual o anual.

MediaLab	Es un espacio que se enfoca en una nueva cultura digital de producción de proyectos culturales, donde convergen el diseño, la multimedia y la tecnología. Existen disciplinas tales como la música electrónica, el diseño gráfico, el video, los hologramas y las interfaces computacionales.
Fab Studio	Es un espacio de fabricación cuyo objetivo es enseñar, aprender y compartir diferentes métodos de fabricación en disciplinas industriales, arquitectónicas y en el área de la ingeniería.
Fabcafe	Espacio de trabajo cuyo ambiente se asemeja a un café - bar donde se encuentran equipos limitados de fabricación, y se desarrollan eventos y conversatorios para la comunidad.

Fuente: Elaboración propia con base en Web of Science, (2019)

En esta clasificación, uno de los casos destacables corresponde a los *FabLabs* nacidos en el año 2007, a cargo del Center for Bits and Atoms del MIT y cuyo objetivo es la creación de una red de espacios de fabricación digital en donde se pudiesen materializar sus ideas, compartir conocimiento y buscar financiación para apoyar proyectos para mejorar la calidad de vida de las comunidades (Fabfoundation, 2009).

Actualmente la Fabfoundation cuenta con una red de laboratorios en más de 30 países (ver Figura 5), entre los que se encuentra Colombia, con espacios ubicados en Medellín, Bogotá, Cali y Pereira, que están especializados en procesos de diseño digital y manufactura especializada en arquitectura, biotecnología, nanotecnología, electrónica, automatización, telecomunicaciones y mecánica. Estos espacios están enfocados en la producción individualizada de elementos, por lo que no son aptos para una serialización de productos a gran escala, especialmente por los mismos procesos de manufactura propuestos; son lugares ideales para el desarrollo de prototipos en cortos períodos, lo cual apoya el proceso de diseño de productos.

Figura 5: Mapa señalando la ubicación de los FabLabs alrededor del mundo,



Fuente: tomada de Fabfoundation (2016).

- Espacios de Cocreación en Colombia: En este campo, Colombia ha aportado a su expansión, con iniciativas como la red de laboratorios de innovación de los ciudadanos Vivelabs, liderados por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC, 2013); los Tecnoparque y Tecnoacademia del SENA (SENA, 2016); el laboratorio de creación del Parque Explora en Medellín y los

laboratorios de innovación de Ruta *n* (Ruta *n*, 2015). Estos laboratorios cuentan con la infraestructura tecnológica necesaria para incubar y desarrollar emprendimientos del sector digital, algunos en impresión 3D, electrónica y biotecnología, aunado a acciones de formación mediante talleres, diplomados y cursos, capacitando el talento humano en la generación de capacidades para apoyar la industria digital del país.

- Implementación de tecnologías 4R para en el HGM: En la implementación de algunas tecnologías de la 4R para la solución de desafíos y la materialización de ideas, el HGM desarrolló la siguiente línea de actividades en el tiempo, a la par de la maduración del proceso de innovación:
 - 2016: Se inicia proyecto de investigación “Laboratorio de Cocreación en Salud” en conjunto con el programa de ingeniería biomédica de las universidades CES y EIA.
 - 2017: Creación de un espacio de manufactura digital, estilo *FabLab/Makerspace* en las instalaciones del HGM, conocido como laboratorio de Cocreación para la innovación en Salud. Se firma un convenio marco para la operación de laboratorio de Cocreación en Salud, entre el HGM, La Universidad CES y la Universidad EIA según Torres et al., (2017).
 - 2018: Creación de los primeros prototipos funcionales de dispositivos médicos, para resolver problemas intrahospitalarios que no se pueden resolver con soluciones de rutina (de mercado). Se desarrolló un soporte para canister que permite almacenar residuos biológicos por medio de ABS impreso en 3D, debido a la dificultad hospitalaria de adquirirlos por lotes de cantidades bajas.
 - 2019: Desarrollo del procedimiento de transferencia tecnológica, explotación y comercialización de los resultados del laboratorio al HGM. Se firman convenios académicos en ingeniería y otras áreas del conocimiento, permitiendo que el hospital genere espacio de aprendizajes en temáticas diferente a las áreas de la salud.

De acuerdo con Torres et al., (2017), en el HGM se encuentra el primer MakerSpace de Colombia enfocado en salud en un hospital; el laboratorio de Cocreación, plantea el diseño y construcción de dispositivos médicos, para mejorar la gestión de activos hospitalarios y un compartimiento para el almacenamiento de instrumental quirúrgico estéril. Estas soluciones se pueden obtener mediante la implementación de la Cultura *Maker*, lo que disminuye los tiempos de diseño, construcción y costos asociados al desarrollo de dispositivos médicos. A la fecha el Laboratorio de Cocreación cuenta con 41 proyectos identificados, 6 proyectos priorizados y cuatro desarrollos en prototipo finalizados.

Aunque la Cultura *Maker* se ha constituido como uno de los pilares en la materialización del proceso de gestión de la innovación en el laboratorio de Cocreación, se apunta a una implementación integral de las tecnologías de la 4R en el HGM donde se logre la convergencia de la robótica en los procesos de atención integral de los pacientes; la nanotecnología y la biotecnología como herramientas que permitan mejorar la seguridad del paciente, su familia y el entorno; y la inteligencia artificial y las tecnologías de la información y la comunicación (TICs), como soporte en la optimización de los procesos y la toma de decisiones administrativas, financieras y asistenciales.

Etapa 3. Ejercicio de benchmarking frente a dos entidades referentes: Para el ejercicio, se entrevistaron a los coordinadores de innovación de dos hospitales

internacionales y uno nacional, referentes en la adopción de las 4R, como se presenta en la Tabla 3 y detalla en el Anexo 1.

Tabla 3. Descripción de la inserción de tecnologías de la cuarta revolución industrial en diferentes instituciones a nivel global con respecto al Hospital General de Medellín, con el fin de listar referencias.

IPS referenciada		Articulación con el sistema educativo y empresarial	Estrategia de innovación como resultado de un proceso de evolución	Resultado de la implementación de 4R (Infraestructura, personal, estrategia de innovación)
1	IPS: Hospital Pablo Tobón Uribe	Alianza interinstitucional con la Universidad EAFIT y la Universidad CES, con adopción de modelo internacional (Standford) utilizando desarrollos en simulación quirúrgica.	Enfoque hacia la disrupción tecnológica	1 Patente otorgada 1 Proyecto de Colciencias en ejecución 4 Proyectos de desarrollo en curso, con potencialidad de protección 1 Curso de formación superior en diseño clínico 1 Laboratorio digital universitario
	Entrevistado: Coordinador SimDesing			
2	IPS: Hospital Universitario de Karolinska	Alianza corporativa con empresas del sector de tecnología médica. En la cual mediante la implementación de la metodología del Project Managment Institute le hacen seguimiento a los proyectos, con Cocreación corporativa	Disruptivo de mercado	8 Alianzas con empresas fabricantes de tecnología médica 1 Hub de innovación 30 Iniciativas en fase de transferencia tecnológica
	Entrevistado: Project Manager de la estrategia de Cocreación del Hospital			
3	IPS: Hospital Universitario de Sabadell	Configuración de un distrito de innovación, del que hace parte el Hospital .	Disruptivo, incremental y mejora continua.	36 Ideas de innovación aprobadas 8 Innovaciones transferidas 10 Registros de patentes 23 Marcas registradas 4 Spin off
	Entrevistado: Directora de Investigaciones de la Corporació Parc Taulí			
4	IPS: Hospital General de Medellín E.S.E	Alianza con instituciones de educación superior, Universidad CES y Universidad EIA. Con un laboratorio intrahospitalario con tecnologías de las 4R.	Innovación incremental y mejora continua.	13 Proyectos aprobados 4 Proyecto en fase de transferencia 1 Acuerdo de comercialización con empresa 1 Laboratorio hospitalario dotado con tecnologías de las 4R
	Entrevistado: Líder de docencia, investigación e innovación Hospital General de Medellín			

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión y análisis

Como se observa en la Figura 1, el HGM ha ido evolucionado en cuanto a los elementos esenciales de su proceso de innovación, logrando desarrollar un sistema

dinámico y alineado a las tendencias nacionales e internacionales y continúa consolidando sus capacidades de innovación (Madrid et al., 2019), las cuales han evolucionado desde casi insipientes a maduras en 9 años.

El análisis bibliométrico presenta un panorama donde se identifica que la alineación directa de la 4R a los procesos de salud apenas inician (Web of Science, 2019), pero diferentes reportes muestran su potencial en cuanto a aplicaciones (Chia et al., 2019; Drössler et al., 2017; Hanlon et al., 2011; ProgressTH, 2016; Torres et al., 2017), es por ello que una incorporación temprana de la 4R a los procesos de salud en el HGM se convierte en el eje de su éxito innovador.

La implementación de las tecnologías 4R está estrechamente relacionada con la evolución del proceso de gestión de la innovación, en cuanto al uso de las tecnologías asociadas a esta revolución y los modelos de trabajo, los cuales deben ser una tarea sistemática que comprende un proceso desde el alistamiento de la organización (Pérez Vélez and Robledo Velásquez, 2012). La manufactura digital, incluyendo todas sus herramientas, se convierte en un instrumento clave a la hora de lograr la materialización de los procesos de innovación, de acuerdo con lo que sostiene Torres et al., (2017).

La estructura que soporta el éxito innovador del HGM, tal como las otras instituciones analizadas (Ver Tabla 3 y Anexo 1) se fundamentan en la consolidación de un sistema de innovación interno que parte de trabajar con personal altamente calificado y conocedor de las necesidades (capacidad de aprendizaje) al igual que con la capacidad de formular soluciones incrementales y mejora continua (capacidad de planeación); la dotación de una infraestructura tecnológica representada en el Laboratorio de Cocreación, donde el personal cuenta espacios para la realización de sus procesos de investigación y desarrollo (capacidad de I+D), y finalmente de recursos que destina y gestiona el HGM para financiar dichas actividades (capacidad de gestión).

5. Conclusiones

El desarrollo de capacidades de innovación posibilita que la organización adopte de una manera más eficiente y exitosa nuevas tecnologías y método de trabajo, el cual es el caso particular el HGM.

La importancia de los espacios de innovación es proporcional a la contribución a intervenir problemas reales y concretos de la institución, y para ello requieren madurar hasta la consolidación de sus capacidades, las cuales preparan a la organización para la adopción de diferentes tecnologías y métodos de trabajo.

Las tecnologías de la 4R han permitido al sector salud, y en el caso particular del HGM, articulada al modelo el FabLab, generar soluciones reales en corto tiempo, con éxito innovador, al desarrollar dispositivos que han sido apropiados por la organización como nuevos insumos, y que han permitido y permitirán una independencia tecnológica, para el hospital y en muchos casos para el sector.

Una característica diferenciadora del HGM es la de contar con un laboratorio con tecnologías de la 4R al interior de su infraestructura, el cual no poseen las otras tres instituciones referenciadas, lo que ha permitido que el desarrollo de proyectos sea muy eficiente; y la principal debilidad en comparación con los hospitales internacionales, es la articulación con el sistema empresarial.

Es fundamental profundizar en el estudio de los modelos de cocreación para la

innovación al igual que la inserción de tecnologías de la 4R en salud, dado que aún no hay suficiente evidencia sobre las condiciones necesarias para el éxito innovador.

6. Referencias

- AMVA, 2016. El Valle de Aburrá [WWW Document]. Sitio Of. URL <http://www.metropol.gov.co/institucional/Paginas/queeselarea.aspx> (accessed 7.20.16).
- Arencibia Jorge, R., Vega Almeida, R.L., Chinchilla Rodríguez, Z., Corera Álvarez, E., de Moya Anegón, F., 2012. Patrones de especialización de la investigación cubana en salud. *Rev. Cuba. Salud Pública* 38, 734–747. <https://doi.org/10.1590/S0864-34662012000500007>
- Bajarin, T., 2014. Why the Maker Movement Is Important to America's Future.
- Caldwell, A., Young, A., Gomez-Marquez, J., Olson, K.R., 2011. Global health technology 2.0. *IEEE Pulse* 2, 63–67. <https://doi.org/10.1109/MPUL.2011.941459>
- Carmody, T., 2011. BIG DIY: THE YEAR THE MAKER MOVEMENT BROKE [WWW Document].
- Chia, G., Lim, S.M., Sng, G.K.J., Hwang, Y.F.J., Chia, K.S., 2019. Need for a new workplace safety and health (WSH) strategy for the fourth Industrial Revolution. *Am. J. Ind. Med.* 62, 275–281. <https://doi.org/10.1002/ajim.22960>
- Cotte Poveda, A., Andrade Parra, J., Torralba Barreto, D.R., Rivera Torres, S.C., Cifuentes Mirke, M.A., Ramírez, L.D., Albis Salas, N., García Ospina, J.M., Sánchez Rodríguez, E.C., Caho Rodríguez, D.M., Jiménez, C.C., Álvarez, J.L., 2017. Informe Anual de Indicadores de Ciencia y Tecnología 2017 - Colombia, 1ª Edición. ed. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá D.C, Colombia.
- Cuartas, D., Parra, M.E., 2014. Propuesta de líneas estratégicas para e plan departamental de ciencia, tecnología e innovación en el área de salud del departamento de Antioquia, in: IV Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación. pp. 1–20.
- Drössler, S., Steputat, A., Baranyi, G., Kämpf, D., Seidler, A., 2017. Gesunde Arbeit in Pionierbranchen (GAP) Healthy work in pioneer branches (GAP). *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergon.* 146–150. <https://doi.org/10.1007/s40664-017-0239-4>
- Escobar, J.F., Herrera, J.F., 2015. Los planes estratégicos para el desarrollo de la ciencia, la tecnológica y la innovación como herramienta hacia la competitividad regional y su real impacto, in: Altec 2015. Altec, Porto Alegre, Basil.
- Escobar, J.F., Herrera, J.F., Bedoya, I.B., Isaza Gutiérrez, L.M., 2016. ABC de la innovación, Primera. ed. Medellín, Colombia.
- Geere, D., 2016. This startup is helping nurses prototype and innovate.
- Hanlon, P., Carlisle, S., Hannah, M., Reilly, D., Lyon, A., 2011. Making the case for a “fifth wave” in public Health. *Public Health* 125, 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2010.09.004>
- John, J., Nelis Johan, 2008. *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*, Second. ed. Oxford, UK.
- Karolinska University Hospital, 2015. Innovation Center: We enable co-creation with our clinics [WWW Document].
- Krishnan, G., 2015. *Maker Therapy*.
- Lee, J.-Y., Lim, J.-Y., 2017. The Prospect of the Fourth Industrial Revolution and Home Healthcare in Super-Aged Society. *Ann. Geriatr. Med. Res.* 21, 95–100. <https://doi.org/10.4235/agmr.2017.21.3.95>
- Madrid, K., Quintero, A., Escobar, J.F., 2019. Evolución y consolidación de las capacidades de innovación dentro de una institución prestadora de salud, in: COGESTEC (Ed.), VI Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación COGESTEC. Memorias del Congreso de gestión tecnológica 2019 COGESTEC, Cali, Colombia, p. 11.
- MINTIC, 2013. Red Nacional ViveLab.
- OPS, OMS, 2007. Panorama de la Salud en las Américas 2007, in: OMS (Ed.), *Salud En Las Américas 2007*. Salud en las Américas, Washington, D.C., pp. S2–S29.
- Palencia-Sánchez, F., García-Ubaque, J.C., 2017. Innovación e investigación en hospitales universitarios. *Rev. la Fac. Med.* 64, 741. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.54837>
- Pérez Vélez, J.D., Robledo Velasquez, J., 2012. Condiciones deseables de los métodos para la gestión de portafolios de proyectos de I+D+I en los centros de desarrollo tecnológico en Colombia, in: III Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación COGESTEC. Medellín, p. 15.
- ProgressTH, 2016. Makers Meet Medicine at Local Children's Hospital.

- Robledo Velásquez, J., Aguilar Zambrano, J., Pérez Vélez, J.D., 2011. Modelo conceptual y aplicativo informático para la evaluación de capacidades de innovación tecnológica en PYMES del sector, in: ALTEC (Ed.), XIV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC 2011. Lima, Perú.
- Robledo Velásquez, J., López G., C., Zapata L., W., Pérez V., J.D., 2010. Desarrollo de una Metodología de Evaluación de Capacidades de Innovación. Perf. Coyunt. Económica 133–148.
- Robledo Velásquez, J., Malaver, F., Vargas, M., 2009. Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia, 1st ed. Bogotá.
- Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., 2016. Towards an Operator 4.0 Typology: A Human-Centric Perspective on the Fourth Industrial Revolution Technologies. Towar. an Oper. 4.0 Typology A Human- Centric Perspect. Fourth Ind. Revolut. Technol. Conf. 0–11.
- Ruta n, 2015. Observatorio CT+i, área de oportunidad: Espacios colaborativos de creación. [WWW Document]. Schawab, K., 2016. The Fourth Industrial Revolution, First. ed. Geneva.
- SENA, 2016. SENNOVA, Líneas y programas [WWW Document]. SENA. URL <http://sennova.senaedu.edu.co/#> (accessed 5.10.17).
- SINC-Europa, 2014. La escasez de ingenieros supone un peligro para el desarrollo [WWW Document]. OEI. Torres, M.S., Cárdenas, C.J., Arenas, L.A., Quintero, P.A., Torres, V.R., 2017. Cocreation laboratory in health: Materialization tool for innovation process in Colombian public hospitals, in: 2017 Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias En Ingenieria (CONIITI). pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/CONIITI.2017.8273330>
- Web of Science, 2019. Web of Science Core Collection Result Analysis: Fourth and Industrial and Revolution [WWW Document]. Web os Sci. URL http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do?product=WOS&SID=6BWPXulfgKSCUnBct3o&field=PY_PublicationYear_PublicationYear_en&yearSort=true (accessed 4.29.19).

Anexo 1: Descripción de la inserción de tecnologías de la cuarta revolución industrial en diferentes instituciones a nivel global con respecto al Hospital General de Medellín, con el fin de listar referencias.

Mapa de Actores	Descripción	Impacto	Implementación de las tecnologías de las 4R
IPS: Hospital Pablo Tobón Uribe Entrevistado: Coordinador SimDesing	<p>En el año 2011, un estudiante de doctorado de la Universidad EAFIT de Medellín, durante su pasantía doctoral en la Universidad de Stanford, conoce la metodología Simdesign aplicada para el diseño, desarrollo y validación de simuladores para entrenamiento médico; experiencia de la cual surge la propuesta de llevar a cabo la transferencia de dicha metodología en Colombia. Para el año 2014 se materializa el Programa mediante acuerdo firmado entre la Universidad CES, la Universidad EAFIT y el Hospital Pablo Tobón Uribe, o Instituciones aliadas fundadoras (IAF), con el fin de tener aliados fuertes en el área médica, clínica, de ingeniería y negocios, y respetando el espíritu multidisciplinar del programa definido por la Universidad de Stanford.</p> <p>La ejecución de la primera iteración tuvo una duración de 18 meses, en la cual se logra transferir la metodología Simdesign a las IAF, desarrollar un piloto para la ejecución del Programa, conformar un grupo interdisciplinario con competencias clínicas, técnicas y administrativas, desarrollar tres simuladores y dos dispositivos médicos, iniciar los procesos de patente de dos simuladores y un dispositivo y adelantar el proceso de licenciamiento de este último. En el año 2016 las instituciones aliadas fundadoras firman un nuevo convenio para llevar a cabo</p>	<p>Satisfacen los requerimientos de sus clientes, acorde con sus necesidades y expectativas. Fundamentan su progreso desarrollo en el crecimiento sostenido de la alta calidad:</p> <p>Mejorar las herramientas e infraestructura útiles para el cuidado de la salud. Esto se traduce en el desarrollo de mejores dispositivos o equipos médicos.</p>	<p>SimDesign es una iniciativa que implementa tecnologías de las 4R orientadas a la digitalización del proceso de intervención médica, mediante desarrollo de software. Su implementación dentro de la red hospitalaria es media, debido a que sus instalaciones se encuentran al interior de una universidad más que de la clínica.</p>

	<p>nuevas iteraciones, las cuales se concentran en mejorar los prototipos y escalarlos a nivel de productos finales para poder comercializarlos, y en desarrollar nuevas tecnologías en diferentes especialidades tanto de la salud humana como animal; aumentando así la capacidad instalada con más profesionales entrenados para el uso de la metodología, tanto a nivel de las IAF, como a través del diseño y puesta en marcha de una pasantía en Colombia que permita transferir la metodología a diferentes públicos y generar ingresos para las instituciones participantes del Programa.</p> <p>Así, en el año 2017 las IAF reafirman su compromiso de continuar con la implementación del Programa, poniendo a disposición de la alianza su potencial y experticia en cada una de las áreas en las cuales dichas Instituciones se desempeñan.</p>	Mejorar las capacidades y habilidades del personal médico por medio de métodos o herramientas de entrenamiento más eficaces	
<p>IPS: Hospital Universitario de Karolinska</p> <p>Entrevistado: Project Manager de la estrategia de Cocreación del Hospital</p>	<p>El sistema de innovación para procesos intrahospitalarios del hospital universitario de Karolinska eligió la estrategia de Cocreación para implementar sus procesos de innovación institucionales. El esquema de trabajo que siguieron para implementar dicho sistema fue:</p> <p>1. Identificación de las industrias potencialmente fuertes de Suecia: Como resultado obtuvieron una segmentación de la industria de tecnología móvil como Smartphone, automatización de procesos y ayudas diagnósticas. Además encontraron un mercado potencial en las tecnologías de la información y telecomunicación(Tics)</p> <p>2. Identificación de las áreas para enfocar esfuerzos de innovación dentro del hospital universitario de Karolinska: Las principales áreas para dirigir los esfuerzos de innovación fueron cirugía(CX), ayudas diagnósticas, unidades de cuidados especiales(UCE) y unidad de Cuidados intensivos(UCE), urgencias, cardiología y gastroenterología.</p>	<p>Tienen un acuerdo de cooperación bilateral principalmente con Philips Health Care en ayudas diagnósticas. Esto les facilita disponer de capital de inversión para proyectos estratégicos. Esto facilita la</p>	<p>Su proceso de materialización de tecnologías es un 80% materializado por las grandes industrias médicas. No poseen dentro de sus instalaciones hospitalarias grandes inversiones en maquinaria para llevar las ideas a la realidad.</p>
	<p>3. Identificación de las problemáticas dentro de los servicios Hospitalarios en las áreas de</p> <p>Enfoque de esfuerzos de innovación: Están enfocados a las actividades de calidad de los procesos de atención relacionados con la estancia del paciente en la institución.</p> <p>4. Identificación de las problemáticas dentro de los servicios Hospitalarios en las áreas de enfoque de esfuerzos de innovación: En las áreas identificadas en el numeral dos, encuentran y priorizan problemas como mejora de la experiencia del paciente en procedimiento de imágenes diagnósticas y automatización de servicios en camas de emergencia, UCI y UCE. Tratamiento de la información personal de cada paciente.</p> <p>5. Identificación de tecnologías de apoyo para resolver las problemáticas: Se enfocan principalmente en Inteligencia Artificial, Automatización/Robótica y Big Data.</p> <p>6. Selección de responsables en el proceso de Cocreación a nivel hospitalario para acompañar procesos: Por cada unidad identificada en el numeral "2" disponen de un médico especialista que lidera el proceso de Cocreación con el hospital.</p> <p>7. Construcción del centro de innovación con énfasis en procesos de Cocreación en el hospital: El centro de innovación cuenta con su propio personal de planta, con administradores, asistentes, ingenieros y técnicos. En conjunto con el numeral 6 disponen de 48 personas que trabajan en actividades de Cocreación con la industria, contando sólo el personal contratado por el hospital.</p> <p>8. Realización de acuerdos con la industria especializada en las tecnologías de apoyo: El hospital tiene contratos firmados a la fecha con empresas como Siemens, Olympus y Welch Allyn. Tiene un convenio de cooperación interinstitucional con Philips HealthCare.</p>	<p>transferencia de tecnología.</p> <p>Son una institución pública por lo que el ahorro obtenido por implementación de procesos innovadores se reinvierte en los procesos de Cocreación.</p>	

	<p>9. Solución de problemas mediante el proceso de Cocreación industria-hospital: Los desarrollos en el centro de innovación cuentan con la participación tanto del hospital como de ingenieros investigadores de las empresas nombradas en el numeral 8.</p> <p>10. Puesta en marcha de proyectos intrahospitalarios: Todos los proyectos están direccionados a aplicarse en las instalaciones del hospital universitario de Karolinska.</p> <p>11. Transferencia de tecnología hacia mercados externos con las entidades aliadas: Los derechos de explotación comercial de las tecnologías que surgen del proceso de Cocreación son de las empresas. Con un porcentaje de regalías direccionadas hacia el hospital Karolinska, con la posibilidad de adquisición de las tecnologías a un costo moderado para el gobierno sueco.</p>		
<p>IPS: Hospital Universitario Parc Taulí.</p> <p>Entrevistado: Directora de Investigaciones de la Corporación Parc Taulí</p>	<p>El sistema de innovación para procesos intrahospitalarios del hospital universitario de I cooperación Parc Taulí, eligió la estrategia de Cocreación para implementar sus procesos de innovación institucionales. El esquema de trabajo que siguieron para implementar dicho sistema fue:</p> <p>1. Identificación de las problemáticas hospitalarias: Como resultado obtuvieron una segmentación de la industria biotecnología, manufactura digital y mercado potencial en las tecnologías de la información y telecomunicación(Tics)</p> <p>2. Acoplamiento a las capacidades para innovar del distrito de innovación I3PT: Hacen parte de un distrito de innovación, plan que desarrolla Ruta N, actualmente para replicarlo en la ciudad de Medellín.</p> <p>3. Identificación de especialidades clínicas con potencial de generar soluciones disruptivas: Tienen áreas identificadas de temas a trabajar en el hospital, con el fin de generar tecnologías de carácter disruptivo.</p> <p>4. Construcción de centro de innovación dentro del hospital: Poseen un centro de innovación intrahospitalario donde convergen distintos tipos de profesionales.</p> <p>5. Construcción del plan de gestión de innovación intrahospitalaria: Tienen definida una política de propiedad intelectual bien estructurada, destinan tiempo de sus especialistas (pagos por el hospital), para</p>	<p>Tienen un acuerdo de cooperación bilateral principalmente con el distrito de innovación I3PT, Esto facilita al hospital encontrar diferentes tipos de socios para resolver sus problemas, desde la manufactura de productos y servicios.</p> <p>Al ser una institución</p>	<p>Su proceso de materialización de la innovación mediante el uso de tecnologías de la cuarta revolución industrial se realiza mediante un distrito de innovación que acoge a diferentes empresas manufactureras.</p>
	<p>desarrollar tecnología médica, estos está indicado en sus contratos y por ende las tecnologías desarrolladas por sus empleados son del hospital.</p> <p>6. Establecimiento de acuerdos industriales con las empresas del distrito de innovación I3PT: Tienen acuerdos con industrias dentro del distrito que se encargan de la construcción y materialización de todos sus desarrollos intrahospitalarios acordes con el numeral 1.</p> <p>7. Desarrollo de investigación para implementar tecnologías disruptivas en el distrito: Su apuesta claramente esta direccionada a la generación de tecnologías disruptivas para el sector hospitalario.</p> <p>8. Pruebas de usabilidad de tecnologías desarrolladas en el entorno: Las tecnologías desarrolladas apuntan a resolver problemas intrahospitalarios.</p> <p>9. Transferencia de tecnología hacia mercados externos con las entidades aliadas: Los derechos patrimoniales de la tecnología son compartidos con la industria.</p>	<p>privada tiene mayor flexibilidad para direccionar sus recursos a puntos estratégicos que lo necesiten.</p>	

Saúde e inovação: Fragilidades tecnológicas do complexo econômico-industrial da Saúde no Brasil

Nathália Karolline Horácio da Silva
Universidade Federal de Alagoas, Curso de Administração Pública, Brasil

Maria Cecília Junqueira Lustosa
Universidade Federal de Alagoas, Mestrado Proffinit, Brasil

Rodolfo Batista Pedrosa
Universidade Federal de Alagoas, Mestrando em Economia, Brasil

Resumo

O artigo tem como objetivo evidenciar a fragilidade tecnológica do setor da saúde no Brasil por meio da análise dos subsistemas industriais do Complexo Econômico-Industrial da Saúde (CEIS). Visando suprir as falhas de entendimento e a escassez de estudos sobre o papel da base produtiva do sistema de saúde, este artigo apresenta um olhar sistêmico desse Complexo e analisa o protagonismo da indústria nos processos de geração de inovação em saúde. Ele se limita a estudar a área industrial, visto que esse foco permite uma compreensão sobre a vulnerabilidade que o sistema de saúde está exposto devido à fragilidade de sua base produtiva. A pesquisa é de caráter descritivo e quantitativo, e analisa o CEIS em seus aspectos relacionados às características do emprego nos seus subsistemas industriais e à demanda final do setor de saúde, a fim de evidenciar sua importância na economia brasileira – em 2015, o consumo final foi equivalente à 9% do Produto Interno Bruto (PIB), sendo o consumo do governo correspondente à 4% do PIB. A análise da balança comercial dos produtos industriais relacionadas ao setor de saúde e de suas atividades inovativas evidenciam sua fragilidade tecnológica, seja pela balança comercial negativa, seja pela irrelevante taxa de atividade inovativa nas indústrias ligadas ao setor de saúde. O Estado, enquanto maior demandante do setor de saúde e maior financiador da inovação no país, pode gerar um duplo dividendo ao fomentar o CEIS: endogeneizar o desenvolvimento do país por meio de setores industriais de média e alta tecnologias e ofertar melhores serviços de saúde, com diagnósticos mais precisos e a custos reduzidos, melhorando o bem-estar geral da maioria da população brasileira que é atendida por um sistema de saúde que se propõe a ser universal, público e gratuito.

Palavras chaves

Saúde; Inovação; Tecnologia; CEIS; Brasil.

1. Introdução

As atividades na área de saúde têm crescido substancialmente como fenômeno econômico e social. Esse fato se deve tanto ao aumento da expectativa de vida da população quanto aos avanços tecnológicos nesta área. Os gastos com saúde estão crescendo mais rapidamente do que o resto da economia global e chegaram a representar 10% do produto interno bruto (PIB) mundial em 2016, apresentando uma trajetória crescente principalmente nos países de baixa e média renda, em torno de 6% ao ano, em comparação com 4% daqueles de alta renda (Xu et al., 2018). Estes dispêndios são formados por gastos de governo, pagamentos diretos (de particulares) e fontes como seguro de saúde voluntário, programas de saúde fornecidos por empregadores e atividades de organizações não governamentais.

No Brasil, em 2015, o consumo final de bens e serviços de saúde totalizou R\$ 546

bilhões¹, o equivalente a 9% do Produto Interno Bruto (PIB) no mesmo ano, sendo que, desse total, as despesas de consumo do governo correspondem a quase 4% do PIB (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2017).

Por ser o setor de saúde de grande relevância na economia, é fundamental conhecer sua estrutura produtiva e a sua dinâmica a fim de formular e implementar políticas com vistas ao aumento da eficiência na aplicação dos recursos públicos e à melhor distribuição de seus benefícios à população. Porém, o estudo das atividades deste setor de forma sistêmica é relativamente novo e a abordagem das atividades de saúde por meio do arcabouço teórico do Complexo Econômico- Industrial da Saúde (CEIS) está presente nos discursos de planejamento governamental dos países em desenvolvimento.

O CEIS é utilizado para designar o sistema produtivo e inovativo da saúde. É uma das áreas de maior dinamismo competitivo da economia por se constituir de atividades de alta intensidade de inovação nos novos paradigmas tecnológicos e conta com “... uma base produtiva de bens e serviços bastante relevante, que responde por parcela significativa do PIB nas economias emergentes e desenvolvidas, e associa, inerentemente, a dimensão econômica e a social que, junto com a ambiental, definem o processo de desenvolvimento” (Gadelha, 2012, p.13).

Não obstante, o Brasil apresenta fragilidades no sistema de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) que levam à uma dependência da importação de vários fármacos e instrumentos e equipamentos de diagnósticos de alta intensidade tecnológica utilizados na área de saúde, revelando uma debilidade do CEIS. O elevado custo desses equipamentos reduz sua oferta pública, atrasando diagnósticos de doenças que poderiam ser curadas com sua detecção precoce.

A hipótese deste trabalho é que a redução da dependência externa dos setores de saúde brasileiro que possuem maior intensidade tecnológica pode ser alcançada por meio de maiores incentivos à estrutura de C,T&I, estimulando o sistema nacional de inovação em saúde, visando à substituição de importações.

O presente artigo tem por objetivo evidenciar a fragilidade tecnológica do setor da saúde no Brasil por meio da análise dos subsistemas industriais do CEIS. Esse estudo de caráter descritivo analisa este Complexo evidenciando seus aspectos relacionados ao emprego, à demanda final do setor de saúde, à balança comercial dos produtos industriais do setor de saúde e suas atividades inovativas. Ele se limita a estudar a área da indústria, visto que esse foco permite uma compreensão sobre a vulnerabilidade que o sistema de saúde brasileiro está exposto devido à fragilidade de sua base produtiva.

O artigo está dividido em cinco seções, incluindo essa introdução. A seção 2 mostra referências teóricas que tratam da interação entre inovação, saúde e desenvolvimento no contexto do CEIS. A seção 3 trata da metodologia utilizada e a seção 4 apresenta os resultados, a análise dos dados secundários levantados na pesquisa e uma breve discussão sobre o tema. A última seção traz as conclusões do artigo.

2. Inovação, Saúde e Desenvolvimento no CEIS

A tecnologia, a inovação e o conhecimento vêm desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento econômico e social nas últimas décadas. Eles têm papel estratégico para todos os agentes (governos, empresas, agências de fomento e pesquisa,

¹ Ao câmbio médio de 2015, corresponde aproximadamente 164 bilhões de dólares americanos.

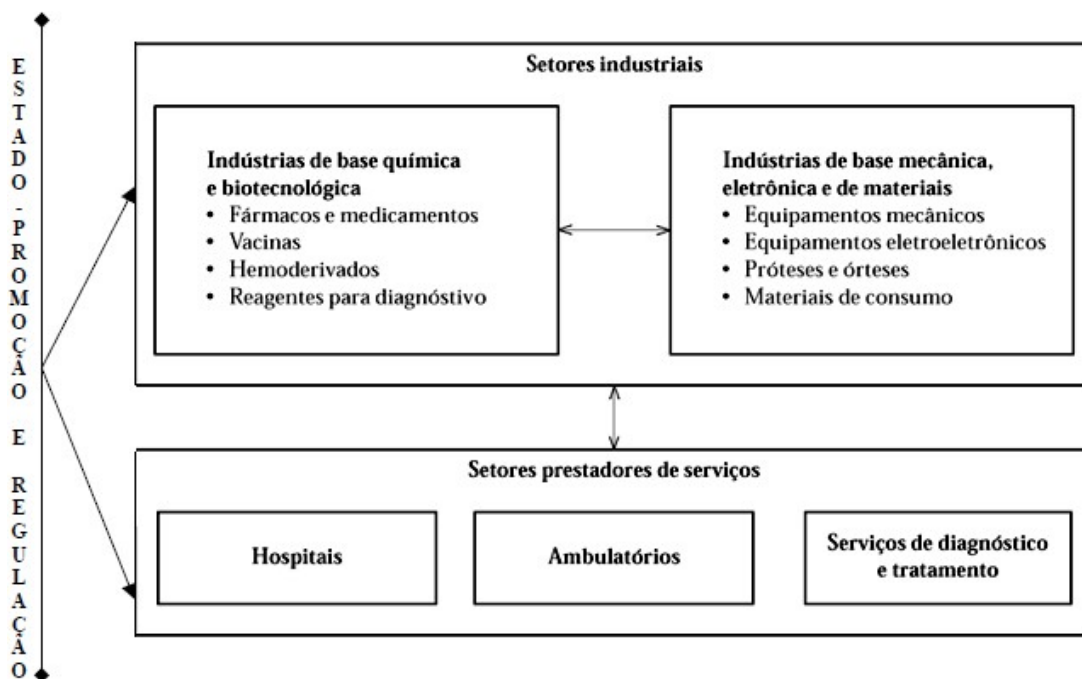
instituições de ensino e organizações sociais) que estão direta ou indiretamente ligados ao setor saúde. O crescimento econômico é uma ferramenta chave para o desenvolvimento, e este *per si*, propicia melhorias para o bem-estar social, inclusive na saúde.

Este papel estratégico do conhecimento contribui para o aumento dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), educação e treinamento, e de outros ativos intangíveis que cresceram nas últimas décadas na maioria dos países, resultando em uma ampla gama de produtos médicos inovadores. Os Estados Unidos da América é o país maior representatividade no mundo, dominando cerca de 43% desse mercado, com mais de 6 mil pequenas e médias empresas, além das gigantes GE Healthcare Technologies, Medtronic e Johnson & Johnson, com investimentos no setor de USD 7,3 bilhões em 2011 (Moreti, Uziel, Rozenta, 2017). No caso brasileiro, existe um potencial na indústria nacional para o setor de saúde, que apesar de o pouco investimento, representa um segmento muito promissor.

Para melhor entender a relação existente entre inovação e saúde, é essencial conceituar o CEIS, que apresenta uma compreensão sistêmica da saúde, com interações entre seus subsistemas (Figura 1):

- ✓ Setores prestadores de serviços: compreendem a prestação de serviços de saúde, que dá dinamismo ao Complexo, dado que a produção dos demais subsistemas conflui, necessariamente, para a prestação de serviços em saúde, transformando-o numa força produtiva chave para a evolução do Sistema Nacional de Inovação em Saúde (SNIS) e do CEIS.
- ✓ Indústrias de base química e biotecnológica: envolvem as produções de fármacos e medicamentos, vacinas, hemoderivados e reagentes para diagnóstico.
- ✓ Indústrias de base mecânica, eletrônica e de materiais: englobam a produção de instrumentos mecânicos e eletrônicos de baixa, média e alta complexidades, além de próteses, órteses e material de consumo.

Figura 1- Morfologia do Complexo Econômico-Industrial da Saúde



Fonte: GADELHA, 2003.

O Estado é responsável pela promoção e regulação do CEIS, que é representado por organizações, instituições, empresas, universidades e outros agentes e requer um processo de aprendizado permanente, o qual depende de novos conhecimentos e novas tecnologias, como fonte estratégica para sua sobrevivência e o seu crescimento. A interação entre esses atores adquire “[...] um formato coevolutivo não linear bastante diferenciado nos diversos nos diversos “tempos e espaços” de desenvolvimento em que os países se situam em torno do processo de inovação” (Gadelha, 2012, p. 15).

A saúde passa, então, a ser analisada como “um serviço compreendido no interior dos processos de produção, distribuição e consumo, inserido no setor terciário da economia, dependendo de processos que perpassam os espaços do Estado e do mercado” (Paim, 2004, citado por Costa, et al.2013, p.). Nesse particular, o Estado tem um papel primordial na promoção do CEIS, principalmente nos países onde a pesquisa e o desenvolvimento (P&D) têm pouco investimento do setor privado, como no caso brasileiro, onde o setor público assume um papel preponderante nas atividades de C,T&I.

Uma peculiaridade da oferta de serviços de saúde no Brasil é a universalização da saúde básica por meio do Sistema Único de Saúde (SUS), regulamentado em 1990. Este é o maior programa de serviço de saúde do mundo de caráter universal, público e gratuito, que atende mais de 151 milhões de brasileiros anualmente (Garcia, 2016). Assim, o complexo industrial da saúde brasileiro tem papéis produtivo e tecnológico estratégicos, articulando a geração e difusão de tecnologias e a dinâmica institucional peculiar a um sistema universal de saúde, enfatizando o papel do Estado enquanto seu maior demandante, além de mediador dos interesses envolvidos na relação entre saúde e desenvolvimento.

O CEIS também representa a oportunidade de superação da tensão observada entre a lógica econômica e a sanitária no que se refere a políticas de desenvolvimento para a saúde. A construção de um sistema universal de saúde, que atenda à demanda sanitária da população, pressupõe a expansão da base produtiva da saúde. O fato de este Complexo não ser bem desenvolvido afeta a capacidade deste sistema fornecer bens e serviços de qualidade, o que compromete a geração de resultados sociais e econômicos positivos.

3. Metodologia

O presente trabalho possui caráter descritivo e quantitativo. Primeiro, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca dos temas inovação, saúde, desenvolvimento e CEIS. Posteriormente, foram levantados dados para caracterizar o complexo industrial sob diferentes aspectos:

- ✓ Emprego: foram utilizados dados publicados pela Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho para o ano de 2014 a fim de caracterizar os subsistemas de base industrial do CEIS, de acordo com as classes Classificação Nacional de Atividades Econômicas² (CNAE 2.0) - quantidade de empregados por porte da empresa, escolaridade, salários e natureza jurídica. Vale ressaltar que os dados da RAIS se referem aos empregados formais, de carteira assinada. Dado que se trata de setores industriais, espera-se que não haja informalidade nas relações de trabalho.
- ✓ Demanda final do setor de saúde: foram utilizados dados da Conta-Satélite da Saúde 2010-

² “A Classificação Nacional de Atividades Econômicas-CNAE é a classificação oficialmente adotada pelo Sistema Estatístico Nacional e pelos órgãos federais gestores de registros administrativos ... A CNAE 2.0 é derivada da versão 4 da International Standard Industrial Classification of All Economic Activities – ISIC 4 (Clasificación Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas – CIU 4)” (IBGE, 2019).

2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) relativo às Famílias, ao Governo e às Instituições sem fins de lucro à serviço das famílias. Da mesma base de dados, foram extraídos os percentuais de despesas em relação ao PIB.

- ✓ Balança comercial: os dados de comércio exterior foram obtidos do COMEX-STAT do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços para identificar a balança comercial dos Produtos farmacêuticos (utilização do Sistema Harmonizado código 30) e os Instrumentos e aparelhos de óptica, de fotografia, de cinematografia, de medida, de controle ou de precisão; instrumentos e aparelhos médico-cirúrgicos; suas partes e acessórios (utilização do Sistema Harmonizado código 90). A fim de isolar os equipamentos médicos de média/alta complexidade, foram utilizados os códigos NCM referentes à classe CNAE (2.0) 2660-4 (Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação).
- ✓ Inovação: foram utilizados dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC), realizada pelo IBGE e que tem por base o Manual de Oslo, em dois períodos: 2011 e 2014, sendo esse o último ano disponível. Esta pesquisa é recente no Brasil, sendo sua primeira edição em 2000 e é realizada a cada três anos – relativa ao período de três anos anteriores ao ano base. Um de seus objetivos é a construção de indicadores setoriais nacionais, no caso das atividades de inovação das empresas industriais brasileiras. O foco é sobre os fatores que influenciam o comportamento inovador das empresas. A partir dessas informações, será possível identificar os resultados da inovação sobre os setores industriais do CEIS.

Tendo o objetivo analisar dados que refletem o setor industrial do CEIS, foram selecionadas as classes CNAE 2.0 dos seguintes subsistemas:

Quadro 1 – Classes CNAE referentes ao subsistema I do CEIS: Indústria de Base Química e Biotecnológica

21.10-6	Fabricação de produtos farmoquímicos
21.21-1	Fabricação de medicamentos para uso humano
21.23-8	Fabricação de preparações farmacêuticas

Fonte: Elaboração própria com base em Tatsch (2012), Garcia (2016) e IBGE (2017).

Quadro 2- Classes CNAE referentes ao subsistema II do CEIS: Indústria de Base Física, Mecânica, Eletrônica e de Materiais

26.60-4	Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação.
32.50-7	Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos.

Fonte: Elaboração própria com base em Tatsch (2012), Garcia (2016) e IBGE (2017).

4. Resultado, Análise e Discussão

A seguir estão os resultados do levantamento de dados e da análise da estatística descritiva relativos aos subsistemas industriais do CEIS para o Brasil. Primeiramente, ressaltase a importância do Complexo na economia, por meio das estatísticas do trabalho e da demanda final. Posteriormente, são analisados os dados da balança comercial e sobre a inovação dos subsistemas para evidenciar a fragilidade tecnológica. Optou-se por fazer a

discussão simultaneamente com os resultados e análises dos dados para melhor acompanhamento do leitor.

Para ilustrar a importância dos subsistemas de base industrial do CEIS, vale mencionar que no Brasil, de acordo com a MTE/RAIS (2014), para as classes CNAE selecionadas, tem-se um total de 167.560 empregados e conta com 5.162 estabelecimentos. A Tabela 1 apresenta os subsistemas de base industrial do CEIS a partir de algumas características do mercado de trabalho.

Tabela 1 - Caracterização dos subsistemas de base industrial do CEIS, de acordo com as classes CNAE 2.0 - quantidade de empregados por porte da empresa, escolaridade, salários e natureza jurídica – 2014

Classes	Número empregado	Porte empresa			Escolaridade			Salários mínimos			Natureza Jurídica	
		Micro + Pequena	Média	Grande	Fundament Completo*	Médio **	Superior ***	De 0,5 a 2,0	De 2,1a 10,0	Acima de 10,0	Empresa pública	Empresa privada
21106	5215	1836	2202	1177	419	2409	2402	1301	2925	937	4	148
21211	87136	5443	30477	51216	5383	39708	42045	22238	45879	18037	8	466
21238	1342	592	750	0	117	688	537	479	769	87	0	43
26604	5577	3131	2446	0	480	3496	1601	1930	3305	292	0	253
32507	58897	29766	19076	10055	8360	40650	9887	32542	23585	1893	6	4031
Total	167560	44111	59455	63994	15615	91660	60300	61375	81564	22565	18	5144

Observações:

- 1) Porte das empresas industriais segundo a classificação adotada pelo Sebrae³: Micro= até 19 empregados; Pequena = de 20 a 99 empregados; Média = 100 a 499 empregados e Grande= mais de 500 empregados.
- 2) O número de empregados em cada classe pode diferir quanto às variáveis nas colunas devido a empregados não especificados na base de dados.
- 3) Escolaridade: * Até Fundamental Completo **Médio Incompleto e Médio Completo ***Superior Incompleto e Superior Completo

Fonte: Elaboração própria a partir de MTE/RAIS (2014).

Conforme a Tabela 1, os subsistemas de base industrial contavam com 167.560 empregados em 2014. A classe que mais empregou foi a de Fabricação de medicamentos para uso humano (21211), com 87.136 empregados (52% do total dos subsistemas), seguido pela Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos (32507) com 58.897 (35%). A que menos empregou foi a Fabricação de preparações farmacêuticas (21238) com 1.342 empregados (0,8%).

De acordo com o tamanho das empresas, são as de grande porte que apresentaram maior participação em relação ao número de empregados, 38,2%, seguidas pelas de médio porte com 35,5% e as micro e pequenas empresas com 26,3%. Dentre as empresas da classe de Fabricação de medicamentos para uso humano, o maior empregador, quase 60% são grandes empresas e a segunda classe que mais emprega possui tem metade de suas empresas de pequeno porte.

O nível de escolaridade predominante é o médio, com 54,7% dos empregados e os

³ Os critérios de classificação de empresas adotado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) foi recuperado de: <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154..>

empregados apenas com ensino fundamental eram somente 9,3%. Porém, a maior classe empregadora (Fabricação de medicamentos para uso humano) possui quase metade de seus empregados com nível superior incompleto ou completo, sendo o maior nível de escolaridade entre as classes analisadas.

O nível de salários predominante é a faixa de 2 a 10 salários mínimos, representando aproximadamente metade dos trabalhadores. A maior faixa de remuneração contava com somente 13,6% do total de empregados. Quanto à natureza jurídica das empresas, todas as classes da CNAE analisadas apresentaram predominância de empresas privadas, constatando débil participação de empresas públicas nos subsistemas estudados.

Quanto à demanda do setor de saúde, houve um aumento já a partir dos anos 1990 devido ao aumento da oferta de serviços graças à universalização da saúde básica, que criou e regulamentou diversos órgãos e atividades⁴. Somam-se a esse fato aumento da renda da população mais pobre na década de 2000, que passou a utilizar os serviços de saúde suplementar, e as características epidemiológicas decorrentes do envelhecimento populacional – os “... maiores de 60 anos passam de 14 para 25 milhões de pessoas entre 2000 e 2016” (Garcia, 2016, p.5)

A tabela 2 mostra os resultados da demanda final do setor de saúde. A participação da saúde na geração de demanda efetiva para o sistema produtivo nacional (consumo final de bens e serviços) aumentou no total da demanda final para as famílias de 7,3% em 2010 para 8,2% em 2015. Para o governo, a participação do setor também aumentou ao longo do período analisado de 18,9% para 19,6%. Somente a demanda final das ISFL é que foi reduzida de 12,3% para 8,7%.

Tabela 2 – Demanda final do setor de saúde, por setor institucional, segundo os produtos no Brasil - 2010-2015

Produtos	Demanda final (DF), por setor institucional (valores correntes em 1 000 000 R\$ valores correntes)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FAMILIAS						
Total	165 432	184 577	211 282	239 986	278 874	307 054
Medicamentos para uso humano	62071	66064	72718	79022	88509	92517
Preparações farmacêuticas	119	130	144	160	172	174
Aparelhos e instrumentos para uso médico e odontológico	316	370	438	491	570	565
Outros materiais para uso médico, odontológico e óptico, inclusive prótese	5105	5505	6000	7088	8271	9271
Saúde privada	97821	112508	131982	153225	181352	204436
Total DF famílias	2280178	2575451	2886372	3216903	3558569	3751849
Participação (%) saúde	7,3	7,2	7,3	7,5	7,8	8,2

⁴ Garcia (2016, p. 5) cita como exemplos: “... o surgimento do Sistema Único de Saúde (SUS, regulamentado em 1990), do programa Agentes Comunitários da Saúde (1991), do programa Saúde da Família (1994), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (1999) e da Política Nacional de Medicamentos Genéricos (1999). .. a estruturação da Agência Nacional de Saúde Suplementar (2000), do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (2003) e do programa Farmácia Popular (2004)”.

GOVERNO							
Total		139 710	152 563	164 889	189 198	215 299	231 448
Medicamentos para uso humano		7042	7297	7325	8469	9422	10884
Saúde pública		105612	117275	126536	148871	170348	184284
Saúde privada		27056	27991	31028	31858	35529	36280
Total DF governo		737523	815006	899737	1004189	1103657	1181797
Participação (%) saúde		18,9	18,7	18,5	18,8	19,5	19,6
INSTITUIÇÕES SEM FINS DE LUCRO A SERVIÇO DAS FAMÍLIAS (ISFL)							
Total		4 301	4 552	4 615	5 998	7175	7583
Saúde privada		4301	4552	4615	5998	7175	7583
Total DF ISFL		61432	64395	72905	76605	83052	87323
Participação (%) saúde		12,3	11,8	10,4	9,9	9,1	8,7

Fonte: Conta-Satélite de Saúde 2010-2015/IBGE (2017).

Cabe destacar também que os gastos do governo com saúde pública são superiores aos gastos em saúde privada. Estes últimos corresponderam, em média, a 22% quando comparado aos gastos pelo setor público, mostrando assim que o SUS é importante fomentador do sistema de saúde brasileiro. O governo é, portanto, um grande demandante de produtos e serviços da saúde.

Em relação às despesas com saúde, verifica-se na Tabela 3 que houve aumento nos últimos anos. Se comparado as despesas com saúde como percentual do PIB para os anos de 2010 e 2015, observa-se um aumento de 13,5% nas despesas totais com consumo final de bens e serviços de saúde; 8,3% em despesas do governo; e 18,2% em despesas das famílias e ISFL com consumo final de bens e serviços de saúde como percentual do PIB.

Tabela 3 - Indicadores (percentual das despesas em relação ao PIB) - Brasil - 2010-2015

Indicadores	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Despesas com saúde e PIB segundo setores institucionais						
Despesas com consumo final de bens e serviços de saúde como percentual do PIB	8,0	7,8	7,8	8,2	8,7	9,1
Despesas do governo com consumo final de bens e serviços de saúde como percentual do PIB	3,6	3,5	3,4	3,5	3,7	3,9
Despesas das famílias e ISFL com consumo final de bens e serviços de saúde como percentual do PIB	4,4	4,3	4,5	4,9	4,9	5,2

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais (2017).

Apesar da potencialidade deste mercado, como já discutido anteriormente, a competitividade nacional desses subsistemas encontra-se limitada, visto que elas são reflexo da trajetória de desenvolvimento nacional, das políticas produtivas das últimas décadas e das características do ambiente institucional em que estão inseridos estes dois subsistemas.

Ainda vale enfatizar a necessidade de aprimorar a governança corporativa, uma vez que boa parte das indústrias nacionais desses subsistemas é de porte médio e apresentam formatos gerenciais inadequados para a competitividade, a exemplo da estrutura familiar e baixo grau de profissionalização da gestão.

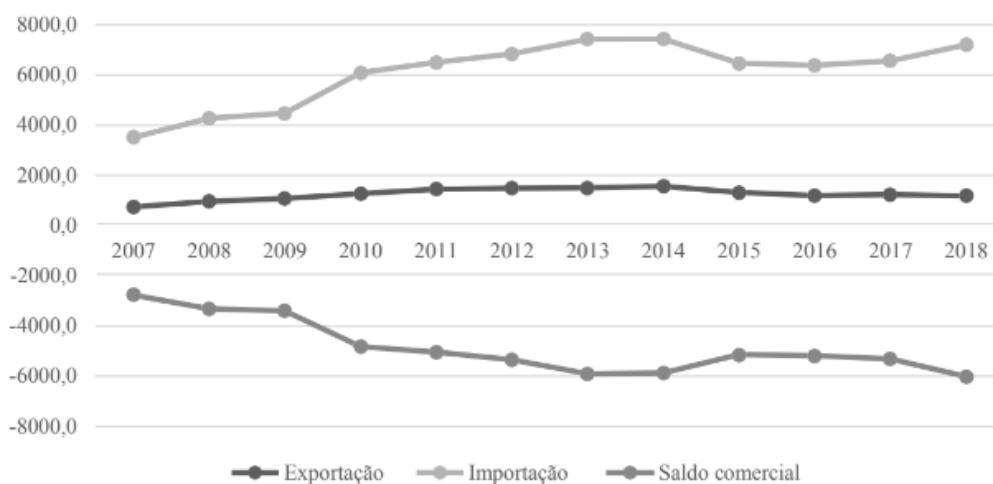
Os dados acima mostraram a importância dos subsistemas de base industrial do CEIS

na economia brasileira. A fim de revelar sua fragilidade tecnológica, foram analisados os dados de comércio exterior. A hipótese é que a dependência de importações de insumos para o CEIS de produtos de média e alta intensidade tecnológica revela a debilidade de sua base industrial de incorporarem a C,T&I.

O subsistema de Industrial de base química e biotecnológica está representado pelo código 30 do Sistema Harmonizado (Produtos farmacêuticos) e para o subsistema de base mecânica, eletrônica e de materiais foi utilizado o código 90 do mesmo sistema (Instrumentos e aparelhos de óptica, de fotografia, de cinematografia, de medida, de controle ou de precisão; instrumentos e aparelhos médico-cirúrgico; suas partes e acessórios). Como esta último agrega diversas mercadorias que não são relacionadas com o setor de saúde, foi verificadoo setor Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação (classe CNAE 26.60-4), pois, são de média e alta complexidade tecnológicas.

De acordo com a Figura 2, observa-se tendência de aumento de produtos farmacêuticos importados ao longo do período analisado, sendo que as exportações mostram uma tendência de estabilidade. Apesar de as importações terem aumentado, vale ressaltar que o segmento de medicamentos genéricos cresceu no Brasil, pois as empresas nacionais passaram a produzi-los depois da expiração da validade das patentes, colocando-os no mercado com preços muito inferiores aos seus equivalentes de marca. Os genéricos respondiam, em 2015, por 30% das vendas em unidades e 24% em valores do mercado farmacêutico brasileiro (Garcia, 2016).

Figura 2 - Balança comercial dos produtos farmacêuticos brasileiros (US\$ FOB) Capítulo 30 do Sistema Harmonizado – 2007 a 2018 - US\$ milhões



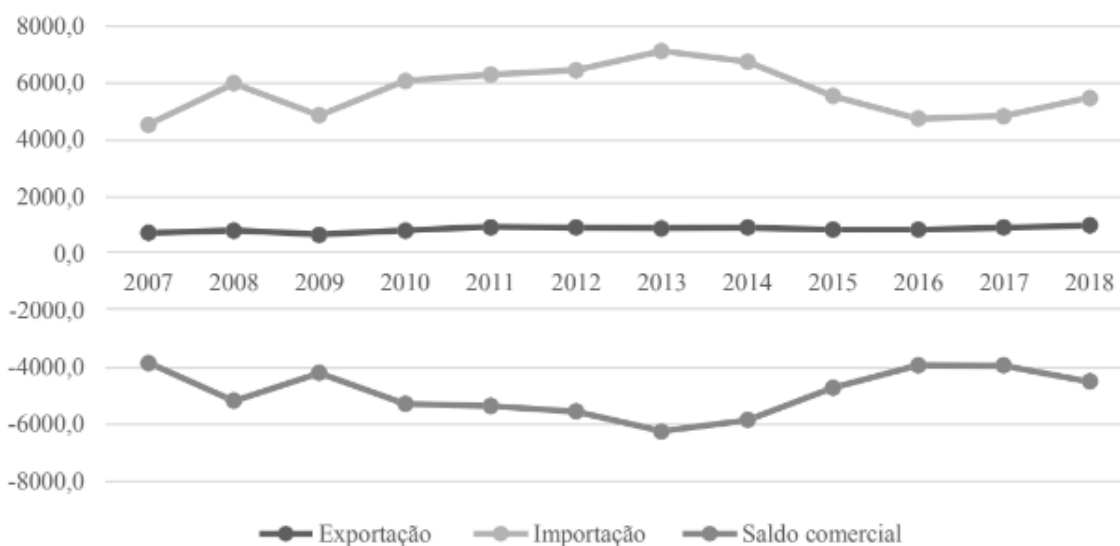
Fonte: Elaboração própria a partir de COMEX STAT

Observa-se um déficit na balança comercial que não está sendo superado, mostrando que os esforços para diminuir essa dependência externa de produtos farmacêuticos, exceto para os genéricos, não são suficientes para fazer face à quantidade demandada dos mesmos produtos no país.

A Figura 3 evidencia que as importações do código 90 apresentaram crescimento até 2013, quando começa a declinar em 2014, provavelmente devido ao início da crise econômica brasileira. Por causa disso, o saldo da balança comercial também foi negativo ao longo dos

anos, apresentando um comportamento inverso das importações, ou seja, uma redução a partir de 2013, pois as exportações permaneceram praticamente estáveis ao longo do período.

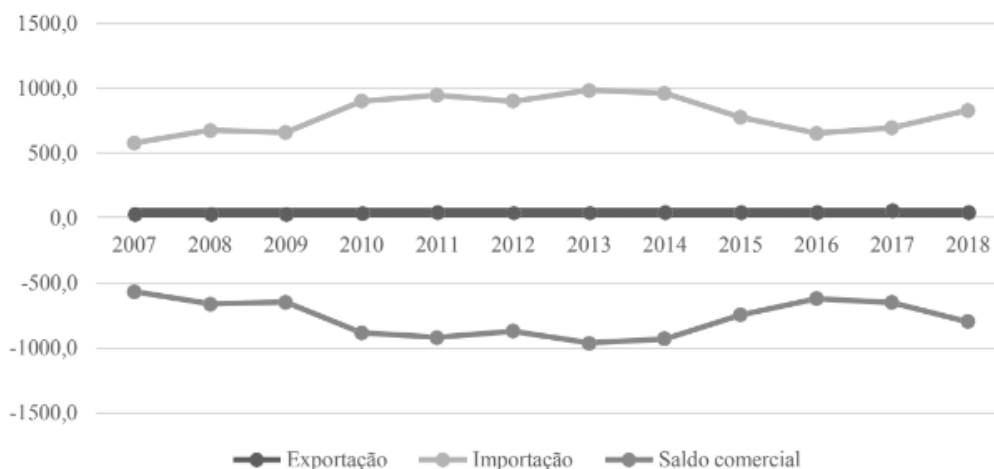
Figura 3 - Balança comercial dos inst. e aparelhos de óptica (...)suas partes e acessórios (US\$ FOB) Capítulo 90 do Sistema Harmonizado – 2007 a 2018 - US\$ milhões



Fonte: Elaboração própria a partir de COMEX STAT

Como dito anteriormente, a análise da balança comercial da Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação (classe CNAE 26.60-4) tem como objetivo refinar a análise da figura anterior, que inclui outras mercadorias que não fazendo parte do CEIS. A Figura 4 mostra que o valor das exportações é muito baixo quando comparado com as importações, o que implica no saldo negativo da balança comercial, num setor marcado por produtos de média e alta intensidades tecnológicas.

Figura 4 - Balança comercial para aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação - CNAE 26.60-4 – 2007 a 2018 - US\$ milhões



Fonte: Elaboração própria a partir de COMEX STAT

Conclui-se, portanto, que os dados da balança comercial dos subsistemas industriais do

CEIS revelam o cenário de fragilidade da produção nacional dos segmentos tecnológicos no setor da saúde. Gadelha e Temporão (2018) corroboram este argumento, pois, consideram o resultado negativo do saldo comercial da saúde como um indicativo de vulnerabilidade e dependência do setor.

Essa condição reforça a necessidade de fortalecer a dinâmica inovativa do CEIS, que deve ter como objetivo diminuir a dependência de produtos externos, sujeitos a variações de preços e do câmbio inesperadas, e de desenvolver a produção nacional de insumos de saúde.

A despeito da baixa competitividade, é importante mencionar que estes subsistemas – que reúnem um conjunto particular de atividades com grande heterogeneidade tecnológica – oportuniza a existência de nichos competitivos em que o Estado pode atuar no sentido de incentivar o fortalecimento da indústria nacional.

O déficit da balança comercial do CEIS reflete a baixa capacidade de gerar inovação dessa base industrial. “Assim, torna-se evidente a perda de competitividade da indústria, notadamente nos grupos mais dinâmicos e mais afetados pelos novos paradigmas tecnológicos: os aparelhos e equipamentos eletromédicos, odontológicos e laboratoriais” (COSTA, 2013 p. 102). Para reforçar este argumento, foram analisados dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC). A tabela 4 mostra a quantidade de empresas dos setores industriais selecionados na PINTEC para os anos de 2011 e 2014.

Tabela 4- Empresas dos subsistemas industriais do CEIS que implantaram inovação e que receberam apoio do governo – classes CNAE 2.0 selecionadas – anos base 2011 e 2014

Atividades das indústrias do CEIS	2011			2014		
	Total	Que implantaram inovação	Que receberam apoio do governo	Total	Que implantaram inovação	Que receberam apoio do governo
Total das empresas inovadoras	128699	45950	15696	132529	47693	19029
Total das empresas do CEIS	1306	701	217	1413	707	309
Fabricação de prod. farmoquímicos	37	17	6	39	9	8
Fabricação de prod. farmacêuticos	421	229	118	368	204	120
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	138	122	32	117	85	43
Fabricação de outros prod. eletrônicos e ópticos	710	333	61	889	409	138

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2013, 2015).

Quanto às fontes de financiamento das atividades de P&D para os setores do CEIS em 2011 e 2014, em todas as classes CNAE 2.0, a maior parte dos investimentos vem da própria empresa. Isso mostra a fragilidade do tecido produtivo e da capacidade tecnológica nacional quanto aos produtos de maior complexidade e inovativos, uma vez que é o Estado o maior indutor de C,T&I no país. O incentivo à base industrial da saúde requer o fomento de uma rede de instituições que impulse o sistema em um âmbito nacional, que estimule o processo de inovação e se articule com o setor privado.

A Tabela 5 abaixo apresenta a taxa de inovação nessas classes CNAE 2.0 relativos aos setores industriais ligados à saúde, o percentual de atividade inovativa nesses setores e a taxa de P&D interno.

Tabela 5 – Taxa de inovação, percentual das atividades inovativas e taxa de P&D interno das Indústrias do CEIS – classes CNAE 2.0 selecionadas – anos base 2011 e 2014

Ano	Taxa de inovação		Atividade Inovativa (%)		Taxa de P&D Interno*	
	2011	2014	2011	2014	2011	2014
Fabricação de produtos farmoquímicos	45,94%	23,07%	0,03%	0,01%	73,33%	83,33%
Fabricação de produtos farmacêuticos	54,39%	55,43%	0,49%	0,42%	64,79%	58,37%
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	88,40%	72,64%	0,26%	0,17%	78,84	69,38%
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	46,90%	46,00%	0,72%	0,85%	63,12%	24,22%

*Das empresas que realizaram inovação.

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2013, 2015).

A taxa de inovação reflete a quantidade de empresas que inovaram conforme cada classe selecionada. Na comparação entre 2011 e 2014, é observado uma diminuição nesse valor para as classes, exceto para a Fabricação de produtos farmacêuticos que permaneceu praticamente estável. Quanto aos percentuais das atividades inovativas, eles são insignificantes para todas as classes. A taxa de P&D interno, na maior parte dos setores também apresentou uma diminuição na quantidade de empresas que investiram na comparação entre 2011 e 2014, exceto para a Fabricação de produtos farmoquímicos que apresentou uma melhora.

Os dados confirmam que o setor industrial da saúde encontra dificuldades em estimular o processo de inovação. O CEIS deve ressaltar “a relação entre inovações, estruturas produtivas e serviços de saúde, cuja interdependência na evolução dos paradigmas e trajetórias tecnológicas aponta para o caráter sistêmico deste Complexo Produtivo” (Gadelha, 2003). O incentivo à estrutura produtiva e os estímulos às inovações em atividades industriais são elementos fundamentais ao desenvolvimento do setor da saúde no Brasil.

Em suma, toda a cadeia produtiva do setor de saúde nacional mostra a dependência externa a que está submetido, revelando sua fragilidade tecnológica. Apesar de o incentivo ocorrido nos últimos anos no campo da saúde, a inversão desta fragilidade depende de políticas específicas voltada para a base industrial da saúde e do crescimento econômico como um todo.

5. Conclusões

O artigo mostra a estrutura, a importância e a fragilidade tecnológica do Complexo Econômico-Industrial da Saúde (CEIS) no Brasil, cuja base produtiva depende do conhecimento tanto na área da saúde como dos desenvolvimentos tecnológicos de ponta. A estrutura industrial desse Complexo apresenta maioria de empresas de grande e médio porte, indicando que há pouco estímulo a empresas pequenas. Observou-se a predominância de média e alta escolaridade de seus empregados, visto que, em geral, o tipo de trabalho requer

uma qualificação específica, porém, a maior parte das remunerações estão nas faixas média e baixa.

O déficit da balança comercial do CEIS revela uma dependência e vulnerabilidade dos insumos importados. A importação produtos industriais do setor de saúde faz com que a oferta de serviços fique vulnerável à disponibilidade externa, dependente do desempenho das economias exportadoras e das variações cambiais. A baixa capacidade de inovação do setor é evidenciada nos déficits do comércio externo, bem como nas pesquisas sobre inovação das empresas brasileiras, evidenciando a fragilidade tecnológica do complexo industrial da saúde brasileiro.

O maior entrave ao desenvolvimento do CEIS é articular e promover políticas nas quais integrem as forças sociais, econômicas e o aparato institucional. Assim, as políticas a ele direcionadas precisam estimular novos mecanismos de modo a promover complexo adequadamente quanto ao seu potencial frente ao sistema de saúde brasileiro, a partir das estruturas de arranjos sustentáveis, considerando-se a necessidade de integração dos papéis e dos agentes das diversas esferas de governo. Um marco regulatório que vise desestimular as importações e que, ao mesmo tempo, permita às empresas brasileiras, mesmo que subsidiárias de transnacionais, a se tornarem mais competitivas no cenário internacional é fundamental para que o país consiga estimular o crescimento econômico em setores tecnologicamente dinâmicos e reduzir o custo dos fármacos e equipamentos de diagnóstico para melhor atender à população.

Essa pesquisa também aponta as potencialidades do setor de saúde quanto à análise de sistemas de inovação. Para que o Brasil alcance um lugar de destaque quanto ao seu sistema de saúde, seria necessário que a política setorial não se distanciasse das políticas sociais, para que o fortalecimento do seu sistema de inovação levasse esse arcabouço para uma abordagem nacional, não favorecendo apenas as regiões mais desenvolvidas. Somente a partir de um ambiente de produção e inovação planejado por meio de estratégias e políticas para o desenvolvimento do CEIS é que o Brasil poderia atingir uma redução de importações e um desenvolvimento industrial amparado no setor.

O Estado, enquanto maior demandante do setor de saúde e maior financiador da inovação no país, tem ao seu alcance uma das vias possíveis para o país endogeneizar seu crescimento e, ao mesmo tempo, oferecer serviços de saúde em quantidade e qualidade para a população: o estímulo ainda maior ao arcabouço institucional do CEIS para atrair investimentos para geração de conhecimento e inovação em saúde, como também aprimorar as relações estabelecidas entre os diversos atores.

6. Referências⁵

- Costa, L. S. (2013). *Análise da dinâmica de geração de inovação em saúde: a perspectiva dos serviços e do território*. (Tese de doutorado, Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz, Rio de Janeiro). Recuperado de: <http://docplayer.com.br/19190997-Analise-da-dinamica-de-geracao-de-inovacao-em-saude-a-perspectiva-dos-servicos-e-do-territorio-por-lais-silveira-costa.html>.
- Costa, LS., et al. (2013). Análise do subsistema de serviços em saúde na dinâmica do complexo econômico-industrial da saúde. In Fundação Oswaldo Cruz. *A saúde no Brasil em 2030 - prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro: desenvolvimento produtivo e complexo da saúde* [online] (pp. 121-159). Recuperado de: <http://books.scielo.org/id/scfy6/pdf/noronha-9788581100197-06.pdf>.
- Gadelha, C. A. G. (coord.) (2012). *A dinâmica do sistema produtivo da saúde: inovação e complexo econômico-*

⁵ De acordo com o estilo APA (American Psychological Association).

- industrial [online]. doi:10.7476/9788575415931.
- Gadelha, C. A. G. (2003). O complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 8(2), 521-535. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232003000200015.
- Gadelha, C. A. G., Temporão, J. G. (2018). Desenvolvimento, Inovação e Saúde: a perspectiva teórica e política do Complexo Econômico-Industrial da Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23(6), 1891-1902. doi: 10.1590/1413- 81232018236.06482018.
- Garcia, A. (2016). O déficit comercial da saúde. *Carta de Conjuntura FEE*, 25(12), 5-6. Recuperado de: <http://carta.fee.tche.br/article/o-deficit-comercial-da-saude/>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2017). *Conta-satélite de saúde: Brasil: 2010-2015* [versão online]. Recuperado de: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000024513312112015334910973600.pdf>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. (2019). Comissão Nacional de Classificação – CONCLA. Classificação Nacional de Atividades Econômicas, versão 2.0. Recuperado de: <https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/classificacao-nacional-de-atividades-economicas.html>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2013). *Pintec Pesquisa de Inovação - 2011*. Recuperado de: http://www.pintec.ibge.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=27&Itemid=43.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2015). *Pintec Pesquisa de Inovação - 2014*. Recuperado de: http://www.pintec.ibge.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=30&Itemid=46.
- Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (2019). *COMEX STAT*. Recuperado de: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>.
- Ministério do Trabalho e Emprego [TEM]. *Relação Anual de Informações Sociais - RAIS*. Recuperado de: <http://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf>.
- Moreti, D. M., Uziel, D., Rozenta, R. (2017). Inovação em produtos para saúde: uma experiência na visão do empreendedor. In Brasil/Ministério da Saúde. *Avanços e desafios no complexo industrial em produtos para a saúde* [online] (pp. 151-163). Recuperado de: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/avancos_desafios_complexo_industrial_produtos_saude.pdf.
- Tatsch, A. L. (2012). O arranjo produtivo e inovativo de Porto Alegre voltado aos tratamentos cardiovasculares e oncológicos. Relatório de pesquisa, Saúde e inovação: territorialização do complexo econômico-industrial da saúde. Recuperado de: http://www.redesist.ie.ufrj.br/images/projeto_saude/textos/Estados_Rio_Grande_do_Sul.pdf.
- Xu, K. (2018). Public spending on health: a closer look at global trends. WHO/HIS/HGF/HFWorkingPaper/18.3. World Health Organization. . Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276728/WHO-HIS-HGF-HF-WorkingPaper-18.3-eng.pdf?ua=1>.

Medicamentos biossimilares: da regulação à promoção do desenvolvimento tecnológico e inovativo pela ANVISA

Catia Favale

Auditora e consultora e Universidade Federal do ABC – UFABC, Mestranda no Programa de Biotecnociência, Brasil
catia.favale@ufabc.edu.br

Anapátricia Morales Vilha

Universidade Federal do ABC – UFABC, Profª. Dra. de Pós-Graduação de Economia, Biotecnociência e Ciências Humanas e Sociais, Brasil
anapatriicia.vilha@ufabc.edu.br

Katia Nachiluk

Instituto de Economia Agrícola (IEA/APTA/SAA), Pesquisador Científico
e Universidade Federal do ABC – UFABC, Mestranda no Programa de Biotecnociência, Brasil
n.katia@ufabc.edu.br

Catarina Cano

SENAI Aprendizagem Industrial, Professora do Ensino Superior e Universidade Federal do ABC – UFABC, Mestranda no Programa de Biotecnociência, Brasil
catarina.cano@ufabc.edu.br

Carlos Antonio Medeiros Gambôa

Universidade Federal do ABC – UFABC, Mestrando no Programa de Ciências Humanas e Sociais, Brasil
carlos.gamboa@ufabc.edu.br

Resumo

A questão que norteou este estudo é a compreensão do papel da agência reguladora brasileira, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como promotora do desenvolvimento tecnológico e da inovação para além da sua principal atividade como agente regulador. O desenvolvimento econômico está atrelado ao desenvolvimento social, são elementos que sinalizam a necessidade do Estado neste estudo caracterizado pela agência reguladora ANVISA. Foi escolhido o recorte para medicamentos biossimilares por sua característica tecnológica, interesse econômico e social. Uma contextualização sobre a nova configuração de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das indústrias farmacêuticas, em razão das novas tecnologias e da própria concepção de um medicamento biológico tem atribuído uma nova dinâmica e importância a seus diferentes atores, como as agências reguladoras. Na revisão bibliográfica foi usado o modelo evolucionário proposto por Keynes balizado na Teoria da Captura e nas concepções do Estado Empreendedor. Como fonte de dados secundários os dados de gestão divulgados pela própria ANVISA, artigos sobre Biossimilares e os caminhos regulatórios usados em outros países. Por fim, foram coletados dados primários, resultado de entrevistas com ex-servidores da ANVISA. Três eixos de análise foram criados para conectar dados e avaliar resultados e compreendem: o Estado regulador e seu posicionamento sob a perspectiva da Teoria da Captura; o Estado promotor do desenvolvimento tecnológico e da inovação; e requerimentos regulatórios, tecnológicos dos medicamentos biossimilares e o potencial de atuação da ANVISA. Os resultados demonstram que a ANVISA exerce, de forma indireta, o papel de promotora do desenvolvimento tecnológico e da inovação, o que pode ser compreendido como estímulo ao P&D.

Palavras-chave

Biossimilares, ANVISA, inovação, P&D

Abstract

The issue that guided this study is the understanding of the role of the Brazilian regulatory agency, National Agency of Sanitary Surveillance (ANVISA), as a promoter of technological development and innovation, in addition to its main activity as a regulatory agent. Economic development has been linked to social development, are elements that point the need of the State represented in this study by the regulatory agency ANVISA. The cut for biosimilar drugs was chosen because of its technological characteristic, economic and social interest. A contextualization of the new R & D configuration of the pharmaceutical industries due to new technologies and the very design of a biological medicine has given new dynamics and importance to its different actors, such as regulatory agencies. In the bibliographic review, the evolutionary model proposed by Keynes was used, framed in the Theory of Capture and in the conceptions of the Entrepreneurial State. As a source of secondary data, the management data published by ANVISA itself, articles on biosimilars and the regulatory paths used in other countries. Finally, primary data were collected, resulting from interviews with former ANVISA servers. Three axes of analysis were created to connect data and evaluate results and include: the regulatory state and its positioning from the perspective of the Capture Theory; the State promoting technological development and innovation; and regulatory, technological requirements of biosimilar drugs and the potential for ANVISA performance. The results demonstrate that ANVISA exerts, indirectly, the role of promoter of technological development and innovation, which can be understood as a stimulus to R & D.

Keywords

Biosimilars, ANVISA, innovation, R&D

1. Introdução

O mercado farmacêutico tem destacada relevância nas economias pela sua robustez e importância nas sociedades. Com os avanços tecnológicos das últimas décadas o segmento farmacêutico tem vivido novos e constantes desafios, a pesquisa baseada em ciência continua avançando rapidamente sustentada pelo extraordinário desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação. Nessa cadeia produtiva é importante destacar a posição da indústria farmacêutica que nos países mais desenvolvidos é bastante estruturada organizacionalmente, especialmente em P&DI. No Brasil, a importância estratégica e econômica da indústria farmacêutica é reforçada pelos desafios e complexidades da saúde no país. Após a queda das patentes, desenvolvem-se os biossimilares – que são comparáveis aos biológicos originais em eficácia e segurança terapêutica, com um importante atributo, que é o aumento da acessibilidade ao paciente, dada a redução de custos envolvidos no processo de desenvolvimento do medicamento.

A compreensão da complexidade do tema dos Biossimilares, ainda com muitas perguntas sem respostas justifica o interesse dessa pesquisa e converge com o interesse em compreender os mecanismos da promoção do desenvolvimento tecnológico e inovativo que conversa com a agenda proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU) na promoção do desenvolvimento sustentável. Entender o papel dos agentes reguladores, o contexto econômico, como se organizam esforços de P&D e inovação nas empresas requerem

abordagem interdisciplinar e contribuição de autores de diferentes áreas do conhecimento como Administração, Economia da Tecnologia, Negócios Tecnológicos e Biologia. De forma complementar, a pesquisa examina trabalhos setoriais de panorama do setor farmacêutico que marca as principais características e perspectivas do setor.

Estudos demonstram que a indústria farmacêutica brasileira de capital privado ainda não se apropriou do sentido completo de inovação, apesar dos melhores resultados, reconhecidamente demonstrados por esse segmento industrial nas últimas décadas, especialmente no que se refere à Inovação Incremental (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2017; REIS et al., 2017; DE NEGRI, 2018; RAUEN, 2017).

A indústria farmacêutica brasileira é reconhecida como uma indústria implementadora de tecnologia comprada apesar do recente movimento em direção à inovação desde os medicamentos genéricos. As empresas aceleraram o aprendizado em processos industriais, gerenciamento da qualidade e distribuição, através do “aprender fazendo” (TIGRE et al., 2016; DE NEGRI et al., 2017, REIS et al., 2017).

A questão desse estudo é investigar: O quanto a ANVISA contribui, para além do seu papel de ente regulador, na promoção do desenvolvimento tecnológico e inovativo em biossimilares.

O estudo é qualitativo, de caráter exploratório, se propõe a aprofundar a compreensão da relação da ANVISA atuando não somente como agente regulador, mas a partir dessa posição como promotor ainda que indireto do desenvolvimento tecnológico e da inovação, na classe dos medicamentos Biossimilares. Para tanto foi realizada revisão bibliográfica a partir da Teoria Econômica da Captura e do Estado Empreendedor, pesquisas em artigos científicos, assim como levantamento de dados secundários em pesquisas setoriais do setor farmacêutico e primários através de entrevistas com ex-servidores da ANVISA.

É possível afirmar que a gestão estratégica da ANVISA tem favorecido, ao longo dos anos, que as farmacêuticas no Brasil se inclinem em direção à novas tecnologias e inovação para que seus produtos atendam as normas regulatórias, atualmente e em sua maioria, harmonizadas com a regulação internacional.

2. Revisão da literatura

Esta seção abordará concepções do Estado enquanto agente regulador e seu posicionamento a partir da perspectiva da Teoria da captura do regulador. Em seguida, procedeu-se uma discussão sobre o Estado enquanto promotor do desenvolvimento tecnológico e da inovação aos agentes econômicos nos mercados. Finalmente, descreve panoramicamente a ação da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA).

- Estado regulador e seu posicionamento sob a perspectiva da Teoria da Captura

O ponto de partida do debate acerca do papel das agências reguladoras como entes de intervenção dos agentes econômicos nos mercados decorre da construção de base interpretativa do economista John Keynes, ao evidenciar que o capitalismo não possui forças internas suficientes para gerar processos de estabilidade de atuação dos mercados, em que pese o reconhecimento das bases teóricas clássicas da concorrência perfeita e lucratividade pelas empresas e da utilidade pelos consumidores, flexibilizando preços, salários e taxas de juros (DONÁRIO E SANTOS, 2016).

O debate sobre o papel da regulação nos mercados ganhou maior relevância a partir dos anos 1990, com a intensificação do fenômeno das privatizações de estruturas empresariais, reposicionando a intervenção do Estado no contexto institucional. Diante desse

cenário, a função do Estado – enquanto agente direto de desenvolvimento e exploração de serviços providos por ele se altera, adicionando uma função que alcança o âmbito normativo e fiscalizatório sobre o setor privado em sua atuação no mercado.

Nos domínios de ação do chamado Estado Regulador, considera-se as funções de planejamento, regulação e fiscalização. A regulação em questão caracteriza-se, pois, na feição da intervenção estatal sobre a economia, não se limitando à sua forma direta (enquanto Estado agente), mas também mediante coordenação e disciplina da atividade econômica, corrigindo e alterando meios e formas de atuação dos agentes econômicos no mercado (Melo, 2010). Essa perspectiva de ação do Estado, dialoga com Fiani (1998) que sinaliza para o fato de que o Estado interfere no mercado, limitando a liberdade dos agentes econômicos em seus processos de tomada de decisão, com suas ações de regulação (Fiani, 1998).

Nas observações de Fiani (1998), a regulação iniciou-se basicamente para coibir o aparecimento de monopólios naturais. O papel do Estado como regulador seria “discriminar custos e arbitrar uma taxa de retorno adequada à sobrevivência da firma monopolista, minimizando suas possibilidades de extração de renda econômica” (FIANI, 1998, pg. 12).

De acordo com estudo produzido pela OCDE (1995) sobre a melhoria da função dos governos enquanto agentes reguladores, preconiza-se que a regulação econômica dos mercados deve ser revestida dos condicionantes:

- Apresentar base empírica e legal consistente.
- Gerar benefícios que superem a geração intrínseca de seus custos, tendo em vista seus efeitos econômicos, ambientais e sociais.
- Promover incentivos à atuação do mercado.
- Operar levando em conta os princípios da concorrência, comércio e investimentos produtivos.

Tomando por base de análise os princípios regulatórios de ação dos governos, o conflito de interesse se manifesta como uma variável de destaque a ser examinada, qual seja: entre concessionários, consumidores e os interesses políticos do Estado (MELO, 2010). É nessa seara que o papel das agências reguladoras torna-se crucial, face à necessidade de harmonizar e solucionar conflitos, consignando o entendimento sobre o comportamento do Estado diante da Teoria da captura do regulador, que repousa, entre outros estudos, na referência aos trabalhos do economista George Stigler (1971).

A busca pela harmonização dos conflitos presentes na ação da regulação econômica produzida pelo Estado torna-se o cerne das bases da chamada Teoria da Captura, que ganha destaque no Brasil na razão da intensidade de ação das agências reguladoras no país, com o intuito de oferecer suficiência na moderação entre poder público político, a sociedade e as forças dos mercados.

Este trabalho assume como elo interpretativo os estudos da economia evolucionária postulados por Nelson e Winter (2005) cuja percepção de atuação dos mercado repousa sobre um funcionamento concorrencial imperfeito¹, oferecendo uma assimetria que induz ao Estado uma atuação que permita acompanhar e intervir sobre a adoção de preços e comportamentos que possam provocar distorções nas ações dos agentes econômicos em um determinado setor econômico.

¹ Ver NELSON, R. e WINTER, S. Uma teoria evolucionária da mudança econômica. Editora da Unicamp: Campinas/SP, 2005.

Sob esse cenário a Teoria da Captura estabelece a ação dos organismos regulatórios próxima dos agentes regulados, intensificando a interferência de interesses particulares sobre a qualidade das decisões públicas da regulação. Para Hernández (2012) o fenômeno da captura das agências reguladoras consiste na situação pela qual a agência reguladora passar a servir de instrumento para viabilizar e a consecução de interesses privados dos segmentos regulados.

Por outro lado, Melo (2010) pondera que as agências reguladoras percorrem um ciclo vital de atuação, com distintas implicações. Em outra via de análise, se diminuir o interesse público e político sobre a regulação, o regulador se reveste de vulnerabilidade e fica mais exposto à captura dos interesses privados dos mercados regulados.

2.1 Estado promotor do desenvolvimento tecnológico e da inovação

Iniciamos essa seção ressaltando a crescente complexidade dos problemas científicos, tecnológicos e inovativos na atualidade, ou seja, inovação cada vez mais depende da geração de conhecimentos científicos e tecnológicos (Fuck e Vilha, 2011). Esse pressuposto dialoga com o trabalho de Stokes (2005), ao afirmar que precisamos de uma visão mais realista da relação entre a ciência e a inovação tecnológica, para estruturar políticas de CT&I que dêem conta dos arranjos institucionais voltados à inovação estabelecidos na atualidade.

A economista Mariana Mazzucato em seu livro *O Estado Empreendedor* (2014) baseia seus estudos sobre o funcionamento dos sistemas de ciência, tecnologia e inovação e destaca o fato de que o setor privado tem sido superdimensionado nas atividades centrais de desenvolvimento científico e tecnológico em diversos países. Nesse sentido, Mazzucato (2014) ressalta a importância do protagonismo do Estado como um agente cuja função deva ir muito além de minimizar falhas de mercado, sendo, em suas atribuições, um Estado “direcionado, proativo, empreendedor, capaz de assumir os riscos e criar um sistema altamente articulado que aproveita o melhor do setor privado para o bem nacional” (Mazzucato, 2014, pg. 48).

Setores como o da saúde e o ambiental recebem mais atenção dos atos reguladores e influenciam o desenvolvimento tecnológico, o interesse social, a segurança e eficiência dos produtos produzidos pelos agentes econômicos nos mercados. Rauen (2017) revela que os atos reguladores ativos e promotores do desenvolvimento tecnológico são comuns em Estados modernos, cujos processos passaram a ter relevância na atividade econômica. No Brasil esse fenômeno combina com o movimento da reforma do Estado, que permitiu a criação de diversas agências reguladoras, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), Agência Nacional do Petróleo (ANP) e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

As políticas pelo lado da demanda são usadas para induzir o aumento dos investimentos privados em P&D, difusão tecnológica e abandono de tecnologias ultrapassadas, muitas vezes até prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, mas que ainda estão presentes no país (MACEDO, 2017). Particularmente examinando o caso brasileiro, Rauen (2017) aponta a incidência de dois mecanismos políticos que atuam pelo lado da demanda e que compreendem a introdução e difusão de inovações e o desenvolvimento tecnológico.

No caso do suporte direto para inovações, reúnem-se aqui os subsídios e incentivos tributários que tem por objetivo reduzir os custos de entrada de agentes econômicos nos mercados. Para o apoio indireto, lançam-se medidas de sensibilização e capacitação do mercado para se lançar em novos projetos de desenvolvimento tecnológico. Finalmente, na

regulação da demanda ou da interface usuário-produtor, é possível apontar entre as ações a definição de normas, avaliação e conformidade, programas de etiquetagem ou de desempenho dos produtos.

Xavier e Maloney (2017) discutem como os governos podem ampliar sua capacidade de apoio no desenvolvimento de competências de inovação dos agentes econômicos dos mercados sob um contexto regulatório. Em alguma medida, isso implica ponderar sobre o dilema das políticas de inovação em países em desenvolvimento e que reside na necessidade premente de resolver a multiplicidade das falhas de mercado, combinada com a necessidade dos governos em projetar, implementar e coordenar políticas de inovação à luz das falhas de mercado.

De forma sistematizada, Xavier e Maloney (2017) indicam um conjunto de dimensões-chave a serem ponderados no âmbito do governo para refletir o desenvolvimento de políticas de inovação, entre elas:

- Detecção de uma falha de mercado ou sistema a ser resolvido.
- Avaliação de beneficiários a serem alcançados e resultados mensuráveis.
- Integralidade com as demais iniciativas presentes na agenda das políticas de Estado.
- Significação da medida levando em conta o contexto do país onde se insere a demanda por uma ação do Estado.
- Avaliação dos pontos fortes relativos dos agentes econômicos e do Estado.
- Construção de um modelo integrador da teoria, problemas concretos e resultados.
- Métodos de acompanhamento e avaliação

2.2 Panorama de ação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)

No Brasil um movimento para organizar o setor de saúde brasileiro começou a tomar forma seguindo o processo de democratização iniciado na década de 1980. A criação da ANVISA em 1999 complementou uma série de ações neste âmbito. A ANVISA é uma agência reguladora governamental caracterizada por sua independência administrativa, autonomia financeira e na

posse de seus diretores. Na estrutura administrativa pública federal, a ANVISA está vinculada ao Ministério da Saúde, com quem é assinado contrato de gestão periódica. (ANVISA, 2018).

O principal objetivo da ANVISA é proteger e promover a saúde pública, exercendo vigilância sanitária sobre produtos e serviços, incluindo processos, ingredientes e tecnologias que representem riscos para a saúde. Compõe o SUS (Sistema Único de Saúde) e controla as atividades de vigilância sanitária. Tem como missão

“Ser uma instituição promotora de saúde, cidadania e desenvolvimento, que atua de forma ágil, eficiente e transparente, consolidando-se como protagonista no campo da regulação e do controle sanitário, nacional e internacionalmente.” (ANVISA, 2018)

A ANVISA operou uma grande mudança na maneira como as regulamentações de saúde eram tratadas no Brasil. Velhos hábitos tiveram que ser mudados, e todos os atores envolvidos (liderança pública e servidores, mercado, empresas e sociedade) foram forçados a se adaptar a um novo conjunto de regras e procedimentos aplicáveis aos cuidados de saúde. O desenvolvimento de todo o arcabouço regulatório foi iniciado por meio de um processo formal de consultas públicas e audiências, onde foram convidados os atores para organizar,

participar e discutir as posições e o conteúdo de qualquer nova proposta que se tornaria, após um longo processo de discussão, instrumento de regulação.

Do programa para estabelecimento de um conjunto de Boas Práticas Regulatórias, promovido pela Agência desde 2008 à apresentação de seu primeiro planejamento estratégico em 2009 a agência demonstra uma tentativa de melhorar sua atuação e governança. Um dos resultados obtidos a partir dessas ações é o destaque internacional da Organização Pan-Americana da Saúde, da Organização Mundial da Saúde (Opas/OMS) que concedeu nota máxima à atuação da vigilância sanitária brasileira em 2010

3. Procedimentos e métodos utilizados na pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como exploratória de natureza qualitativa e estabeleceu fontes combinadas de procedimentos para investigar como a ANVISA se posiciona como ente regulatório representando o Estado, combinando competências associadas como vetor de promoção de desenvolvimento tecnológico e inovativo entre os agentes econômicos regulados, especialmente para tratar o desafio de disciplinar o lançamento e a aprovação da produção de novos medicamentos biológicos, com recorte aos biossimilares.

Para tanto, combinamos duas frentes de pesquisa para examinar o comportamento da ANVISA ante aos elementos conceituais mencionados acima, tendo como exame os medicamentos biossimilares.

A primeira frente compreendeu uma revisão bibliográfica e documental para a formação de um arcabouço teórico-analítico que permitiu discutir:

- O Estado Regulador, especialmente a partir dos pressupostos preconizados pela Teoria da Captura.
- Estado promotor do desenvolvimento tecnológico e da inovação.
- Prospectiva tecnológica e regulatória no setor de medicamentos à luz da ação da ANVISA.

Os resultados dessa revisão permitiram identificar dimensões de análise para a realização de um estudo de caso em profundidade por meio das entrevistas presenciais estruturadas no mês de abril de 2019, com profissionais especialistas na área de medicamentos, que atuaram na ANVISA no período de 2005 a 2018, figurando em cargos de coordenador, gerente e diretor na agência, nos permitindo estruturar um painel de especialistas para responder a três grandes eixos de análise subjacentes ao debate posto a este trabalho (Tabela 1).

Tabela 1: Abordagens teóricas e suas referências e dimensões de análise para a realização do estudo de caso

Abordagens teórico-analíticas investigadas	Literatura utilizada no trabalho	Dimensões de análise para a realização do estudo de caso
Estado Regulador e sua atuação à luz da Teoria da Captura.	Stigler (1971), OCDE (1995), Fiani (1998), Melo (2010).	Planejamento, coordenação e fiscalização e disciplina dos agentes econômicos no mercado em um setor econômico. Construção de base empírica e legal consistente aos agentes regulados. Geração de benefícios que superem a geração intrínseca de seus custos. Promoção de incentivos para a atuação dos agentes econômicos nos mercados, levando em conta os princípios da concorrência, comércio e investimentos produtivos.
Estado promotor do desenvolvimento tecnológico e inovação	Mazucatto (2014), Macedo (2017), Rauén (2017), Xavier e Maloney (2017)	Mecanismos para auxílio na introdução e difusão de inovações. Mecanismos para auxílio ao desenvolvimento tecnológico. Desenvolvimento de um plano desenvolvimento de políticas de inovação sob contexto regulatório.
Prospectiva tecnológica e regulatória no setor de medicamentos	(Fuck e Vilha, 2011), Mazzucato (2014), Anvisa (2018), Interfarma (2018), Sindusfarma (2018)	Potencial de mercado e requerimentos regulatórios, tecnológicos.

Fonte: Autoria própria (2019).

Aos entrevistados foi perguntado sobre os esforços para adesão da ANVISA como membro da Conferencia Internacional para Harmonização de requerimentos para registro de medicamentos para uso humano (ICH) relacionado a um movimento institucional de apoio à inovação e ao desenvolvimento tecnológico. Outra questão focou o quanto as demandas bem estruturadas do

setor regulado poderiam ser mais relevantes que os direcionamentos da harmonização internacional. E por fim, uma última pergunta investigou se nas atividades da ANVISA para biossimilares se pode reconhecer que as notas técnicas expressam num instrumento do papel da agência como promotor da inovação, a exemplo do que aconteceu com os medicamentos genéricos no passado e na medida de que não torna estática uma diretriz da agência tornando o arcabouço regulatório mais flexível acompanhando o desenvolvimento inovativo e tecnológico.

Os resultados dessas entrevistas foram complementados por materiais institucionais da ANVISA, além de estudos setoriais que abordam de forma complementar como o desenvolvimento de medicamentos biomimilares tende a ser posicionados a partir dos seguintes eixos de análise:

- A ANVISA como um vetor da ação do Estado regulador.
- A ANVISA como um vetor do Estado como promotor do desenvolvimento tecnológico e inovação.
 - Medicamentos biossimilares: requerimentos regulatórios, tecnológicos o potencial de atu(ação) da ANVISA.

4. Resultados do estudo

Considerando os elementos estudados e as contribuições da pesquisa de campo percebe-se a ação da ANVISA como agente que excede sua posição de regulador para promotor, ainda que indireto da tecnologia e inovação na indústria farmacêutica na medida em que atua “capacitando” as farmacêuticas a fabricarem produtos alinhados a exigências regulatórias internacionais. Pela perspectiva dos biossimilares, essa é uma característica ainda mais importante pelas próprias características dessa classe de medicamentos. Além do alinhamento com agências internacionais, a ANVISA tem usado instrumentos regulatórios como as notas técnicas que conferem mais agilidade na tomada de decisão.

4.1 A ANVISA como um vetor da ação do Estado regulador

O Brasil é um dos maiores e mais atrativos mercados mundiais para a indústria farmacêutica multinacional. O país ocupa a 6ª posição no mercado global de medicamentos, e em função dos avanços espera-se que em 2022 ocupe o 5ª lugar no ranking mundial (INTERFARMA, 2018).

A nova era da biotecnologia ressurgiu nas últimas décadas trazendo novos conceitos e desafios importantes aos atores e todo o sistema de saúde, dentro e fora do Brasil. É importante ressaltar o interesse do forte oligopólio da indústria farmacêutica mundial no expressivo mercado brasileiro, além de todas as outras adjacências ao negócio farmacêutico como as empresas de pesquisa clínica, as empresas de serviços de saúde, entre outras.

Assim, na dimensão regulatória para os biológicos, a ANVISA inicia sua participação com a RDC 55/2010. Esta resolução da diretoria colegiada pode ser considerada como instrumento balizador para o tema, tem efeito explicativo bastante superficial e abarca todo o tipo de biológicos, de maior e menor complexidade. A partir desse instrumento a agência inicia uma revisão de posicionamentos através de notas técnicas e de esclarecimento ao setor produtivo, profissionais e à sociedade.

O status da ANVISA como membro do ICH confirma a premissa que é importante para o país estar alinhado à harmonização regulatória internacional. Isso implica que os medicamentos autorizados pela agência brasileira podem ser competitivos, pela perspectiva regulatória, em mercados internacionais. Nesse contexto é possível afirmar que a teoria do Estado Regulador, sob a luz da Teoria da Captura confirma o que é observado na prática. A ANVISA tem atuado desde sua criação como um planejador que coordena e fiscaliza as atividades do setor regulado. Numa perspectiva mais ampla, se percebe que a dinâmica imposta quebra a inércia do ente regulado o que se traduz num movimento em direção ao desenvolvimento tecnológico e inovação.

4.2 A ANVISA como um vetor do Estado como promotor do desenvolvimento tecnológico e inovação

Estudos recentes sobre a indústria farmacêutica nacional acerca das suas competências

para inovar demonstram que essa indústria ainda não se apropriou do sentido completo da inovação, especialmente àquela classificada como radical, ainda que melhores resultados tenham sido reconhecidamente demonstrados nas últimas décadas especialmente na inovação incremental (CGEE, 2017; REIS ET AL, 2017; DE NEGRI, 2018).

Toda a mudança se inicia com o reconhecimento das patentes (1996), um movimento mundial, e a publicação da Lei dos Medicamentos Genéricos (1999) que alteraram todo o cenário de comportamento dos agentes econômicos, de tal forma que o setor percebeu a necessidade de implementar as transformações necessárias exigidas pelas novas demandas regulatórias.

Na análise da agência como promotora do desenvolvimento cabe destacar como exemplo o papel da RDC nº 49, de 22 de setembro de 2011, que estabelece requisitos para a realização de alterações e inclusões pós-registro dos produtos biológicos, como soros e vacinas, e o que a própria ANVISA declara em seu relatório anual de 2011 acerca dessa resolução:

“A norma tem impacto direto na instalação de novas empresas no mercado e uma repercussão positiva para os usuários desses medicamentos. Trata-se, portanto, de mais uma das medidas que visa proporcionar ao país um ambiente regulatório claro para atração de empresas na área de biotecnologia.”

ANVISA atua, assim, como motivador do mercado através da disponibilização de um regramento coerente e que possibilite novos negócios para as empresas e para o país. Como sustentado na revisão teórica proposta pela visão do Estado empreendedor fica evidenciado que as normas tendem a rearranjar o ambiente para o estímulo à competição, que pressupõe a busca da inovação.

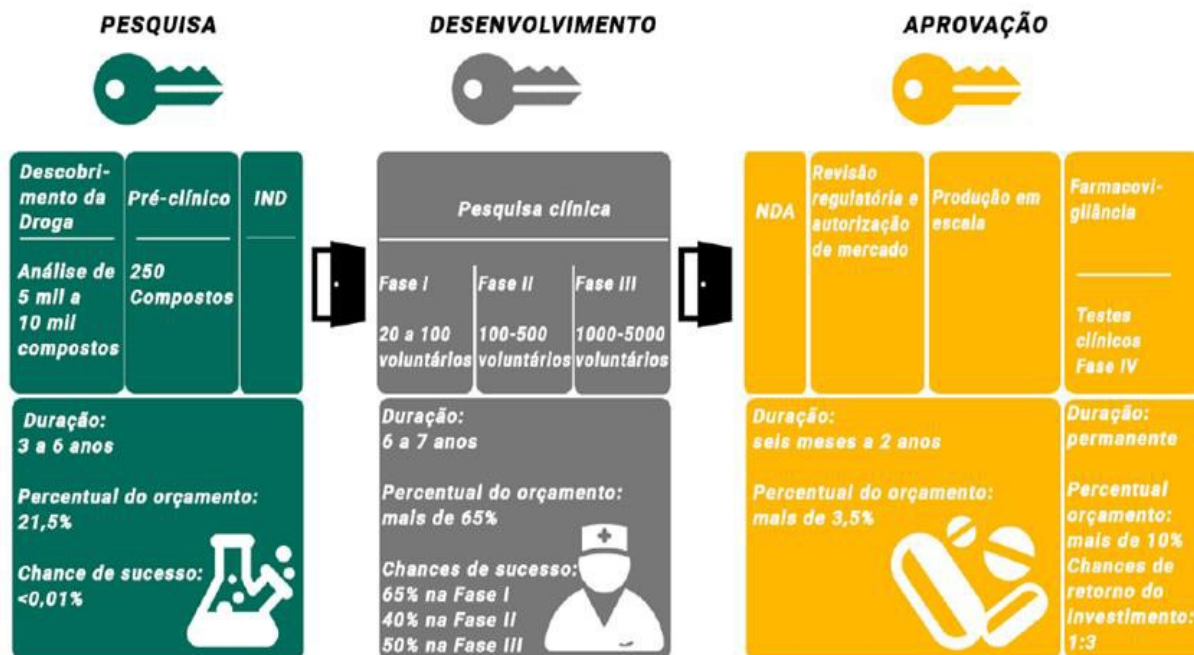
O resultado da pesquisa de campo ratifica que a ANVISA tende a seguir a harmonização internacional em detrimento das demandas trazidas pelo setor regulado, ainda que estas estejam embasadas cientificamente. Mas, e sempre que possível, as requisições do setor regulado são acolhidas também como forma de consideração às regionalidades. É provável que por este motivo, para Biossimilares, a ANVISA através da gerência geral de medicamentos, a GGMed optou por se comunicar com o setor regulado nos últimos anos por meio de orientações e notas técnicas em detrimento das Consultas Públicas e edição de Resoluções da Diretoria Colegiada (RDCs). É certo dizer, portanto que a ANVISA, por diferentes mecanismos auxilia a organização dos esforços tecnológicos e da inovação sob o contexto regulatório.

4.3 Medicamentos biossimilares: requerimentos regulatórios, tecnológicos e o potencial de atuação da ANVISA

O desenvolvimento de um novo fármaco é carregado de imprevisibilidades e requer alto investimento, complexo e repleto de especificidades. O gasto com P&D farmacêutico é cinco vezes maior que o das indústrias de defesa e aeroespacial, o que indica a importância da inovação neste segmento (IFPMA 2017).

A representação gráfica das etapas de pesquisa e desenvolvimento de um medicamento até sua aprovação e sua relação com o investimento dedicado ao projeto pode ser observado na figura 1 elaborado pelo International Federation Pharmaceutical Manufacturers and Associations (IFPMA, 2017).

Figura 1: Representação gráfica das etapas do P&D e sua relação com o investimento dedicado ao projeto



Fonte: IFPMA Facts and Figures, 2017. Extraído do Guia Interfarma 2018

Fabricar um biossimilar pressupõe produzir um medicamento altamente similar a um biológico, de forma a excluir a fase da pesquisa e dirigir esforços ao que podemos chamar a fase de desenvolvimento. A etapa de desenvolvimento em Biossimilares não pressupõe obrigatoriamente a condução de estudos clínicos, mas deve estabelecer rigorosos controles analíticos que demonstrem, pelo caminho da comparabilidade, a qualidade, eficácia e segurança entre dois medicamentos, o produzido e o eleito como de referência comparadora. Este tipo de rota regulatória é chamado de registro por comparabilidade, como descrito pela própria ANVISA (2017):

“Os produtos conhecidos internacionalmente como “biossimilares” são aqueles registrados no Brasil pela via de desenvolvimento por comparabilidade, preconizada pela RDC nº 55/2010. O desenvolvimento destes produtos inclui a realização de um exercício de comparabilidade em relação ao produto biológico comparador (produto biológico registrado com a apresentação de um dossiê completo). O objetivo principal da comparabilidade é demonstrar que não existem diferenças significativas em termos de qualidade, eficácia e segurança entre ambos os produtos”.

A agência de medicamentos europeia EMA foi a precursora das discussões e tomada de decisões no campo regulatório para medicamentos biossimilares. Posteriormente com o alinhamento do ICH Q5E tripartite os posicionamentos da agência americana FDA e a agência japonesa Pharmaceuticals and medical devices agency (PMDEA) criaram um

consenso na regulação que foi acompanhado por outros países (SCHIELSTL ET AL, 2017). Este entendimento previu que o exercício de comparabilidade é capaz de fornecer evidências analíticas de que um medicamento biológico tem atributos de qualidade altamente similares (estrutura molecular), antes e depois das mudanças do processo de fabricação, não sendo obrigatória a realização de estudos clínicos. Os testes de comparabilidade para um biossimilar, prevêem que a qualidade se realiza em três etapas distintas que incluem comparabilidade da qualidade, físico-química e biológica, comparabilidade não clínica, estudos não clínicos comparativos e comparabilidade clínica, através de estudos clínicos comparativos (OLIVEIRA E AIRES, 2016).

O grau de maturidade do tema dos biossimilares ainda é baixo mediante a série de perguntas ainda sem respostas: “Após a comprovação de biossimilaridade, ainda restam algumas questões controversas, como a extrapolação de indicações, a nomenclatura da nova medicação e a intercambialidade, todas baseadas no fato de os produtos não serem moléculas idênticas” (SCHEINBERG ET AL 2018).

As atuais políticas europeias e a dinâmica do mercado têm sido avaliadas, com o objetivo de apontar melhores práticas que podem ser aproveitadas para apoiar a sustentabilidade dessa categoria de medicamentos no longo prazo.

O terceiro eixo abordado na pesquisa de campo investigou as percepções dos respondentes sobre a relação dos biossimilares e a geração de inovação, ainda que essa seja incremental. As respostas apontaram que o processo de desenvolvimento de biossimilares ainda é tema novo e deverá resultar em sucessivos aprendizados ao longo do tempo. No entanto, é inegável que a concorrência gerada pelos biossimilares e as perspectivas de mercado que se apresentam geram estímulos à inovação.

5. Considerações finais

Os autores entendem que como contribuição acadêmica que este trabalho possibilita criar histórico e material de pesquisa acerca dos atores indiretos que podem promover o desenvolvimento tecnológico e a inovação no Brasil, como a ANVISA. Observar a dinâmica envolvida na cadeia dos medicamentos biossimilares a fim de avaliar a sustentabilidade da cadeia.

Para contribuição no campo prático é necessário transpor o entendimento do papel do regulador, a ANVISA pode ser entendido no processo de constituição de um plano estratégico e das políticas de inovação de uma organização.

O tema dos medicamentos biossimilares e a ação da ANVISA na promoção do desenvolvimento tecnológico e inovativo da indústria farmacêutica brasileira conversa com a agenda proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU) que criou em 2015 uma lista de objetivos para a promoção do desenvolvimento sustentável. O Brasil tem construído como descrito neste estudo, um histórico no desenvolvimento de biossimilares que converge com as intenções da agenda.

As considerações sobre o papel do Estado através da agência reguladora se relacionam com cada um dos objetivos proposto pela ONU para atingirmos o Desenvolvimento Sustentável. Ainda que se possa dissertar sobre as tecnologias empregadas na fabricação de um Biossimilar que refletem o esforço inovativo (também um objetivo expresso na agenda), não há sentido se este não estiver acessível a todos os cidadãos e alcance todos os territórios do planeta. Nesse contexto, o Brasil se insere como importante ator que detém competências para colaborar com a agenda 2030, realizando parte de seus objetivos através da função

principal da agência reguladora, ANVISA, na atividade reguladora, mas também de forma adjacente de promotora do desenvolvimento inovativo e sustentável.

As preocupações que moveram a criação da agenda 2030 transpassam tópicos ou questões isoladas, a proposta é que todas as coisas e ações sejam entendidas de forma inter-relacionada, só assim e de fato pode se dar o Desenvolvimento Sustentável.

6. Referências

- Associação da Indústria Farmacêutica de Pesquisa - Interfarma (2017) *Guia Interfarma 2017*. Disponível em: <https://www.interfarma.org.br/public/files/biblioteca/guia-interfarma-2017-interfarma1.pdf> . Interfarma: São Paulo. Acesso em 2 de maio de 2019.
- Associação da Indústria Farmacêutica de Pesquisa - Interfarma (2012) *Guia Interfarma 2012*. Interfarma: São Paulo. Brasil (2012). Relatório de Atividades 2011. *Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. 78 p Brasília: Anvisa.
- Brasil (2018). Relatório De Atividades 2017. *Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. 346 p Brasília: Anvisa. Brasil (2019). Relatório de Gestão 2018. *Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. 196 p Brasília: Anvisa.
- Centro De Gestão E Estudos Estratégicos – CGEE (2017). *Competências para inovar na indústria farmacêutica brasileira*. 126 p. Brasília, DF.
- De Negri, F. (2001). *Novos caminhos para a inovação no Brasil*. Secretaria de Políticas de Saúde. Política nacional de medicamentos. Brasília: Ministério da Saúde.
- De Negri, F. (2018). *Novos caminhos para a inovação no Brasil*. INTERFARMA. 159 p. Washington, DC: Wilson Center.
- Dellazari Melo, T. (2010) *A captura das agências reguladoras: uma análise do risco de ineficiência do estado regulador*. 126p. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Direito. Disponível em <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3967>. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Donário, A. A., Santos, R. B. dos (2016). *Centro de Análise Econômica de Regulação Social CARS*. Janeiro. Universidade Autônoma de Lisboa: Portugal.
- European Medicines Agency - EMA (2014). *Guideline on similar biological medicinal products containing biotechnology-derived proteins as active substance: quality issues (revision 1)* Disponível em: https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-similar-biological-medicinal-products-containing-biotechnology-derived-proteins-active_en-0.pdf London: United Kingdom
- Fiani, R. (1998). *Teoria da regulação econômica: estado atual e perspectivas futuras*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ.
- Hernández, J M L. (2012). *O fenômeno da captura e o Direito Brasileiro*. Disponível em: <https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/6978/O-fenomeno-da-captura-e-o-Direito-Brasileiro> . Acesso em: 5 de maio de 2019.
- Macedo, M. M. (2017). *Fundamentos das políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil*. In: Rauen, A. T. Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil. Ipea, Brasília.
- Mazzucato, M. (2014) *O estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs setor privado*. p. 58-108. São Paulo: Portfolio-Penguin,
- Melo, T. D. A. (2010) *Captura das agências reguladoras: uma análise do risco de ineficiência do Estado Regulador*. Dissertação de mestrado a Universidade Federal de Pernambuco.
- Minsky, H.P. (2011) *John Maynard Keynes*. Campinas, SP: Editora da Unicamp.
- Nelson, R. E, Winter, S. (2005) *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Editora da Unicamp: Campinas/SP.
- Oliveira, R. e Aires, T. (2016). *Biossimilares: Velhas Questões, Novos Desafios* . Gazeta Médica Nº3 · Vol. 3 Julho/Setembro 2016.
- Organization For Economic Cooperation And Development – OECD (1995). Recommendation of the council of the OECD on improving the quality of government regulation. 22 p . OECD: Paris.
- Rauen, A. T. (2017). *Racionalidade e primeiros resultados das políticas de inovação que atuam pelo lado da demanda no Brasil*. IN: RAUEN, A. T. Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil. Ipea, Brasília.
- Reis, C., Capanema, L. X. De L., Palmeira Filho, P. L., Pieroni, J. P., Souza, J. O. B. de &

- Silva, L. G.da (2009). *Biotecnologia para saúde humana: tecnologias, aplicações e inserção na indústria farmacêutica*, n. 29, p. 359-392, mar. BNDES Setorial, Rio de Janeiro.
- Rocha, F. N. A., Alketa P. (2011). Análise de Impacto Regulatório: uma nova ferramenta para a melhoria da regulação na Anvisa. *Revista Saúde Pública*. 45(4): 802-5.
- Scheinberg M. A., Felix P.A. O., Kos I.A., Andrade M.A. & Azevedo V.F. (2018). *Parceria para o desenvolvimento produtivo com produtos biossimilares: perspectivas de acesso a produtos biológicos no mercado brasileiro*. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082018RW417516> (3):. Einstein: São Paulo.
- Schiestl M., Zabransky, M., Sörgel, F. (2017) Ten years of biosimilars in Europe: development and evolution of the regulatory pathways. *Drug Des Devel Ther*. May 16;11:1509-1515. doi: 10.2147/DDDT.S130318.
- Schiestl, M., Stangler T., Torella, C., Cepeljnik, T., Toll, H. & Grau R. (2011). Acceptable changes in quality attributes of glycosylated biopharmaceuticals. *Nat Biotechnol.*; 29:3 10-2.
- Sindusfarma (2018). *Perfil Setorial Farmacêutico*. Disponível em: <http://sindusfarma.org.br/arquivos/Perfil-IF2018.pdf>. Acesso em 03/02/2019
- Stigler, G. (1971). The Theory of Economic Regulation. *Bell Journal of Economics*. vol. 2, issue 1, 3-21.
- Stokes, D. E. (2005) *O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*, Coleção Clássicos de Inovação, Editora da Unicamp: Campinas.
- Tigre, Paulo Bastos, Nascimento, Caio Victor Machado França do, & Costa, Laís Silveira. (2016). *Janelas de oportunidades e inovação tecnológica na indústria brasileira de medicamentos*. *Cadernos de Saúde Pública*, 32(Suppl. 2), e00103315. Epub November 03, 2016.<https://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00103315>

Transferencia tecnológica de un sistema de monitorización basado en modelos predictivos para el control óptimo de la sedación en pacientes

José Fernando Valencia Murillo
Universidad de San Buenaventura Cali, Facultad de ingeniería, Colombia
jfvalenc@ubscali.edu.co

Marino Valencia Rodríguez
Universidad de San Buenaventura Cali, Facultad de ciencias económicas, Colombia
mvalencia3@usbcali.edu.co

Santiago Villafuerte Echeverri
Universidad de San Buenaventura Cali, Facultad de ingeniería, Colombia
sve1995@hotmail.com

Daniel Alejandro Poveda Sendales
Universidad de San Buenaventura Cali, Facultad de ingeniería, Colombia
dap_88@live.com

Pedro Luis Gambús Cerrillo
Hospital CLINIC de Barcelona, Department of Anesthesia, Spain
plgambus@hospitalclinic.org

Resumen

En el presente documento se expone la evolución del sistema de monitorización PREDICTHEON® de acuerdo a los niveles de maduración tecnológica, desde la generación de la idea hasta su estado actual de desarrollo. PREDICTHEON® emplea modelos predictivos para el control óptimo de la sedación en pacientes, convirtiéndose en un sistema de apoyo en los servicios de atención en el área de anestesiología, a partir del control óptimo e individualizado de la sedación en pacientes sometidos a procedimientos de endoscopia digestiva. Metodológicamente, en el documento se utiliza un enfoque cualitativo, con estudio exploratorio y descriptivo; como técnica se emplea el estudio de caso para recolectar datos de la administración, monitorización y control de sedación y/o analgesia en procedimientos médicos mínimamente invasivos. Los niveles de madurez tecnológica de PREDICTHEON® se relacionan con las actividades de investigación, desarrollo e innovación, a saber: investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación. Los productos que se obtuvieron en cada uno de los niveles de maduración tecnológica, fueron resultado de la participación en convocatorias en España (Convocatorias FIS y programa CaixaImpulse) y en Colombia (actualmente en la Convocatoria 807 en Salud). Los resultados muestran que el desarrollo de PREDICTHEON® se encuentra en el sexto nivel de madurez tecnológica, siendo necesario escalar a los siguientes niveles. Se concluye que PREDICTHEON® ha evolucionado por los distintos niveles de madurez tecnológica, validando cada uno de ellos, lo cual es importante para certificarse como un desarrollo tecnológico.

Palabras clave

Madurez de la tecnología, modelos predictivos, monitor de sedación, transferencia tecnológica.

1. Introducción

Hoy en día la transferencia tecnológica es un aspecto clave en las instituciones y centros que realizan actividades de investigación, así como en las organizaciones dedicadas al desarrollo tecnológico, especialmente porque es lo que ha permitido el avance científico y tecnológico de la sociedad, constituyéndose en un motor para la innovación y la creación de un conocimiento sostenible (Dubickis & Gaile-Sarkane, 2015). En muchas ocasiones, se reconoce que ésta transferencia se refleja en una dificultad para efectuarse, debido a las propias características del conocimiento, donde las capacidades de los agentes involucrados son el factor clave para el éxito (Dosi, 1982; OECD, 1992; Imai & Baba, 1991; Senker, 2008; Smith & Sharif, 2007; Pitt, 2000). Así mismo, resulta conveniente para una organización gestionar estos mecanismos de transferencia tecnológica, para llevar los proyectos a niveles de desarrollo tecnológico o innovaciones, y en este sentido, el avance abarca la capacidad de implementar la tecnología apropiada (Willman, 1991).

Para lograr la transferencia tecnológica, un proyecto tecnológico debe haber alcanzado cierto nivel de desarrollo, el cual puede ser medido a través de escalas métricas. Particularmente, los niveles de maduración tecnológica son métricas sistemáticas que apoyan las evaluaciones de la madurez de una tecnología en particular, y a su vez, sirven para comparar entre los diferentes tipos de tecnología. Esta escala de maduración tecnológica viene siendo utilizada desde hace varios años, iniciando con los proyectos de la NASA, convirtiéndose en un sistema donde se pueden identificar todos los niveles de desarrollo de un proyecto tecnológico, empezando con una investigación básica (identificando nuevas tecnologías y conceptos), pasando por desarrollo de tecnologías enfocadas para una o más aplicaciones identificadas, llegando a hacer la demostración de éstas mismas antes de empezar un desarrollo completo de la aplicación y, finalmente, logrando un sistema completamente desarrollado que alcanza en su máximo nivel un lanzamiento operacional (Mankins, 1995).

El sistema de monitorización basado en modelos predictivos para el control óptimo de la sedación en pacientes PREDICTHEON®, es un desarrollo tecnológico realizado a través de la participación en convocatorias en España (Convocatorias FIS y programa Caixa Impulse) y en Colombia (actualmente en la Convocatoria 807 en Salud), en las cuales han colaborado investigadores de ambos países, incluyendo médicos anestesiólogos e ingenieros electrónicos y biomédicos. PREDICTHEON® predice en tiempo real y de forma continua el efecto sedante, analgésico y depresor respiratorio del propofol y remifentanilo en un paciente con unas características demográficas específicas, en cada momento del procedimiento de sedación- analgesia. Esta tecnología se basa en el desarrollo y aplicación de modelos poblacionales de la acción farmacológica, considerando factores de variabilidad, a través de un sistema de monitorización basado en modelos predictivos. Su aplicación está orientada, en un principio, a monitorizar el estado de los pacientes en procedimientos médicos mínimamente invasivos, tales como las exploraciones endoscópicas, las cuales son cada vez más comunes en las unidades de cirugía ambulatoria de los hospitales y/o en salas de exploración como método de diagnóstico de cáncer gástrico, de colon o colorrectal, entre otros. Sin embargo, el espectro de utilización puede ir más allá del área de endoscopia digestiva pudiendo aumentar el foco de interés hacia gabinetes de diagnóstico cardiológico o respiratorio, radiología invasiva u otros procedimientos realizados bajo sedación en quirófano. En general, con PREDICTHEON® se pretende disponer de un

sistema diseñado para incrementar y mejorar la calidad de la información proporcionada por los sistemas de infusión y monitorización.

En el presente documento se expone la evolución tecnológica del sistema de monitorización basado en modelos predictivos para el control óptimo de la sedación en pacientes (PREDICTHEON®) de acuerdo a los niveles de maduración tecnológica, desde la generación de la idea hasta su estado actual de desarrollo. El documento señala algunos de los resultados obtenidos en cada etapa, así como los diferentes actores involucrados, incluyendo las fuentes de financiación a través de convocatorias nacionales e internacionales.

2. Marco teórico

En la presente sesión se definen los conceptos de transferencia tecnológica, los niveles de maduración tecnológica, la sedación en pacientes y los sistemas de monitorización, como referente teórico del estudio.

2.1 Transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica se entiende como el avance de una tecnología desde una investigación básica, o un nivel de madurez tecnológico bajo, hasta que logra ser un producto comercial en un contexto económico y social diferente (Becerra, 2004). Por otra parte, desde el punto de vista de la gestión de empresas, la transferencia de tecnología se define como el flujo de tecnología de un lugar a otro, por ejemplo, de una organización a otra, de una universidad a una organización, o de un país a otro (Günsel, 2015).

En éste artículo se aborda la transferencia tecnológica como el proceso de desarrollo del producto PREDICTHEON®, mediante el cual se describe el sistema desde sus orígenes más básicos, hasta la tecnología que se busca transferir comercialmente al día de hoy, viendo su paso a través de los diferentes niveles de maduración tecnológicos.

2.2 Niveles de maduración tecnológica

A raíz de los niveles de maduración tecnológica o TRL por sus siglas en inglés (Technology Readiness level), se establece el marco metodológico para explicar el desarrollo de madurez por el que ha pasado el sistema PREDICTHEON®, señalando los resultados obtenidos en cada uno de ellos. En Colombia, el TRL es consecuente con las actividades asociadas a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) establecido por Colciencias. La Tabla 1 muestra la relación entre la escala TRL y las etapas de I+D+i definidas por Colciencias.

Tabla 1. Relación de TRL y etapas de I+D+i

	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
Nivel de madurez tecnológica	Observación de los principios básicos	Formulación del concepto tecnológico	Prueba experimental del concepto	Validación de la tecnología en el laboratorio	Validación de la tecnología en entorno pertinente	Demostración en el entorno pertinente	Demostración en el entorno operativo	Sistema completo y certificado	Despliegue
Actividades de I+D+i	Investigación básica		Investigación aplicada			Desarrollo tecnológico		Innovación	

Fuente: Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación N° 1602: Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2016. COLCIENCIAS, Página 12 (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias, 2016).

A continuación, se define cada uno de los niveles de maduración de la Tabla 1 según Mankins (1991):

- TRL1: Este es el "nivel" más bajo de maduración de la tecnología. En este nivel, la investigación científica comienza a traducirse en investigación aplicada y desarrollo.
- TRL2: Una vez que se observan los principios físicos básicos, en el siguiente nivel de maduración, las aplicaciones prácticas de esas características pueden ser identificadas. En este nivel, la aplicación aún es especulativa: no hay pruebas experimentales ni análisis detallados para respaldar la conjetura.
- TRL3: En este paso del proceso de maduración, se inicia la investigación y el desarrollo (I&D). Esto debe incluir estudios analíticos para establecer la tecnología en un contexto apropiado y estudios realizados en laboratorio para validar físicamente que las predicciones analíticas son correctas. Estos estudios y experimentos deberían constituir una validación de "prueba de concepto" de las aplicaciones / conceptos formulados en TRL 2.
- TRL4: Después de un exitoso trabajo de "prueba de concepto", los elementos tecnológicos básicos deben integrarse para establecer que las "piezas" trabajarán juntas para lograr el concepto de niveles de rendimiento habilitados para un componente y/o tablero. Esta validación debe diseñarse para admitir el concepto que se formuló anteriormente y también debe ser coherente con los requisitos de posibles aplicaciones del sistema. La validación tiene relativamente "baja fidelidad" en comparación con el sistema ideal.
- TRL5: En este nivel, la fidelidad del prototipo de prueba que se está ensayando tiene que aumentar significativamente. Los elementos tecnológicos básicos deben integrarse con elementos de apoyo razonablemente realistas para que las aplicaciones totales (nivel de componente, nivel de subsistema, o nivel de sistema) puedan probarse en un entorno "simulado" o algo realista. Una a varias tecnologías nuevas podrían estar involucradas en la demostración.
- TRL6: Un paso importante en el nivel de fidelidad de la demostración de la tecnología sigue a la finalización de TRL 5. En TRL 6 se obtiene un modelo o sistema prototipo representativo, que iría mucho más allá de la disposición de componentes con buena fidelidad a nivel de pruebas en un entorno relevante. En este nivel, si el único "entorno relevante" es el entorno del espacio, el modelo/prototipo debe demostrarse en el espacio. Por supuesto, la demostración debe ser exitosa para representar una verdadera TRL 6. No todas las tecnologías se someterán a una demostración de TRL 6: en este punto, el paso de maduración se debe más a la confianza de la gerencia que a los requisitos de I+D. La demostración puede representar una aplicación real del sistema, o puede que solo sea similar a la aplicación planificada, pero utilizando las mismas tecnologías. En este nivel, varias tecnologías nuevas pueden integrarse en la demostración.
- TRL7: Es un paso que requiere una configuración real de prototipos del sistema en un entorno operativo. No siempre se ha implementado en el pasado. En este caso, el prototipo debe estar cerca o en la escala del sistema operacional planificado y la demostración debe tener lugar en el entorno real. Los objetivos de conducción para alcanzar este nivel de madurez son garantizar la confianza en la gestión del desarrollo y la ingeniería del sistema (más que para los fines de la I+D tecnológica). Por lo tanto, la demostración debe ser de un prototipo de esa aplicación. No todas las

tecnologías en todos los sistemas irán a este nivel. TRL 7 normalmente solo se realizará en los casos en que la tecnología y/o la aplicación del subsistema sean de misión crítica y de riesgo relativamente alto.

- TRL8: Por definición, todas las tecnologías que se aplican en los sistemas reales pasan por TRL 8. En casi todos los casos, este nivel es el fin del verdadero 'desarrollo del sistema' para la mayoría de los elementos tecnológicos. Esto podría incluir la integración de nueva tecnología en un sistema existente.
- TRL9: Por definición, todas las tecnologías que se aplican en los sistemas reales pasan por TRL 9. En casi todos los casos, es la corrección de errores de los últimos aspectos del verdadero "desarrollo del sistema". Por ejemplo, pequeños arreglos/cambios para solucionar los problemas encontrados. Esto podría incluir la integración de nueva tecnología en un sistema existente. Este nivel no incluye la mejora planificada del producto de los sistemas en curso o reutilizables.

2.3 Sedación en pacientes

Durante un proceso quirúrgico, se administran fármacos anestésicos de gran potencial al paciente para evitar que esté consciente (Raymer, 2013) y favorecer que no sienta dolor ni presente movimiento durante el mismo, de forma que se pueda alcanzar un estado de protección frente a la agresión quirúrgica. Para alcanzar el estado de sedación, se bloquea, entre otros, el sistema reticular (Kallela, Häppölä, & Eriksson, 2014) mediante fármacos hipnóticos siendo el de uso más extendido por vía intravenosa el Propofol (Schnider, y otros, 1998). Para disminuir la percepción de dolor frente a los diferentes estímulos agresivos se emplean analgésicos opiáceos muy potentes, siendo el remifentanilo (Minto, y otros, 1997) uno de los más usados en anestesia general. Estos fármacos inciden también en puntos del cerebro como el tallo cerebral, que tiene relación con funciones homeostáticas como el control de la temperatura corporal, frecuencia respiratoria, ritmo cardíaco o presión arterial, de ahí que sea importante monitorizar el estado del paciente (Bosch, Fernández-Candil, León, & Gambús, 2017).

Actualmente el propofol y el remifentanilo son la combinación de uso más extendido en las técnicas de sedación-analgésia en la mayoría de centros. Son fármacos con un inicio de efecto muy rápido y una desaparición también rápida. Para ambos fármacos existen modelos farmacocinéticos y farmacodinámicos (PK/PD) que se han incorporado en sistemas de infusión continua controlada por ordenador, denominados Target Controlled Infusion (TCI) system, de uso muy extendido en el contexto de sedación-analgésia porque permiten ajustar rápidamente al nivel de efecto deseado.

2.4 Sistema de monitorización

En la actualidad la monitorización y control de los pacientes sometidos a sedación-analgésia es la que se emplea en anestesia general. Consiste en la monitorización de la frecuencia cardíaca, presión arterial no invasiva, saturación de oxígeno mediante pulsioximetría, capnografía o medición de frecuencia respiratoria y evaluación del grado de sedación mediante escalas categóricas. La evaluación del efecto sedante es difícil porque las escalas comúnmente empleadas, como por ejemplo la escala de Ramsay, son categóricas, subjetivas y no continuas. La señal procesada del electroencefalograma (EEG) tal y como se emplea en anestesia general es más susceptible, en el contexto de sedación, a la contaminación por movimiento del paciente

pudiendo dar mediciones poco fiables en algunos casos (Valencia, y otros, 2016). Este tipo de monitorización permite obtener información del estado actual del paciente, pero no permite determinar o predecir cómo evolucionará dicho estado en una ventana de tiempo del orden de los minutos.

3. Metodología

La investigación tiene enfoque cualitativo (Hernández sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010), con el cual se busca comprender el carácter innovador de la transferencia tecnológica de un sistema de monitorización para el control óptimo de la sedación en pacientes, resaltando aquellos resultados que tuvieron un impacto social o tecnológico y su relación con el nivel de madurez tecnológica.

Las fuentes de apoyo y consulta en el proceso de recolección y análisis de información, para la descripción y valoración del carácter innovador de la transferencia tecnológica de PREDICTHEON®, fueron: i) artículos especializados de diferentes proyectos enmarcados en las líneas de desarrollo del sistema de monitorización basado en modelos predictivos; ii) bases de datos de pruebas realizadas en entornos pertinentes que fueron registradas y debidamente guardadas; iii) fichas técnicas y manuales de usuario de las diferentes versiones de “firmwares” y “softwares” desarrollados a partir de los modelos predictivos y iv) diferentes ponencias presentadas en eventos científicos.

El alcance de la investigación fue el *estudio exploratorio*, que se implementó para examinar el carácter innovador de la transferencia tecnológica de PREDICTHEON® y el estado de madurez de la tecnología según la escala TRL. Por otro lado, el *estudio descriptivo* permitió especificar la evolución de la transferencia tecnológica de PREDICTHEON®, de acuerdo a los niveles de TRL.

La técnica de estudio de casos (Yin, 2014) fue utilizada para la recolección de los datos en el HOSPITAL CLINIC de Barcelona, sobre la administración, monitorización y control de sedación y/o analgesia en procedimientos médicos mínimamente invasivos. Se integraron los productos obtenidos en estudios previos y se relacionaron con el grado de madurez tecnológica.

4. Resultados

En ésta sesión se presentan los resultados del análisis cualitativo del estudio y la relación de los niveles de madurez tecnológica de PREDICTHEON® con las actividades de investigación, desarrollo e innovación.

4.1 Investigación básica (TRL1 y TRL2)

4.1.1 TRL1.

Los principios básicos de la idea que dan origen a PREDICTHEON® se inician a partir del evidente crecimiento a nivel mundial en los estudios que buscan determinar los requerimientos adecuados para la administración, monitorización y control de sedación y/o analgesia en procedimientos médicos mínimamente invasivos. Entre estos procedimientos médicos se encuentran las exploraciones endoscópicas, las cuales son cada vez más comunes en las unidades de cirugía ambulatoria de los hospitales y/o en salas de exploración como método de diagnóstico de cáncer gástrico, de colon o colorrectal, entre otros. Esto ha ocasionado que el empleo de sedación se ha incrementado de forma exponencial tanto en el entorno hospitalario como en áreas alejadas de

quirófano o también en centros no hospitalarios. Datos del Servicio de Anestesiología del Hospital CLINIC de Barcelona, centro de tercer nivel asistencial, indican que, por ejemplo, en la Unidad de Endoscopia Digestiva el número de procedimientos llevados a cabo bajo sedación-analgésia dirigidos por un anestesiólogo, se ha triplicado en tres años, pasando de 4000 en el año 2012 a más de 12000 en el 2014. Entre las principales razones para este incremento se encuentra la demanda directa por parte de los pacientes, ya que nadie quiere sufrir dolor o estrés, y también por parte del especialista a cargo de la prueba, entre otras razones porque si el paciente no sufre ni transmite la sensación de estrés, la exploración puede llevarse a cabo en óptimas condiciones permitiendo un mayor rendimiento diagnóstico de la exploración (Ootaki, y otros, 2012).

4.1.2 TRL2. Idea:

El grupo de investigación SPEC-M del Hospital Clinic de Barcelona (España), interesado en la monitorización del estado de sedación en los pacientes que son sometidos a procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, inicia una serie de estudios que buscaban determinar, a partir de la cantidad o volumen de fármacos infundidos al paciente, lo siguiente:

- Predecir el efecto sedante que va a producir
- Predecir el grado de depresión respiratoria
- Predecir ambos comportamientos farmacológicos de manera individualizada según edad, peso, talla, género, presencia de cierto rasgo genético de cada paciente.
- Anticipar los requerimientos farmacológicos en función de posible estímulo nociceptivo (introducción de sondas de exploración, punciones tisulares, manipulaciones)
- Predecir la velocidad de recuperación de la sedación y de la depresión respiratoria a la situación basal, en función de la dosis y duración de la administración de propofol y remifentanilo

4.2 Investigación aplicada (TRL3)

Las ideas planteadas en la etapa TRL2 son desarrolladas por principalmente por el grupo SPEC- M a través de proyectos de investigación que contaron con financiación del gobierno de España por medio de los contratos FIS PI050072 y PS09/01209. Como resultado de estos proyectos se obtuvieron modelos que permitieron:

- Definir el intervalo óptimo de sedación-analgésia basado en escalas categóricas o en medidas continuas y establecer los intervalos de concentración farmacológica asociados a una óptima sedación
- Detectar y cuantificar, empleando modelos matemáticos, los factores que contribuyen a la variabilidad en la respuesta farmacológica como por ejemplo la edad, peso o género del paciente, la presencia de estimulación nociceptiva o incluso de factores genéticos como el polimorfismo A118G en relación con la resistencia al efecto del analgésico opiáceo remifentanilo.
- Establecer la sinergia entre ambos fármacos tanto para los efectos sedantes como para la depresión respiratoria y demostrar la idoneidad de su combinación sobre el uso de cada uno por separado.
- Estimar indicadores del nivel de sedación objetivos y continuos derivados del

- procesado y análisis de la señal del electroencefalograma utilizables en tiempo real.
- Reajustar el modelo PK/PD de propofol y remifentanilo para indicadores de sedación-analgésia en vez de para anestesia general.
- Definir un modelo PK/PD de propofol y remifentanilo que permite predecir los niveles y cambios en pCO₂ transcutánea (PtcCO₂) de forma continua durante el procedimiento.

Varios de los resultados de esta fase fueron publicadas en revistas de alto impacto, tales como: Borrat, Trocóniz, & Valencia (2013), Hannam (2016), Gambús (2011), Borrat (2015), Gambús & Trocóniz (2015).

4.3 Desarrollo tecnológico (TRL4, 5 y 6 – Actual)

4.3.1 TRL4

Una vez definido los modelos de predicción, se decide desarrollar una plataforma computacional que implemente los modelos propuestos por el grupo SPEC-M, relacionados con el aporte de información sobre los efectos farmacológicos de sedación, analgesia, depresión respiratoria y capacidad de recuperación del efecto farmacológico. Esta función es realizada principalmente por el grupo LEA (Laboratorio de Electrónica Aplicada) del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de San Buenaventura, seccional Cali. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes requerimientos y funcionalidades esperadas del sistema a desarrollar: i) el sistema requerirá como “input” los datos demográficos del paciente y la información sobre la administración de fármaco y, empleando un algoritmo de cálculo basado en los modelos ya definidos, mostrará en tiempo real y de forma visual en una pantalla la información sobre los efectos terapéuticos (sedación y analgesia) e indeseables (depresión respiratoria) así como la repercusión sobre la recuperación esperada, estableciendo un sistema de alerta cuando el efecto farmacológico predicho supere unos límites predefinidos; ii) el sistema será capaz de generar predicciones individuales de sedación, respuesta en presencia de estimulación nociceptiva (reflejo nauseoso a la introducción del tubo, nocicepción), nivel de PtcCO₂ para la depresión respiratoria, y estimar cual sería el efecto en 5, 10 y 20 minutos si se mantuvieran estables las condiciones; iii) el sistema podrá calcular estimaciones del tiempo necesario para recuperación a condiciones basales de nivel de sedación, nivel de escala de Ramsay, PtcCO₂ y función cognitiva en cada momento, asumiendo que en ese instante se interrumpiera la administración de propofol y remifentanilo.

Como resultado, se diseñó en la herramienta MATLAB® la primera versión del software PREDICTHEON®, incluyendo su interfaz gráfica de usuario. Esta versión permite a PREDICTHEON® comunicarse con un sistema de infusión TCI (Target Controlled Infusion - modelo Base Primea de Fresenius-Vial), de manera que es posible hacer un primer análisis del funcionamiento de PREDICTHEON® en condiciones cercanas a lo que sería el funcionamiento en un ambiente real.

Esta etapa contó con la financiación del proyecto a través del programa CAIXA IMPULSE 2017, de Barcelona España.

4.3.2 TRL5 y TRL6

Para el escalado de la tecnología PREDICTHEON® a las escalas TRL5 y TRL6,

actualmente el proyecto está siendo financiado por la convocatoria 807 de Colciencias. En estas etapas se obtiene un desarrollo más maduro de PREDICTHEON®, donde se utilizan como lenguaje de programación Python y C, los cuales facilitan la migración de la aplicación a diferentes plataformas computacionales. También, se embebe el software en un kit de desarrollo Raspberry, demostrando la versatilidad de PREDICTHEON® como un sistema standalone. Además, como parte de una pasantía y trabajo de grado realizado en el marco de la convocatoria 770 de Colciencias del año 2018 de jóvenes investigadores, se implementó la interfaz gráfica de usuario de PREDICTHEON® en una pantalla táctil para la versión standalone, lo cual también dio origen a un taller práctico sobre el diseño de interfaces gráficas centradas en el usuario, que se celebró en la Universidad de fuerzas Armadas – ESPE en Sangolquí-Ecuador.

La validación del sistema se está realizando de dos maneras principalmente: i) utilizando individuos virtuales de idénticas características al paciente en los que se lleva a cabo la sedación; ii) realizando una validación clínica del sistema en pacientes sometidos a endoscopia digestiva. En la generación de los individuos virtuales se agregará la variabilidad interindividual definida en los modelos previamente publicados, lo cual permitirá establecer intervalos de confianza en donde se situarían con la mayor exactitud las predicciones para el paciente real. En la validación clínica, la cual será realizada en el Hospital Clinic de Barcelona, se tiene presupuestado incluir 120 pacientes sometidos a endoscopia digestiva, previa aprobación del comité de ética en investigación Clínica de dicho hospital y previa aceptación del paciente mediante consentimiento escrito. La validación clínica tendrá un diseño similar a los trabajos previos ya publicados y la dosificación se hará según el criterio clínico del anesthesiólogo a cargo del caso.

Actualmente, PREDICTHEON® dispone de una versión software para PC, una versión de aplicación móvil y una versión tipo Standalone. Entre los servicios que ofrecen éstas versión se encuentran: gráficas de las predicciones, gráficas de las velocidades del flujo de Remifentanil y Propofol en tiempo real, simulación de un procedimiento de sedación-analgésia y comunicación con el sistema de infusión TCI. Adicionalmente, el sistema cuenta con funciones para realizar anotaciones médicas y registrar el historial de la sesión de cada paciente.

5. Discusión

El proceso descrito en la anterior sección, donde se se expone la evolución de la madurez de la tecnología PREDICTHEON® a la luz de la escala TRL, evidencia que la transferencia tecnológica no es algo inmediato. Se puede decir, que la transferencia tecnológica es una interrelación de conocimientos científicos, técnicos, empíricos organizados, resultado de estudios previos de organizaciones como universidades, centros de investigación y desarrollo, empresas tecnológicas, organismos autónomos y regulatorios del estado, que juntas forman la base a partir de la innovación y la aplicación de la misma, para configurar desarrollos tecnológicos que permiten explicar un cambio técnico para identificar e incorporar todos los elementos o insumos que intervienen en éste (Cadena, Castaños, Machado, Solleiro & Waissbluth, 1986). De ahí, que los desarrollos y transferencia tecnológica presentan una estructura compleja que exige un esfuerzo en conjunto de diferentes organizaciones para alcanzar el mismo objetivo con distintos fines. Para Foster (1988) una tecnología logra un mejor desempeño a través del tiempo hasta que alcanza su límite natural. Sin embargo, en ocasiones una mala estrategia

no permite que se alcance el resultado planeado.

Actualmente, como se observa en la comparación del desarrollo de PREDICTHEON® con el nivel de maduración tecnológica, este se encuentra en el sexto nivel de madurez tecnológica, y es necesario escalar el producto al siguiente nivel de madurez por medio de validaciones en entornos pertinentes y operativos, para lo cual se realizarán procedimientos bajo sedación- analgesia en unidades de endoscopia digestiva, dirigidos por un anesthesiólogo. También, se requiere la evaluación y retroalimentación de los diferentes profesionales en el área de la anestesiología para contribuir a mejoras significativas en el producto.

A pesar de que PREDICTHEON® ha sido muy bien valorado en las convocatorias de proyectos en las que ha participado por su gran impacto social y tecnológico, para llegar a lograr una transferencia tecnológica aún debe pasar por un proceso de validación que certifique las cualidades expuestas y se pueda presentar como una innovación en la tecnología, llegando a niveles de maduración 7, 8 o 9, para demostrar su funcionamiento en un entorno operativo, ser un sistema completo y certificado, que logre el incremento y la mejora en la calidad de la información proporcionada por los sistemas de infusión y monitorización, y finalmente llegar a una etapa de despliegue comercial.

Es importante mencionar que aun estando en la etapa de desarrollo tecnológico, ya se han tenido acercamientos comerciales con diferentes empresas en Europa y Estados Unidos, las cuales han mostrado un gran interés en la transferencia tecnológica de PREDICTHEON®.

6. Conclusiones

En este trabajo se expone el proceso recorrido por la tecnología PREDICTHEON®, en cuanto a su evolución por los distintos estados de madurez de la tecnología según la escala TRL, iniciando con la generación del concepto o idea hasta su estado actual de demostración en entornos pertinentes TRL6. Desde este punto de vista, PREDICTHEON® es un ejemplo de madurez y transferencia de tecnología, en donde se evidencia la importancia de cada una de las etapas de desarrollo, y de las oportunidades que el apoyo financiero de las convocatorias de investigación ofrece a este tipo de procesos.

7. Referencias

- Becerra, M. (2004). *La transferencia de tecnología en Japón. Conceptos y enfoques. Ciencia VII N°1*. Monterrey, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Borrat, X. (2015). Sedation-analgesia with propofol and remifentanyl: concentrations required to avoid gag reflex in upper gastrointestinal endosc. *Anesth Analg.*, 121(1):90-6.
- Borrat, X., Trocóniz, I., & Valencia, J. (2013). Modeling the influence of the A118G polymorphism in the OPRM1 gene and of noxious stimulation on the synergistic relation between propofol and remifentanyl: sedation and analgesia in endoscopic procedures. *Anesthesiology*, 118(6): 1395-407.
- Bosch, L., Fernández-Candil, J., León, A., & Gambús, P. (2017). Influencia de la anestesia general sobre el tronco encefálico. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación.*, 64(3), 157–167. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.redar.2016.09.005>
- Cadena, G., Castaños, A., Machado, F., Solleiro, & Waissbluth, M. (1986). *Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica*. México: Ediciones Gernika.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias. (Diciembre de 2016). *Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de Colciencias:

- https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/politiciadeactores- snctei.pdf
- Dosi, G. (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories. *Research Policy*, 11, 147-162.
- Dubickis, M., & Gaile-Sarkane, E. (2015). Perspectives on Innovation and Technology Transfer. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 213, 965-970.
- Foster, R. N. (1988). *Innovation: The attacker's advantage*. Summit books (January 1, 1988).
- Gambús, P., & Trocóniz, I. (2015). Pharmacokinetic-pharmacodynamic modelling in anaesthesia. *Br J Clin Pharmacol*, 79(1):72-84.
- Gambús, P., Jensen, E., & Jospin, M. (2011). Modeling the Effect of Propofol and Remifentanil Combinations for Sedation-Analgesia in Endoscopic Procedures Using an Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). *Anesth Analg*, 112(2), 331-339.
- Günsel, A. (2015). Research on effectiveness of technology transfer from a knowledge based perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 207, 777-785.
- Hannam JA, B. X. (2016). Modeling Respiratory Depression Induced by Remifentanil and Propofol during Sedation and Analgesia Using a Continuous Noninvasive Measurement of pCO₂. *J Pharmacol Exp*, 356:563-73.
- Hernández sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta edición ed.). México: McGraw Hill Educación.
- Imai, K., & Baba, Y. (1991). Systemic Innovation and Cross-Border Networks: Transcending Markets and Hierarchies to Create a New Techno-Economic System. *OECD, Technology and Productivity: The Challenges for Economic Policy*.
- Kallela, M., Häppölä, O., & Eriksson, H. (2014). Unconsciousness. *Duodecim*, 130(4), 368–382.
Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24673006>
- Mankins, J. (1995). *Technology Readiness Levels A White Paper*. Advanced Concepts Office. Office of Space Access and Technology NASA.
- Minto, C. F., Schnider, T. W., Egan, T. D., Youngs, E., Lemmens, H. J., Gambus, P. L., . . . Shafer, S. L. (1997). Influence of Age and Gender on the Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Remifentanil: I. Model Development. *Anesthesiology*, 86(1), 10- 23.
- Ootaki, C., Stevens, T., Vargo, J., You, J., Shiba, A., Foss, J., . . . Maurer, W. (2012). Does General Anesthesia Increase the Diagnostic Yield of Endoscopic Ultrasound-guided Fine Needle Aspiration of Pancreatic Masses? *Anesthesiology*, 117(5), 1044-1050.
- Organisation for Economic Co-operation and Development OECD. (1992). *Technology and the Economy: The Key Relationships*. Paris: OECD - The Technology / Economy Programme.
- Pitt, J. (2000). Thinking about technology - Foundations of the Philosophy of Technology. *New York: Seven Bridges Press*.
- Raymer, K. (2013). *Understanding Anesthesia: A Learner's Handbook* (1st ed.). Ontario, Canada: Michael G. DeGroot School of Medicine, McMaster University.
- Schnider, T., Minto, C., Gambus, P., Andresen, C., Goodale, D., Shafer, S., & Youngs, E. (1998). The Influence of Method of Administration and Covariates on the Pharmacokinetics of Propofol in Adult Volunteers. *Anesthesiology*, 88(5), 1170-1182.
- Senker, J. (2008). The Contribution of Tacit Knowledge to Innovation. *AI and Society*, 7(3), 208- 224.
- Smith, R., & Sharif, N. (2007). Understanding and acquiring technology assets for global competition. *Technovation*, 643-649.
- Valencia, J., Melia , U., Vallverdú , M., Borrat, X., Jospin, M., Jensen, E., . . . Caminal, P. (2016). Assessment of nociceptive responsiveness levels during sedation-analgesia by entropy analysis of EEG. *Entropy*, 18(3), 103.
- Willman, P. (1991). *Bureaucracy, innovation and appropriability*. London: London University, Business School.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research Design and Methods*. Los Angeles, California, Thousand Oaks, CA: Sage.

Farmacia en realidad virtual: Un aporte significativo para el aprendizaje farmacéutico

María Teresa Aguirre Fernández
Química Farmacéutica
mtaguirre1@misena.edu.co

Maria Fernanda Medina Eusse
Ingeniera Multimedia
medinae@sena.edu.co

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Antioquia Centro
de Servicios de Salud

Técnico en Servicios Farmacéuticos y Tecnología en Regencia de Farmacia, Grupo CITEISA Colombia
2019

Resumen

Teniendo en cuenta las limitaciones de tiempo, espacio, cantidad de aprendices y trámites administrativos, entre otros, en los diferentes servicios y/o establecimientos farmacéuticos físicos de la ciudad de Medellín; desde el SENA - Centro de Servicios de Salud se planteó un proyecto de innovación cuyo objetivo fue desarrollar un simulador virtual de farmacia en 3D para la práctica de procesos generales y especiales del servicio farmacéutico. Este simulador de realidad virtual pretende convertirse en un sitio de aprendizaje significativo para el mejoramiento de las competencias específicas de los aprendices de la Tecnología en Regencia de Farmacia y del Técnico en Servicios Farmacéuticos del SENA, Regional Antioquia. El funcionamiento de éste simulador requiere del uso de unas gafas de realidad virtual, las cuales ubican al aprendiz dentro de un contexto simulado, en el cual puede desempeñar funciones y actividades como si estuviera situado en un espacio real. La metodología del proyecto contempló la puesta en prueba del simulador por parte de los aprendices en cuatro de los procesos de un servicio farmacéutico: almacenamiento, recepción, selección y adquisición. Se encontró que los aprendices se desempeñan mejor en el componente práctico del simulador, mientras que, en el componente teórico presentan dificultades. Se concluye que, el simulador posibilita la realización de prácticas, a la vez que arroja datos de los resultados obtenidos por cada uno de los practicantes, los que serán analizados por los instructores del programa de formación, con el fin de generar estrategias que contribuyan al mejoramiento continuo de aprendices e instructores. Mediante la resolución de problemas reales del sector productivo, los aprendices podrán practicar y afianzar lo aprendido durante la formación.

Palabras Clave

Simulación, realidad virtual, servicio farmacéutico, educación farmacéutica.

1. Introducción

El uso de simuladores educativos se ha expandido en la en la formación universitaria con el fin de mejorar el aprendizaje de habilidades y prevenir riesgos a pacientes o clientes. Jaramillo y Marín (2017) refieren diversos estudios que muestran la implementación de estos recursos en campos como la Enfermería, Medicina, Administración, Ingeniería o la Psicología, presentando ventajas como el hecho de ser reutilizables, explorar varias perspectivas en un mismo caso, así como su fácil distribución y evaluación.

En relación con el concepto de simulación,

De acuerdo con la propuesta de diferentes autores (Berná y otros, 2002, y Villota, 2005), la simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema, que consiste en la utilización de software y hardware, para generar aplicaciones que permiten simular situaciones semejantes a la realidad. (Cabero-Almenara & Costas, 2016, p. 347)

Asociado al concepto de simulación, aparece el de realidad virtual (RV), El cual fue acuñado por Jaron Lanier en 1986, tal y como lo enuncia Arbona, García-Palacios, Baños & Quero (2007):

La RV es una tecnología que permite la creación de espacios tridimensionales por medio de un ordenador; es decir, permite la simulación de la realidad, con la gran ventaja de que se puede introducir en el ambiente virtual los elementos y eventos que se consideren útiles, según el objetivo propuesto. (p. 18)

En el contexto institucional del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), se ha hecho un gran aporte a la formación mediante el uso de simuladores educativos. Adicionalmente, se cuenta con talento humano calificado y recursos económicos para acceder a los últimos avances tecnológicos para diseñar herramientas virtuales donde se simulen ambientes reales de práctica.

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta las frecuentes limitaciones de tiempo, espacio, cantidad de aprendices, trámites administrativos, entre otros, que se presentan en los diferentes servicios y/o establecimientos farmacéuticos físicos de la ciudad de Medellín, se planteó un proyecto de innovación. El objetivo del mismo fue desarrollar un simulador de farmacia en realidad virtual 3D (Tercera Dimensión), donde los aprendices de la Tecnología en Regencia de Farmacia y Técnico en Servicios Farmacéuticos del SENA, Regional Antioquia, puedan resolver casos reales del sector productivo. Con ello, es posible demostrar y aplicar lo aprendido durante su formación, como también, convertirse en un ambiente virtual de aprendizaje para el mejoramiento de las competencias específicas de los programas.

Para llevar a cabo la ejecución de este simulador se formularon cuatro objetivos específicos:

- Estructurar información requerida para los procesos a simular.
- Elaborar el simulador virtual de farmacia.
- Validar su funcionamiento con estudiantes y docentes del programa.
- Evaluar la incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De estos objetivos, a la fecha, el primero ya fue completado y los restantes, se encuentran en fase de ejecución, y de ellos se muestran avances en este documento.

En el primer objetivo específico se contempló la recolección y selección de los contenidos necesarios sobre los procesos farmacéuticos a simular, de acuerdo con la normatividad farmacéutica vigente. Así mismo, se incorporó casos reales presentados en este sector, como valor agregado para el entrenamiento y preparación de los aprendices durante su formación.

Toda esta información se reunió en un documento de diseño, que es la entrada principal para la ejecución del segundo objetivo, que consiste en la elaboración del simulador virtual de farmacia. Para cumplir esta meta, fue necesaria la participación de personas con conocimientos en modelado 3D y en programación de aplicaciones para realidad virtual, conocimientos que

en conjunto dan como resultado un simulador funcional e interactivo.

A partir de los módulos finalizados se empieza a ejecutar el tercer objetivo específico, en el cual se verifica que el funcionamiento del simulador sea el adecuado con ayuda de los aprendices e instructores de los programas técnicos y tecnólogos del área de farmacia.

Al mismo tiempo, se ejecuta el cuarto objetivo, analizando el impacto educativo que tiene el simulador en la comunidad del SENA, a la que está dirigida este proyecto.

Este sistema se desarrolló de tal forma que, permite exportar los datos obtenidos de la aplicación del simulador, los cuales, serán gestionados por los instructores para la búsqueda de mejores técnicas de enseñanza – aprendizaje. Con la implementación de esta herramienta, se espera un mejoramiento continuo en la formación de los aprendices de la Tecnología en Regencia de Farmacia y de los Técnicos en Servicios Farmacéuticos del SENA, Regional Antioquia.

2. Problema técnico o investigativo

La Tecnología en Regencia de Farmacia y el Técnico en Servicios Farmacéuticos son programas ofertados en instituciones de educación superior reconocidas, como es el caso del SENA, Regional Antioquia, sede Medellín, donde se cuenta con espacios adecuados para la realización de la etapa productiva. Sin embargo, no ocurre lo mismo con los sitios de práctica para la etapa lectiva, que es la que permite practicar lo aprendido antes de realizar las prácticas en el sector productivo. De tal modo se presentan dificultades en la resolución de casos reales del sector productivo por parte de los aprendices, afectando negativamente el desarrollo de competencias para la vida laboral. Esto impacta a su vez, en el posicionamiento de la institución en el sector productivo y la sociedad, que constantemente están requiriendo ciudadanos bien formados, tanto a nivel técnico como en el ser, con actitud crítica, liderazgo, creatividad e innovación, que garanticen un buen desempeño en su entorno laboral. Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta:

¿De qué manera, un simulador virtual de farmacia puede convertirse en un sitio de aprendizaje significativo para el mejoramiento de las competencias específicas, en los aprendices de los programas de Farmacia del SENA, Regional Antioquia?

3. Metodología

Para el desarrollo del ambiente virtual farmacéutico se realizó una búsqueda de información en bases de datos sobre simuladores de farmacia existentes, con el fin de comparar y analizar la viabilidad del proyecto. Luego de encontrar que en el país aún no se contaba con esta tecnología, se procedió a realizar un diagnóstico de la infraestructura tecnológica disponible en el SENA.

Lo anterior, permitió determinar que la tecnología necesaria para la elaboración del simulador era la realidad virtual en 3D, donde la población objetivo de estudio (los aprendices de los programas de Tecnología en Regencia de Farmacia y Técnico en Servicios Farmacéuticos del SENA, Regional Antioquia), puedan interactuar en una farmacia simulada como si estuvieran en un sitio real de prácticas, con la única condición de que ya hayan visto y aprobado la competencia relacionada con el proceso a practicar.

Después de determinar la viabilidad del proyecto y la tecnología a utilizar, se inició la creación del documento de diseño, en el cual, se definieron los componentes técnicos de cada proceso de un servicio farmacéutico y las acciones o aspectos a calificar para analizar el

desempeño de los aprendices en el simulador.

Durante la fase de diseño del simulador farmacéutico, fue necesaria la selección de contenidos de los procesos a simular, de acuerdo con la normatividad farmacéutica vigente y la relacionada con la identidad de la institución SENA. Del igual modo, para generar una experiencia más realista del quehacer farmacéutico y ofrecer una mejor preparación en este tipo de establecimientos, se le incorporaron al ambiente virtual, casos reales del sector productivo, tomados de experiencias de egresados. Además, se incluyeron equipos de última tecnología para la ejecución de dichos procesos.

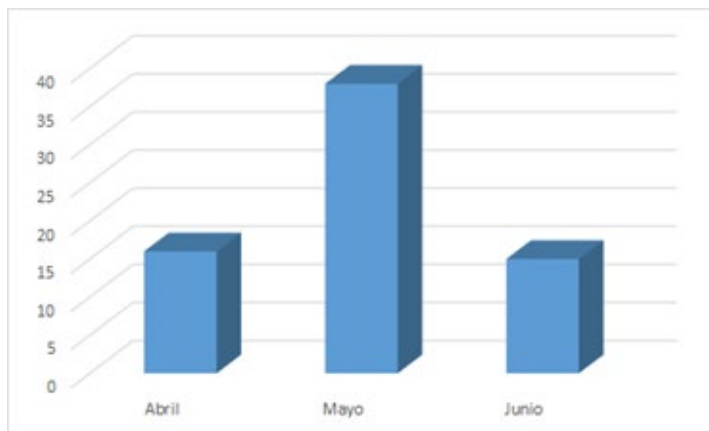
Al tener claro que se quería en cada proceso, se procedió con la selección de los perfiles del talento humano necesario para el diseño y modelado 3D de los escenarios y la programación del simulador para darle funcionalidad. En paralelo, se generó un plan de trabajo con actividades y fechas específicas para la realización del mismo.

Sumado a las gafas de realidad virtual y los equipos de cómputo con características de hardware adecuadas para la ejecución de programas de realidad virtual, fueron utilizados los programas de Autodesk Maya para el modelado 3D de los escenarios. Esto, debido a su gran alcance para realizar modelos con gran cantidad de detalles y, en formatos aceptados por otros programas como Unity, el cual, fue el entorno de desarrollo utilizado para integrar los modelos 3D con la programación en lenguaje C# para darle funcionalidad e interactividad al simulador.

Al finalizar algunos módulos, se inicia con la puesta en prueba del simulador por parte de los aprendices del programa de Tecnología en Regencia de Farmacia y Técnicos en Servicios Farmacéuticos.

En la Figura 1 se puede ver que el simulador ha sido utilizado por los aprendices en los meses de abril, mayo y junio del año 2019. En ese periodo han probado el simulador un total de 69 aprendices de los dos programas, siendo el mes de mayo en el que hubo más participación, 38 estudiantes. En los meses de abril y junio, participaron 18 y 13 aprendices respectivamente. Entre los procesos más practicados se encuentran los procesos de: Almacenamiento, Recepción y Selección y adquisición.

Figura 1. Asistencia de aprendices al simulador



Fuente: Consolidado de listados de asistencia a prácticas con el simulador

Cuando un aprendiz finaliza un proceso del simulador, se abre un documento de Excel con los detalles de lo realizado y le indica si aprobó o reprobó, como se ve en la Figura 2, que es el documento que generó el módulo de almacenamiento cuando un aprendiz terminó la simulación.

Para aprobar cualquiera de los módulos del simulador de farmacia, es necesario obtener una calificación igual o superior al 90%, que equivale a 4,5, nota necesaria para ser competente en la institución educativa.

Figura 2. Reporte del proceso de almacenamiento

Lectura del termohigrometro					
Temperatura en grados centigrados: 26, Porcentaje de humedad: 67					
Respuesta: Los datos de temperatura y humedad se encuentran dentro del rango permitido, CORRECTO					
Preguntas de las capsulas del saber					
Pregunta #1, Respuesta: c, CORRECTA					
Pregunta #4, Respuesta: b, CORRECTA					
Pregunta #8, Respuesta: a, CORRECTA					
Pregunta #12, Respuesta: d, CORRECTA					
Caso de almacenamiento #3					
Nombre medicamento, Grupo farmacologico, Posicion					
Alcohol, Antisepticos Uso Externo, #1, CORRECTO					
Salbutamol, Broncodilatadores, #1, CORRECTO					
Copitos, DispositivosMedicos, #1, CORRECTO					
Curitas, DispositivosMedicos, #2, CORRECTO					
Gasa, DispositivosMedicos, #3, CORRECTO					
Hidroclorotiazida, Diureticos, #1, CORRECTO					
Gemfibrozil, Hipolipemiantes, #1, CORRECTO					
Lovastatina, Hipolipemiantes, #2, CORRECTO					
Levotiroxina, Hormonas, #1, CORRECTO					
Nitroglicerina, Antihipertensivos, #2, INCORRECTO					
Los medicamentos se almacenaron de forma INCORRECTA					
Resultado final del proceso: 98 %					

Fuente: Información arrojada por el simulador

Con los documentos de Excel obtenidos del simulador, es cuando se procede a hacer un análisis de los temas que son más difíciles de asimilar por los aprendices. Un ejemplo de este hecho se observa en la Figura 3, que es un informe de lo realizado por un aprendiz en el proceso de Recepción. Allí se identifica que tiene dificultad para responder las preguntas teóricas, que corresponden a la sección titulada preguntas de las cápsulas del saber. Por el contrario, se puede ver que el resto del proceso, que corresponde al segmento práctico del proceso, lo realiza de forma correcta.

Figura 3. Reporte del proceso de recepción

Preguntas de las capsulas del saber											
Pregunta #2, Respuesta: b, CORRECTA											
Pregunta #5, Respuesta: a, INCORRECTA											
Pregunta #10, Respuesta: a, CORRECTA											
Pregunta #13, Respuesta: a, INCORRECTA											
Pregunta #18, Respuesta: d, CORRECTA											
Comparacion entre la orden de compra y factura de venta											
Factura de venta #3, Orden de compra #1, Factura de venta rechazada porque no concuerda con la orden de compra, CORRECTO											
Recepcion tecnica sin muestreo											
Nombre del producto, Forma famaceutica, Presentacion, concentracion, N de lote, Registro INVIMA, fecha de vencimiento, Defectos, Aceptar											
Ergotamina + cafeina, Tabletas, Caja x 10, 1/100 mg, 47896D, INVIMA 2016 M-015043-R2, 1/06/2022, No tiene defectos, Si, CORRECTO											
Bisacodilo, Tabletas recubiertas, Caja x 10, 5 mg, DFDTY253, INVIMA 2014M-0003206-R1, 1/04/2022, Cambio de color, No, CORRECTO											
Bromuro Ipratropio, Aerosol, Caja con inhalador x 200 dosis, 20 mcg, 789696XC, INVIMA 2008M-0007870, 1/11/2022, No tiene defectos, Si, CORRECTO											
Jeringa con aguja, Dispositivo medico, 1 Unidad, 5 ml, 707648, INVIMA 2015DM-0003325-R1, 1/01/2022, No tiene defectos, Si, CORRECTO											
Salbutamol, Aerosol, Caja con inhalador x 200 dosis, 100 mcg, 6953641L, INVIMA 2010M-0010906, 1/11/2022, No tiene defectos, Si, CORRECTO											
El acta de recepcion tecnica se diligencio de forma CORRECTA											
Recepcion tecnica con muestreo											
Caso de tabla militar #: 2											
Tamano de lote: 35001 - 150000											
Letra clave: N											
Tamano de muestra: 500											
Acepto: 21											
Rechazo: 22											
Solucion del caso: CORRECTA											
Resultado final del proceso: 88 %											

Fuente: Información arrojada por el simulador

En algunos casos, se efectúan las prácticas del simulador de forma grupal, de tal manera que, mientras un aprendiz está interactuando con las gafas, sus compañeros, por medio de una proyección en un televisor de lo que ve la persona que tiene puestas las gafas, le dan retroalimentación o dialogan las posibles respuestas o formas correctas de resolver los retos propuestos en el proceso de farmacia simulado. Esto se hace con el propósito de promover el trabajo en equipo, y más que evaluar, generar un aprendizaje de una manera diferente a lo que es usual en un ambiente de formación SENA.

En las prácticas realizadas hasta el momento se encontró que, con el uso de las gafas de realidad virtual, ninguna persona presentó mareo y/o náuseas durante y después de las pruebas con el simulador.

4. Resultados

Con el fin de generar en los aprendices del programa de Tecnología en Regencia de Farmacia y Técnico en Servicios Farmacéuticos un aprendizaje significativo con el uso del simulador; se planteó la lógica de elementos para el cumplimiento de los cuatro objetivos propuestos, generando los siguientes resultados:

- Estructuración de la información requerida para los procesos a simular.
 - a) Selección de la tecnología: De acuerdo con lo que se pretendía en el proyecto, se

determinó que la más adecuada y que permitía realizar una inmersión total al aprendizaje dentro del entorno simulado, era la realidad virtual en 3D.

- b) Diseño de los espacios simulados: En este aspecto fue indispensable la búsqueda bibliográfica sobre la normatividad farmacéutica vigente y la experticia de la instructora líder del proyecto.
- c) Selección de los procesos a simular: Se seleccionaron los procesos realizados en un servicio o establecimiento farmacéutico que tuvieran un grado de dificultad para la programación en 3D. Por lo anterior, en primer lugar, se trabajó con preparaciones magistrales de uso tópico, teniendo en cuenta que los aprendices debían interactuar con equipos, materias primas, utensilios, áreas, etc., indispensables para cumplir con las diferentes tareas. Posteriormente, se incluyeron los procesos generales de recepción, almacenamiento, dispensación y selección y adquisición.
- d) Contenido de los procesos a simular: Se estableció mediante diagrama de flujo de realización de cada módulo simulado. Este aspecto se diseñó más para los aprendices encargados de la programación del simulador, y no para aquellos de los programas de farmacia, teniendo en cuenta, que éstos últimos ya vieron y aprobaron dicho proceso como requisito previo para la práctica en el simulador. Adicionalmente, se tuvo en cuenta evitar secuencias previsible, permitiendo al aprendiz explorar toda el área del proceso ejecutado.
- e) Inclusión de preguntas y problemas reales del sector farmacéutico: Cada uno de los procesos simulados cuenta con preguntas de selección múltiple y casos reales presentados en el sector farmacéutico, obtenidos de experiencias vividas por egresados del programa, de aprendices con vínculo laboral en dicho sector y de la experticia técnica de la instructora líder del proyecto.
- f) Videos multimedia: Dentro de su diseño, el simulador también incluyó herramientas multimedia, tales como videos de herramientas de última tecnología, disponibles en otros países. Esto, con el fin de contextualizar al aprendiz con los equipos farmacéuticos más avanzados a nivel mundial.

Todos los aspectos anteriores quedaron consignados en el documento de diseño final.

- Elaboración del simulador virtual de farmacia.

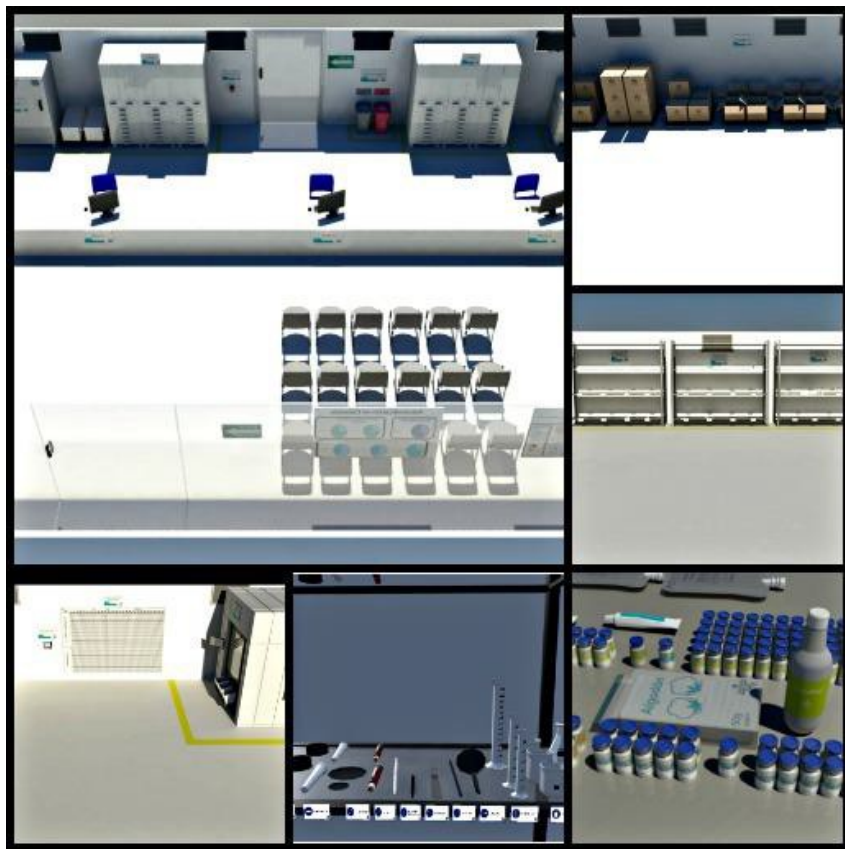
Este objetivo abarcó la programación de todos los requisitos y requerimientos establecidos en el documento de diseño, a través de la utilización de software y hardware especiales para el diseño y programación del simulador.

- a) Modelos 3D: Con el programa Autodesk Maya se realizaron los modelos 3D de todos los elementos necesarios para recrear virtualmente los escenarios en los que los aprendices van a estar e interactuar.
- b) Código de programación: Al llevar a cabo todo el simulador, se obtuvo el archivo de procesamiento de datos, es decir, el almacenamiento del código de programación, el cual permite realizar ajustes o cambios al simulador en el transcurso de su funcionamiento.
- c) Manual del usuario: Este documento fue elaborado como un paso a paso sobre el manejo del simulador para el aprendiz y para el administrador cuando sea necesario un ajuste al mismo.
- d) Simulador virtual funcional: Con la secuencia de los pasos anteriormente descritos fue posible obtener el simulador de farmacia en 3D, cuya ejecución requiere el uso de los computadores y las gafas disponibles en el SENA.

A continuación, se presenta el diseño de algunas de las áreas, equipos y utensilios de trabajo en la farmacia que fueron recreados para una simulación lo más real posible.

Como se puede observar en la Figura 4, estos espacios, equipos, utensilios y demás elementos presentes en el simulador, fueron diseñados con el más mínimo detalle y cumplimiento de la normatividad farmacéutica vigente, con el fin de generar en el aprendiz una sensación de estar en una farmacia real.

Figura 4 Áreas, equipos y utensilios diseñados para el simulador de farmacia en 3D.



Fuente: Pantallazos tomados del simulador virtual

- Validación del funcionamiento del simulador con aprendices e instructores del programa.
 - a) Prácticas con los estudiantes: Con las prácticas se pretende que el aprendiz conozca e interactúe con el simulador para afianzar sus conocimientos mientras el equipo de desarrollo del simulador pueda identificar posibles errores o falencias que se presenten en algún módulo o proceso.
 - b) Corrección o actualización del simulador: Si en la práctica con los estudiantes se identifican errores o se considera que se debe realizar alguna modificación, el equipo de desarrollo debe proceder a realizar las correcciones y/o actualizaciones oportunas.

Como evidencia de este resultado, se presentan las Figuras 5 y 6.

Figura 5 Práctica en el simulador con aprendices de Técnico en Servicios Farmacéuticos.



Fuente: Registro fotográfico tomado durante las prácticas con el simulador por el autor

Figura 6. Práctica en el simulador con aprendices de Tecnología en Regencia de Farmacia.



Fuente: Registro fotográfico tomado durante las prácticas con el simulador por el autor

- Evaluación de la incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje del simulador de farmacia.
- a) Retroalimentación del simulador: Al finalizar cada proceso, el aprendiz recibirá la retroalimentación sobre su desempeño en el mismo. El sistema a su vez arroja los datos detallados de los resultados del aprendiz para ser analizados por el o los instructores, con el fin de evaluar el aprendizaje y generar mejores estrategias de enseñanza.

Debido al impacto que ha tenido el simulador en los aprendices del programa de Tecnología en Regencia de Farmacia y Técnico en Servicios Farmacéuticos del SENA, y a la innovación que representa, el proyecto ha sido divulgado en diferentes eventos que han tenido lugar en varias localidades del país. La participación más reciente fue el evento ExpoSapiencia 2018.

- **Discusión de resultados**

Los elementos constitutivos que se plantearon desde el inicio para el diseño y ejecución del simulador de farmacia en 3D, se acerca mucho al modelo de los elementos que se deberían contemplar para el aprendizaje basado en simuladores, formulado por Cabero-Almenara y Costas (2016). Esta propuesta de modelo combinó el modelo de Jonassen (2000), denominado “Entornos de aprendizaje constructivista” (EAC), que persigue comprometer a los alumnos en la elaboración del conocimiento. Además, de incluir las propuestas de diseño de materiales multimedia para la red de Cabero y Gisbert (2005), y el diseño de los materiales para la formación virtual apoyado en las e-actividades de Cabero-Almenara, (2012).

Independientemente del modelo de diseño seleccionado para realizar cualquier simulador virtual, la simulación debe permitir el ensayo y error dentro de un contexto simulado lo más real posible. A ese respecto, Galindo López y Visbal Spirko (2007) sostienen que:

El valor más importante de la simulación como herramienta educativa consiste en que con los elementos adecuados; espacios (consultorios, habitaciones, quirófanos, salas de trauma, unidades de cuidados intensivos, salas de parto y quirófanos) contruidos a escala real y dotados de elementos virtuales, se pueden generar los escenarios, situaciones cotidianas y complejas donde el docente y el estudiante pueden repetir, corregir y perfeccionar su acto médico. (p.82)

De acuerdo con Arbona et al. (2007) “para poder producir una experiencia virtual, se necesita un ordenador, un programa informático con el contenido del mundo virtual y un dispositivo para visualizarlo” (p.18). Es así como el simulador fue desarrollado haciendo uso de computadores con hardware de características adecuadas para este proyecto, software (Autodesk Maya, Unity, Visual Studio, entre otros) y gafas de Realidad Virtual (RV) disponibles en la institución educativa SENA.

Siguiendo a Arbona et al. (2007), una de las preocupaciones eran los posibles efectos secundarios de la RV, sobre todo el mareo cibernético o *cybersickness*. Este consiste en una serie de síntomas (mareo, náuseas, cansancio ocular, etc.) producidos por el uso de los dispositivos necesarios para la inmersión en RV. No obstante, como lo menciona el autor, los usuarios de esta tecnología, no han padecido estos síntomas con la frecuencia con la que se esperaba y los costes de adquisición de esta tecnología han ido disminuyendo.

Tal y como lo indican Salas Perea y Ardanza Zulueta (1995), Mason y Rennie (2006) y Ruiz-Parra, Angel-Müller y Guevara (2009), la simulación como herramienta de apoyo al estudio presenta numerosas ventajas: favorece el aprendizaje por descubrimiento, obliga a demostrar lo aprendido y facilita la ejercitación del alumno de forma independiente.

Por otra parte, logra reproducir la experiencia un elevado número de veces con el mismo control de variables. Con ello se logra que el alumno reaccione tal y como lo haría en el mundo profesional, fomentando la creatividad y el ahorro de tiempo y dinero, además de, propiciar la enseñanza individualizada, y facilitar la autoevaluación.

Es por esas razones que las prácticas con el simulador son importantes, porque permiten poner a prueba al estudiante, que afiance conocimientos en los temas que presenta dificultad ya que hay un informe en el que se detalla su rendimiento en cada proceso del simulador y, a partir de la información obtenida del documento, los instructores pueden generar nuevas estrategias para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje.

5. Conclusiones

La realidad virtual (RV) no produce mareo y/o náuseas en todos los usuarios que la utilicen. Sólo en algunos de ellos que presentan enfermedades de base se pueden manifestar estos síntomas. Lo anterior, indica que el uso de las gafas de realidad virtual no será una limitante para realizar las prácticas del simulador con los aprendices del programa de Tecnología en Regencia de Farmacia y Técnico en Servicios Farmacéuticos, por el contrario, promete convertirse en una herramienta versátil para el diseño de nuevos simuladores en las demás áreas de la salud.

Es posible crear nuevos ambientes de aprendizaje mediante la simulación en realidad virtual, incluyendo áreas de la salud muy complejas; lo más importante es tener claridad de lo que se desea desarrollar y todos los requisitos necesarios para crearlo. Adicionalmente, es indispensable conformar un equipo multidisciplinario, con objetivos y metas claras para llevar a cabo las actividades asignadas.

Teniendo en cuenta que, para el correcto funcionamiento del simulador, es necesario el uso de gafas de realidad virtual por cada aprendiz y que cada una de ellas tuvo una inversión significativa para su adquisición, este coste se retribuye totalmente con los resultados y el impacto que genera en la formación de los aprendices y la calidad de los programas de formación que abarca este proyecto.

La farmacia virtual ofrece más alternativas de prácticas previas a la etapa productiva que un entorno real, debido a que requiere menos permisos para su uso y disponibilidad de tiempo. Además, estos espacios son económicos, ya que no se requieren gastos de transporte a otros lugares, vestimenta especial, gasto de reactivos e inventario, como también la inversión monetaria para la limpieza y mantenimiento de equipos utilizados.

De este desarrollo se obtuvo una farmacia virtual, con las áreas de los procesos proyectados totalmente terminadas, de acuerdo a los requisitos establecidos en el documento de diseño. Estas áreas permitirán a los aprendices adentrarse en un establecimiento farmacéutico con todas las condiciones necesarias de un entorno real, lo que hará que se sientan contextualizados en una farmacia o droguería antes de comenzar su etapa productiva. Además, la práctica en este simulador virtual disminuye los posibles riesgos que se puedan presentar a la hora de atender usuarios reales, como la dispensación incorrecta de productos farmacéuticos o la inadecuada recepción y almacenamiento de los mismos.

En las prácticas se ha podido evidenciar que los aprendices se desempeñan mejor en las actividades prácticas que en las teóricas, por lo tanto, se puede afirmar que el simulador está propiciando un espacio para preparar a los estudiantes para su etapa productiva y, adicionalmente, permite a los instructores conocer los temas en los que los aprendices tienen falencias y diseñar nuevas estrategias para que asimilen mejor la información.

6. Referencias

- Arbona, C. B., García-Palacios, A., Baños, R. M. & Quero, S. (2007). Realidad virtual y tratamientos psicológicos. *Cuadernos de medicina psicosomática y psiquiatría de enlace*, (82), 17-31. Recuperado de: <http://www.terapiacognitiva.eu/cpc/dwl/VR/Cuad%20N82%20trabajo%202.pdf>
- Cabero-Almenara, J. (2012). Tendencias para el aprendizaje digital: de los contenidos cerrados al diseño de materiales centrado en las actividades. El Proyecto Dipro 2.0. *Revista de Educación a distancia*, (32), 1-27. Recuperado de: <https://revistas.um.es/red/article/view/233041/253531>
- Cabrero-Almenara, J., & Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos.

- Prisma Social*, (17), 343-372. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3537/353749552015.pdf>
- Cabero, J. & Gisbert, M. (2005). *La formación en Internet: guía para el diseño de materiales didácticos*. Alcalá de Guadaíra (Sevilla), España: Eduforma. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?hl=en&lr=&id=sJrBH58xj0C&oi=fnd&pg=PA9&dq=La+formaci%C3%B3n+en+Internet.+Gu%C3%ADa+para+el+dise%C3%B1o+de+materiales+did%C3%A1cticos&ots=gjRwYwY1t8&sig=tE2GQbjcFjIXSjXo_ZOzxqq6xf#v=onepage&q&f=false
- Galindo López, J., & Visbal Spirko, L. (2007). Simulación, herramienta para la educación médica. *Salud Uninorte*, 23 (1), 79-95. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/817/81723109.pdf>
- Jaramillo, A. F., & Marín, Á. D. C. (2017). Efectos en los estudiantes del uso de un simulador educativo simple para la formación de pregrado. *Revista Q*, 9(17), 1-10. Recuperado de: https://revistas.upb.edu.co/index.php/revista_Q/article/view/7713/7036
- Jonassen, D.H. (2000). El diseño de entornos constructivistas de aprendizaje. En Reigeluth, Ch. (comp.) *Diseño De la Instrucción Teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción Parte I* (pp. 225-249). Madrid: Mc Graw Hill Aula XXI Santillana. Recuperado de: <http://files.procesos.webnode.com/200001307-56d1f57cbc/Dise%C3%B1o%20de%20entornos%20constructivista%20de%20aprendizaje%20U%20III.pdf>
- Mason, R & Rennie, F. (2006). *Elearning: The Key Concepts*. London and New York: Routledge, Taylor and Francis Group. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=rJjDLUy8vwsC&pg=PA33&lpg=PA33&dq=The+complex+set+of+legal+rights+that+is+used+to+control+the+manner+in+which+an+idea+is+expressed,+and+how+the+idea+is+replicated&source=bl&ots=DRrRsTRXND&sig=ACfU3U05G8BaQtLbC0_ljr4gzl6W5YWwuA&hl=en&sa=X&ved=2ahUKewiYpPnazp7jAhXCwVkkHUKMDNwQ6AEwAHoECAkQAOQ#v=onepage&q=The%20complex%20set%20of%20legal%20rights%20that%20is%20used%20to%20control%20the%20manner%20in%20which%20an%20idea%20is%20expressed%20and%20how%20the%20idea%20is%20replicated&f=false
- Ruiz-Parra, A. I., Angel-Müller, E. & Guevara, O. (2009). La simulación clínica y el aprendizaje virtual. tecnologías complementarias para la educación médica. *Revista de la Facultad de Medicina*, 57(1), 67-79. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112009000100009&lng=en&tlng=es.
- Salas Perea, R. & Ardanza Zulueta, P. (1995). La simulación como método de enseñanza y aprendizaje. *Educación Médica Superior*, 9(1), 3-4. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21411995000100002&lng=es&tlng=pt

Cambio tecnológico aplicado a la seguridad alimentaria para la sostenibilidad de pequeños y medianos productores de Tomillo (*thymus vulgaris*)

Carlos Osvaldo Velásquez Santos
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM. Colombia
carlosvelasquezs@itm.edu.co

Julián Alberto Uribe Gómez.
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM. Colombia
julianuribe@itm.edu.co

Resumen

El tomillo (*Thymus vulgaris*) es una planta aromática utilizada en medicina y en gastronomía, y por sus propiedades se considera apta para el consumo humano, el tomillo para su uso y comercialización debe cumplir con la norma técnica NTC 4423 (ICONTEC, 1998), la cual se refiere a la industria alimentaria, especias y condimentos. Sin embargo, para ser comercializado se realiza el proceso de secado o deshidratación mediante dos formas: tradicional o incluye mejoras como componentes tecnológicos. A partir de esto, el objetivo principal es caracterizar experimentalmente el sistema tecnológico utilizado en el proceso de secado, con el fin de contribuir en el aumento de la eficiencia del proceso de secado y mejora de la calidad del producto a comercializar. Para ello se evaluaron las propiedades físicas del producto, luego, se determinó el caudal óptimo teniendo en cuenta los factores: humedad, temperatura y el tiempo de secado mediante un diseño experimental de superficie de respuesta. La temperatura se presenta como el factor más significativo sobre la humedad final del tomillo (*Thymus vulgaris*) deshidratado con valor $p=0,0124$ con un nivel de significancia del 90%. A las condiciones de temperatura halladas se observa que el mejor caudal se ajusta a la región entre 2050–2100 RPM que corresponden con la mejor región de temperaturas de 52–53°C.

Palabras clave

Deshidratado, Diseño Experimental, Tecnología

1. Introducción

El tomillo (*Thymus vulgaris*), es una planta que tiene muchos usos que van desde su utilización en comidas exóticas, pasando por su aplicación en medicina popular (como la dispepsia y afecciones gastrointestinales) hasta ser un suplemento en alimentación animal, además de producir un aceite esencial, cuyo componente es el timol, que es el responsable de todas las posibles aplicaciones y usos de este producto, considerado además por la FDA (Food and Drug Administration, EEUU) como alimento apto para el consumo humano, y también como aditivo alimentario.

En el municipio de Cocorná, Antioquia, Colombia, existen cultivadores de este producto, el cual hace parte de sus ingresos, al vender tomillo (*Thymus vulgaris*) en verde y también deshidratado, pero sin cumplir la normatividad técnica NTC 4423. A partir de este aspecto se concluye que esta zona no cuenta con una industria desarrollada de ingredientes naturales, encontrándose la siguiente problemática (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009):

- Falta de investigación aplicada al desarrollo de productos.
- Falta de tecnología.

- Falta de comunicación y trabajo conjunto entre la academia y el sector privado.
- No existe la tecnología ni la experticia para el desarrollo de productos de alta calidad.

Estos deben también estar atentos al cultivo porque cualquier fitopatología presente o factores asociados al cultivo como la falta de abono hace que el producto sea rechazado para su venta.

Esto conlleva a la necesidad de entregar un valor agregado a este producto para hacerlo más atractivo comercialmente, para ello la corporación APAMCA, ubicada en el municipio de Cocorná, deshidrata tomillo (*Thymus vulgaris*) en un secador de bandejas que utiliza una tecnología artesanal de aire caliente. En este proceso, se requiere tener un control más preciso sobre el tiempo de secado, la temperatura del aire y el caudal de aire, lo cual daría como resultado un producto más adecuado, para su comercialización, y así lograr mejores beneficios para dicha corporación. El contenido de aceites esenciales, se podría afectar debido a problemas con el control de la temperatura. La norma NTC 4423 (ICONTEC, 1998), y la resolución 4241 de 1991 del Ministerio de Salud Pública no se aplican lo que implica un producto que pierde competitividad en su comercialización.

Ante el análisis de este panorama, se identificó el problema del deshidratado de tomillo (*Thymus vulgaris*) y se propone el control de las variables fundamentales (temperatura y caudal) que influyen, utilizando para ello, un secador mecánico de especias aromáticas que contribuirá a mejorar la eficiencia tecnológica de este proceso, además de difundir las normas que existen para el producto en el proceso de deshidratado.

El secador ha sido modificado, implementándole un variador de velocidad marca General Electric Modelo AF 300 Mini para 2 kW de potencia y un Motor trifásico marca Baldor de 0.5 Hp (Caballos de fuerza), el cual posibilita variar la velocidad del motor, en este caso, medida en revoluciones por minuto (RPM). Esta adición permite variar el caudal de secado del ventilador, esto con el fin de encontrar el rango del caudal óptimo de secado y la temperatura. Con la reducción de la cantidad de agua disponible, hasta niveles seguros para almacenamiento se reducirá la actividad del agua y la velocidad de las reacciones químicas en el producto, así como el desarrollo de microorganismos. El alto contenido en agua en las células y tejidos de las plantas, en torno al 60% - 80%, hacen que el secado tenga una importancia fundamental para evitar la fermentación o degradación de los principios activos. (Christensen & Kaufmann, 1974, Reis, Mariot, & Steenbock, 2003).

El tiempo de secado depende del flujo del aire, la temperatura y la humedad relativa del aire, es decir, de las condiciones de operación del proceso de secado (Rodríguez, Melo, Mulet, & Bon, 2013). Cuanto mayor es la temperatura y mayor flujo de aire, más rápido es el secado (Brooker, Baker-Arkema, & Hall, 1992). La temperatura de secado es determinada por la sensibilidad de los principios activos de la planta, por lo tanto, para cada especie, existe una temperatura ideal de secado. Los principales objetivos y ventajas de realizar el secado son: la facilidad de conservación del producto hasta la estabilidad de los componentes aromáticos a temperatura ambiente durante un largo tiempo, la protección contra la degradación oxidativa y enzimática, reducir el peso y tamaño, no tener que refrigerarlo durante el transporte y almacenamiento y la disponibilidad del producto durante todas las épocas del año (Doymaz, 2010).

2. Metodología

Para llegar a la solución de este problema, en primer lugar, se tomaron los valores de referencia la norma NTC 4423 (ICONTEC, 1998), luego se profundiza en el estado del arte acerca

del deshidratado del tomillo a nivel mundial, latinoamericano, nacional y regional para terminar con las bases teóricas del secado de los alimentos. Posterior se trata sobre la metodología, que incluye el diseño experimental, que se seleccionó para el análisis de los resultados. Para este diseño se utilizó la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) o Response Surface Methodology (RSM) que es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas útiles para el desarrollo, mejoramiento y optimización de procesos. Se utilizó hoja electrónica de Microsoft Excel® para tabular los datos y el análisis se llevó a cabo mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurion v15.1 (Statpoint, USA). Finalmente, se muestra la determinación del caudal óptimo para el tomillo y las conclusiones

- Secado de plantas aromáticas y medicinales

La razón más importante desde el punto de vista técnico por la cual se secan las hierbas es su conservación; mediante este método es promovido el mantenimiento de los componentes del vegetal fresco y se evita la proliferación de microorganismos.

También hay aspectos comerciales: la desecación debe llevarse a cabo en las mejores condiciones para que las hierbas no pierdan nada del aspecto que deben presentar, para que cautiven y ejerzan la mayor atracción, así serán más apreciadas, demandadas y, sobre todo, mejor pagadas.

En la tabla 1 se observan diferentes porcentajes de humedad exigidos por Ministerio de salud pública (1991).

Tabla 1. Porcentaje de humedad exigido

HIERBA	HUMEDAD MAXIMA (%)
Albahaca dulce	10
Laurel	15
Mejorana	15
Orégano	15
Romero	15
Salvia	12
Tomillo	12

Fuente: (Ministerio de salud pública, 1991)

La cantidad de agua a extraer en un proceso de deshidratación, no debe superar los valores exigidos por la norma NTC 4423 (ICONTEC, 1998). Además, debe entregarse al cliente en estado adecuado para evitar que presente resequeidad y otros defectos. La planta no debe presentarse al comercio reseca y quebradiza, tal que al manipularla se convierta en polvo. En general, en el comercio existen valores establecidos de contenido de humedad para el tomillo (*Thymus vulgaris*) o sus partes.

La humedad del aire del sitio donde se realiza el secado debe ser inferior al 70% ya sea que se utilice secado al aire libre como secado mecánico, y deberá renovarse a medida que sea necesario en tanto el producto no haya cedido el agua que contiene en exceso.

Los productos que se deben secar o los órganos de los vegetales que se someten a desecado pueden ser hojas, flores, frutos, semillas, raíces, cortezas, o plantas enteras, cada uno de estos órganos puede estar completamente aislado de los otros o tener adherida una parte, como las hojas con una parte de las ramas, la raíz completa o descortezada o bien con el rizoma, entre otros.

Se pueden usar diversos métodos para el secado, el secado se puede realizar en horno natural o mecánico; de éste último, el más utilizado es el secado por aire caliente forzado. Siempre convendrá realizarlo en condiciones que no permitan la contaminación del vegetal ni la disminución de su calidad terapéutica y comercial (Campo, 2014).

3. Desarrollo

- Determinación del porcentaje de humedad del tomillo

Para determinar el porcentaje de humedad de la muestra se utilizó el método gravimétrico indirecto por desecación con estufa, que consiste en determinar la humedad en base húmeda de la muestra por calentamiento a 105 °C.

Se pesó una muestra de tomillo en una balanza analítica marca OHAUS, con una resolución de 0,001 g, el peso fue de 30,55 g, se calentó la muestra por 4 horas a 105 °C, hasta que diera peso constante, el cual fue de 5,6028 g, con este valor y el del peso inicial de la muestra se calculó el porcentaje de humedad de la muestra el cual fue del 81,66% de humedad en base húmeda.

El método de destilación azeotrópica, se basa en la destilación simultánea con un líquido inmiscible en proporciones constantes. es el más adecuado para especias como el tomillo, Para el caso en particular, la asociación americana de comercio de especias, en sus métodos oficiales analíticos recomienda el uso del benceno en lugar del tolueno.

Siguiendo el procedimiento se tomó una cantidad de 100 ml de benceno cuyo punto de ebullición es de 80°C, se vertió en la muestra de 30,55 g, luego se realizó el proceso de destilación, y se recolectó el volumen de líquido destilado. Se calculó la humedad en base húmeda del tomillo, la cual fue del 80%.

- Realización de pruebas de secado

Para realizar las pruebas de secado, se dispuso de suficiente material a deshidratar como es el tomillo, luego se procedió a pesar la bandeja de secado vacía y luego con el tomillo, luego se colocaron las bandejas de secado dentro de la cámara de secado y se procedió al deshidratado del tomillo, para ello se seleccionaron intervalos de tiempo de 1 hora, para ir pesando cada hora las tres bandejas de secado. Se anotó cada hora el peso, la temperatura ambiente, la humedad relativa y el flujo de gas consumido por el prototipo. Con estos datos se realizaron las tablas y las curvas de secado en el programa de Excel, dando como resultado las curvas de deshidratado del tomillo.

- Aplicación del modelo estático

Para probar la hipótesis propuesta en la introducción de este artículo, se hará uso del diseño experimental factorial y el análisis pro metodología de superficie de respuesta (MSR), para validar la significancia y los efectos de la velocidad y la temperatura sobre la humedad, para eso se tabularon los datos en una hoja electrónica de Microsoft Excel© y el análisis de datos se llevó a cabo mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurion v15.1 (Statpoint, USA).

La tabla 2 presenta el número de muestras requeridas para llevar a cabo el diseño experimental 1, donde el test estadístico a utilizar será ANOVA de efectos fijos con interacción, donde se requiere calcular el tamaño de la muestra dada una probabilidad de error α , para esto se utiliza el software G*Power Universidad Dusseldorf, Alemania (Erdfelder, Faul, Buchner, & Lang, 2009) (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007).

Tabla 2. Tamaño de muestra requeridas para el diseño de experimentos

A priori: Tamaño de muestra requerida		
Entradas:	Tamaño del efecto	0,25
	α probabilidad de error	0,1
	Power (1- β err prob)	0,9
	Numerador df	1
	Número de grupos	2
Salidas:	Parámetro de no centralidad λ	8,68
	F critico	2,74
	Denominador df	137
	Tamaño de muestra total	139
	Power real	0,901

Fuente: (Erdfelder et al., 2009) (Faul et al., 2007).

- Muestras experimentales

En Colombia, en la región de Antioquia, las muestras experimentales de Tomillo fueron suministradas por la Asociación de Productores de Plantas Aromáticas del Municipio de Cocorná (APAMCA), lugar en el cual fueron proporcionadas 285 muestras para la experimentación

- Diseño experimental

La Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) o Response Surface Methodology (RSM) es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas útiles para el desarrollo, mejoramiento y optimización de procesos. Es también importante en aplicaciones para el diseño, desarrollo y formulación de nuevos productos, así como también el mejoramiento de los ya existentes. Las aplicaciones más conocidas de las técnicas de RSM están en el área industrial, particularmente en situaciones donde muchas variables pueden influenciar un resultado cualitativo o cuantitativo llamado “respuesta”. Las variables de entrada son conocidas como “variables independientes” y están bajo el control del técnico o investigador. La técnica se desarrolla en cuatro etapas:

1. Los factores críticos que son importantes en el estudio o proceso son identificados.
2. Se ha establecido un área o nivel de aplicación de los factores involucrados.
3. Son efectuados diseños experimentales específicos.
4. Los resultados de los diseños son analizados por RSM e interpretados.

Por lo tanto, la RSM permite:

- Mapeo de una superficie dentro de la región explorada.
- Escoger las condiciones de operación para obtener una respuesta específica.
- Buscar las condiciones óptimas, o por lo menos, las mejores condiciones en la región de interés (Barros, Spacino, & Bruns, 2001, Myers, Montgomery, & Anderson-Cook, 2016, Rodrigues & Lemma, 2005).

5. Resultados

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de la variable de respuesta Humedad en piezas

separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, un efecto tiene un valor-P menor que 0,1, indicando que es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 90,0%.

Se toma un valor de significancia estadística del 90% siguiendo lo propuesto por Rodrigues y Lemma (2005) donde indican que al utilizar diseños factoriales completos en el tratamiento de procesos industriales en los cuales incluyen operaciones unitarias con una amplia variación implícita, es factible asumir errores del 10% evitando con ello caer en el descarte o supresión de factores con significancia a una mayor escala.

La tabla 3 presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) para la primera secuencia de diseños factoriales completos desarrollada en este estudio. En ella se observa que la temperatura posee un efecto significativo sobre la variable de respuesta humedad ($p=0,0124$).

Tabla 3. Análisis de varianza para la humedad del thymus vulgaris

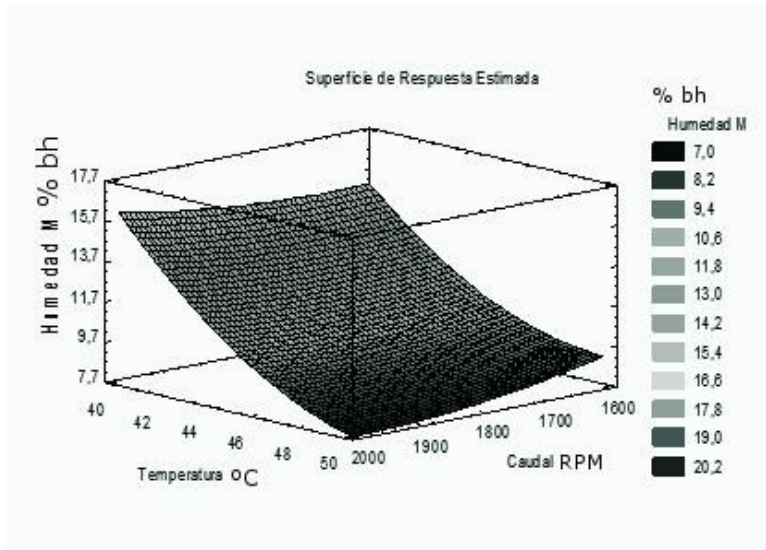
Fuente	SS	Gl	MS	Razón-F	Valor-P
A (Caudal)	0,111	1	0,111	0,02	0,893
B (Temperatura)	102,66	1	102,66 6	18,74	0,0124
AA	0,560	1	0,5600	0,1	0,765
AB	1,575	1	1,575	0,29	0,620
BB	8,239	1	8,239	1,5	0,287
Error total	21,91	4	5,479		
Total (corr.)	134,794	9			

Fuente: Autores

4. Discusión y análisis

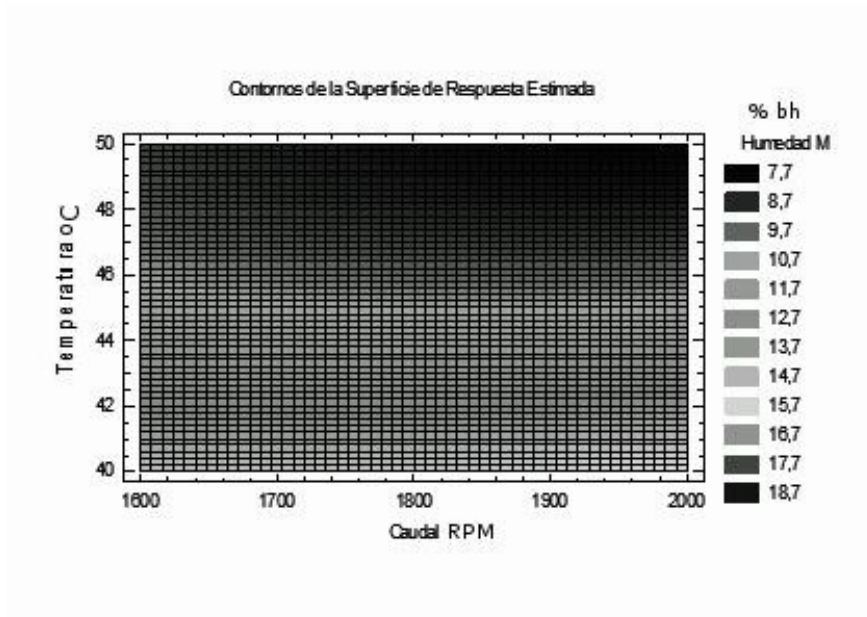
Las figuras 1 y 2 presentan la superficie y el contorno de la respuesta para la primera secuencia de secado de tomillo y la evaluación del efecto que la temperatura y el caudal (velocidad del aire) tienen sobre la humedad final. Los resultados indican que el mayor efecto es aportado por la temperatura del aire, aportando los menores valores de humedad entre 44 y 50°C sin dependencia del caudal, sin embargo, al evaluar los tiempos de secado para este rango de condiciones se encuentra que para obtener humedades inferiores al 10% se emplean tiempos de operación que alcanzan las 16 horas en función de bajas temperaturas y bajos caudales.

Figura 1. Superficie de respuesta para humedad en función de la temperatura y el caudal en el secado de tomillo.



Fuente: Autores

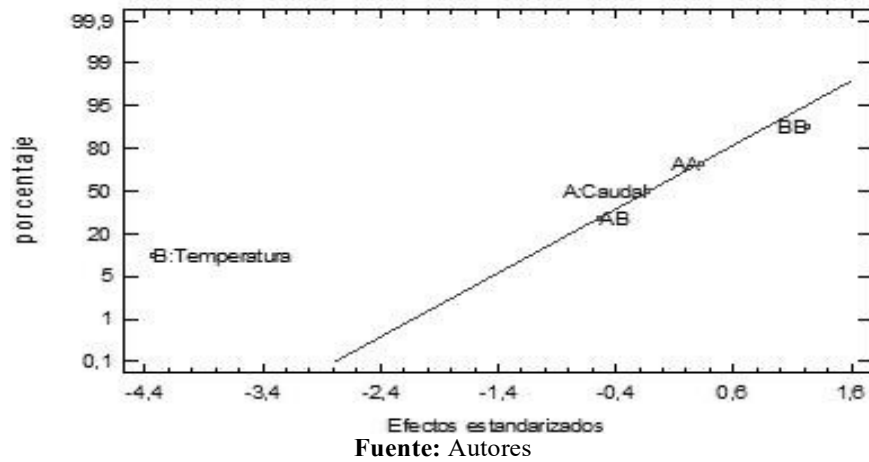
Figura 2. Contorno de la respuesta para humedad en función de la temperatura y el caudal en el secado de tomillo.



Fuente: Autores

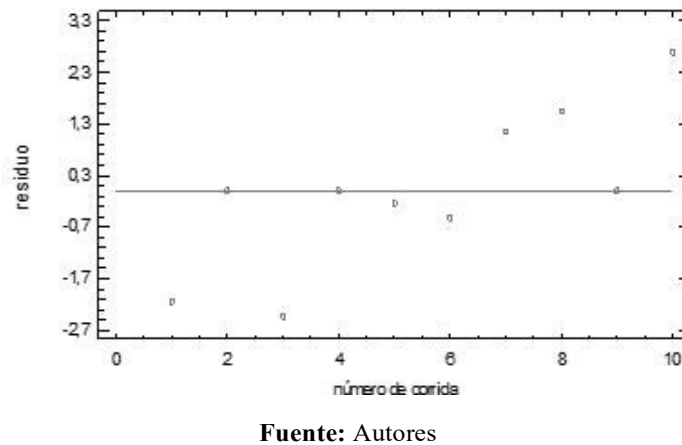
La figura 3 presenta el gráfico de probabilidad normal para la variable respuesta humedad en función de los factores o variables independientes (temperatura y caudal), en esta figura se observa que la variable independiente temperatura se aleja de forma significativa de la recta normal corroborando con ello el efecto significativo expresado anteriormente en la tabla ANOVA.

Figura 3. Gráfico de probabilidad normal para la humedad en función de la temperatura y el caudal en el secado de tomillo.



La figura 4 presenta el análisis de residuos para la humedad en función de la temperatura del aire y del caudal (velocidad del aire). Allí se observa que los datos colectados no presentan ningún rasgo de tendencia con lo cual aportan al cumplimiento del supuesto de independencia, esto se debe a que la distribución de los errores es homogénea y se debe a una aleatorización previa de los ensayos.

Figura 4. Gráfico de residuos para la humedad en función de la temperatura y el caudal en el secado de tomillo.



La ecuación 1 presenta el modelo de regresión obtenido, el cual presenta un coeficiente R^2 de 83,74%, con lo cual, se indica que es propicio la presentación de superficies y contornos de la respuesta, ya que el modelo explica en un porcentaje mayor al 70% la variabilidad del fenómeno aquí analizado. En la ecuación [1] se observa que existe un efecto lineal decreciente causado por los factores temperatura y caudal, sin embargo, se logra apreciar que la temperatura tiene un efecto de 4,42 veces sobre el caudal. Es decir, por cada cambio en el caudal la temperatura cambiará en 4,42 puntos. Los efectos cuadráticos no son significativos.

$$H = 129,91 - 0,004A - 4,42B + A^2 - 0,0005AB + 0,054B^2 \text{ (Ec.1)}$$

Donde H: humedad; B: Temperatura y A: Caudal.

6. Conclusiones

La temperatura se presenta como el factor más significativo sobre la humedad final del tomillo deshidratado con valor $p=0,0124$ con un nivel de significancia del 90%. A las condiciones de temperatura halladas se observa que el mejor caudal se ajusta a la región entre 2050 – 2100 rpm, que corresponden con la mejor región de temperaturas de 52–53°C.

Las condiciones más bajas en términos de temperatura de secado permiten obtener un producto con menor humedad final (8-12%) (Box & Wilson, 1951, Da Rocha et al., 2012), sin embargo, los tiempos requeridos para alcanzar estas humedades superan las 16 horas, lo que los hace inviables en términos de escalamiento industrial por el alto costo energético que implican.

Los resultados obtenidos en este estudio donde se evalúa el efecto de la temperatura del aire y el caudal sobre la humedad final del tomillo deshidratado indican que se puede obtener un producto que cumple los estándares de calidad exigidos en la normatividad, razones que permiten que pueda ser comercializado o introducido en la cadena de valor de especias y condimentos de la industria de alimentos.

El tomillo deshidratado en las condiciones óptimas alcanza una humedad final del 12% cumpliendo lo establecido en la norma técnica NTC 4423 y siguiendo un planteamiento experimental basado en un DCCR con factores y niveles establecidos para un secador de fabricación nacional.

7. Referencias

- Barros, B., Spacino, I., & Bruns, R. (2001). Como fazer experimentos - Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. (Unicamp, Ed.) (3. Ed.). Campinas: Unicamp.
- Box, G. E. P., & Wilson, K. B. (1951). On the experimental attainment of optimal conditions. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, 13(1), 1–45. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2983966>
- Brooker, D. B., Baker-Arkema, F. W., & Hall, C. W. (1992). *Drying and storage of grains and oilseeds*. New York: Springer US.
- Campo, H. (2014). Evaluación del secador mecánico para el secado de tomillo (*thymus vulgaris*) y su contribución en las características finales del producto para obtener el cumplimiento de la norma NTC 4423 (Icontec, 1998). Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Christensen, C. M., & Kaufmann, H. H. (1974). *Storage of cereal grain and their products*. St. Paul: American Association of Cereal Chemists.
- Da Rocha, R. P., Melo, E. de C., Corbín, J. B., Berbert, P. A., Donzeles, S. M. L., & Tabar, J. A. (2012). Cinética del secado de tomillo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola E Ambiental*, 16(6), 675– 683. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000600013>
- Doymaz, I. (2010). Drying of thyme (*thymus vulgaris* L.) and selection of a suitable thin-layer drying model. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1, 1–8. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2010.00488.x>
- Erdfelder, E., Faul, F., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- ICONTEC. (1998). *Industria Alimentaria, Especias y Condimentos* (No. NTC 4423). Bogotá Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2009). *Cadena productiva de plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines* (pamc).
- Ministerio de salud pública. (1991). Resolución Número 4241 de 1991. Resolución. Bogotá Colombia.
- Myers, R., Montgomery, D., & Anderson-Cook, C. M. (2016). *Response Surface Methodology: Process and product optimization using designed experiment* (4. Ed.). Wiley-Interscience Publication.
- Reis, M. S., Mariot, A., & Steenbock, W. (2003). Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In UFRGS

- (Ed.), *Farmacognosia: da planta ao medicamento* (5.ed, pp. 43–74). Porto Alegre/Florianópolis.
- Rodrigues, M., & Lemma, A. (2005). *Planejamento de experimentos e otimização de processos* (1 ed.). Campinas: Casa do Pão.
- Rodriguez, J., Melo, E. C., Mulet, A., & Bon, J. (2013). Optimization of the antioxidant capacity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) extracts: Management of the convective drying process assisted by power ultrasound. *Journal of Food Engineering*, 119(4), 793–799. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.07.016>

Revisión sistemática del estado del arte de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) y Seguridad Alimentaria

Alberto Xavier Oña Serrano

Escuela Politécnica Nacional, Programa de Doctorado en Gestión Tecnológica, Ecuador
xavier.ona@epn.edu.ec

María José Morales Vaca

Escuela Politécnica Nacional, Centro de Educación Continua, Ecuador
mmorales@cec-epn.edu.ec

Lucía Irene Toledo Rivadeneira

Escuela Politécnica Nacional, Programa de Doctorado en Gestión Tecnológica, Ecuador
lucia.toledo@epn.edu.ec

Carlos FranciscoTerneus Páez

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Programa de Doctorado en Gestión Tecnológica, Ecuador
pacoterneus@gmail.com

Resumen

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) se consideran un pilar fundamental para el desarrollo de las naciones; frente a ello, los usos de herramientas tecnológicas pueden ser determinantes para el mejoramiento de la seguridad alimentaria. En este sentido, el objetivo del presente estudio es realizar una revisión sistemática del estado del arte del uso de TICS vinculadas con la seguridad alimentaria. Para cumplir con dicho objetivo, se aplicó el siguiente proceso: i) revisión sistemática de literatura, ii) análisis de contenido de frecuencia de palabras, iii) codificación de palabras, iv) análisis de conglomerados; y, v) generación de una matriz de codificación.

La revisión sistemática de literatura arrojó como resultado que las TICS son utilizadas principalmente como medio para proporcionar información sobre producción agrícola, cambio climático, plagas y enfermedades, precios y mercados disponibles, entre otros. Además, las TICS son utilizadas como medio de comunicación crucial relacionada con la cadena de valor agrícola y actividades productivas de zonas rurales y de pequeños agricultores. Como conclusión, se puede mencionar que las TICS se visibilizan como un eje transversal que aporta a las diferentes dimensiones de la seguridad alimentaria, como son la disponibilidad, acceso y utilización. El análisis de la documentación demuestra que el acceso a teléfonos móviles, dispositivos electrónicos, sistemas de información, aplicativos móviles, etc. beneficia el acceso a información relevante y preciso para el desempeño de un sistema, en él subyace una comunidad de beneficiarios, sean productores, comercializadores, consumidores o integrantes de programas sociales alimenticios.

Palabras clave

TICS, Seguridad Alimentaria, Adopción, Tecnología, Teléfono Móvil.

1. Introducción

El segundo objetivo de desarrollo sostenible propuesto por la ONU para el año 2030 manifiesta lo siguiente: “poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la

nutrición y promover la agricultura sostenible”; en este sentido, el organismo destaca que tanto el sector alimentario como el sector agrícola ofrecen soluciones para eliminar el hambre y la pobreza. Así mismo, la ONU destaca que es fundamental la gestión adecuada de recursos que provienen de agricultura, silvicultura y acuicultura, ligados a la entrega de alimentos a todo el planeta; amén de generar ingresos decentes, apoyar al desarrollo de campesinos y la protección del medio ambiente (Moran, 2019). Se estima que alrededor de 795 millones de personas se encuentran subalimentadas y de éstas, 90 millones son niños menores de 5 años; además, alrededor de 780 millones de personas subalimentadas viven en regiones en desarrollo, principalmente África y Asia. Por otra parte, en todos los países las personas que viven en las zonas rurales son las más expuestas a la inseguridad alimentaria, ya que es limitado su acceso a los alimentos y recursos financieros (UNCTAD, 2017).

Por su parte, el uso de las TICS en la contribución de la seguridad alimentaria se puede visibilizar a través de estudios que han demostrado que el crecimiento mundial de las TICS ha proporcionado oportunidades de desarrollo, especialmente en las áreas rurales. Las TICS tienen la capacidad de mejorar la producción agrícola, la rentabilidad de los hogares, incrementar las oportunidades de empleo y fomentar la adopción de prácticas más sanas, además de gestionar los riesgos de manera más eficaz (Food Security Portal, 2017).

El objetivo del presente artículo es realizar una revisión sistemática del estado del arte de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) presentes en los sistemas alimentarios. La revisión sistemática de literatura de las temáticas TICS y Seguridad Alimentaria abarca un periodo de tiempo desde el año 2014 hasta 2018 en las bases de datos Science Direct, Scopus, SpringerLink y Web of science. La revisión sistemática de literatura que vinculan a las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) presentes en los sistemas alimentarios muestra la simbiosis entre estas temáticas; de tal manera que la TICS se visibilizan como un eje transversal que aporta a las diferentes dimensiones de la seguridad alimentaria, como son la disponibilidad, acceso y utilización.

Se considera que el aporte del estudio se refleja en dos perspectivas, por un lado, se incluye a la revisión sistemática de literatura el análisis de contenido a través de frecuencia de palabras. Además, se incluyen un análisis de conglomerados y una matriz de codificación. Elementos que en conjunto facilitan el análisis del material bibliográfico escogido para revisión. Por otra parte, se presenta el desempeño y avance que han tenido las TICS en los diferentes ámbitos de la seguridad alimentaria desde el año 2014 hasta la actualidad.

2. Metodología

Para la revisión sistemática de literatura se consultó las bases de datos Science Direct, Scopus, SpringerLink y Web of science (WOS), con los siguientes criterios: i) términos de búsqueda: Tecnologías de Información y Comunicación & Seguridad Alimentaria, ii) búsqueda exacta (entre comillas los términos de búsqueda), iii) periodo de tiempo: entre 2014 y 2018. De acuerdo con estos parámetros, en total se obtuvieron 244 documentos. A dichos documentos se aplicaron los pasos de revisión sistemática de literatura de El Bilali (2018). En la tabla 1 se muestran los pasos y resultados obtenidos. Posteriormente se procedió a identificar en los artículos seleccionados, la frecuencia de las palabras: a) adoption, b) application, c) communication, d) digital, e) information, f) internet, g) mobile, h) phone, i) system, y, j) technologie. Para cada palabra se asignó una codificación, de esta manera, se clasificaron los artículos de acuerdo con el número de veces que apareció la palabra, así se procedió a realizar una división en cuartiles.

Finalmente, se evaluaron los documentos que formaron parte del primer cuartil respectivamente, y fueron analizados los contenidos en función de la relación entre la seguridad alimentaria con cada una de las codificaciones asignadas (p.e. food security – adoption).

Tabla 1. Pasos de revisión sistemática de literatura

Pasos de la revisión sistemática	Número de registros seleccionados	Descripción del proceso
Identificación de registros de las bases de datos:	244	244 registros identificados en Science Direct, Scopus, Springer Link y WOS
Se suprimen duplicados	233	11 elementos duplicados
Selección de documentos de investigación	94	Se excluyeron 139 artículos de revisión, ya que el estudio se relaciona con las TICS y la Seguridad alimentaria
Selección de registros basados en títulos.	45	49 registros excluidos Se excluyen los registros que se refieren a logística
Escrutinio de los resúmenes por elegibilidad	45	7 registros excluidos
Inclusión de documentos de investigación en revisión sistemática	38	Se excluyeron 7 registros basados en el escrutinio de resúmenes

Fuente: adaptado de El Bilali, H. (2018).

3. Desarrollo

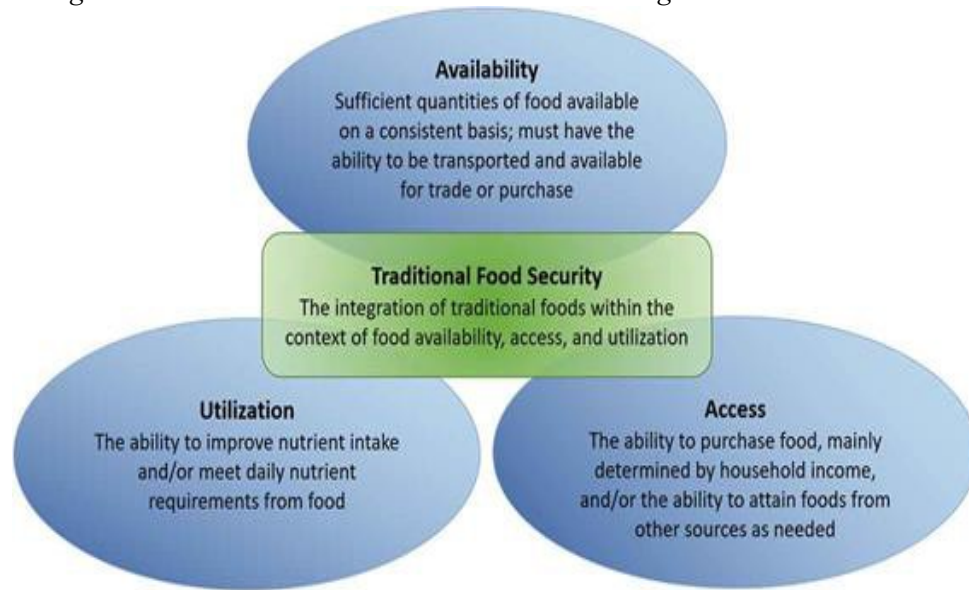
Seguridad Alimentaria

La seguridad alimentaria (SA) tiene alrededor de 200 formas diferentes en las que se utiliza el término, por un lado, se definen en términos de suministro adecuado de alimentos que pueden compensar la fluctuación de la producción y los precios a nivel mundial; por otra parte, puede entenderse como la capacidad que tiene un país para financiar importación suficiente de alimentos, o el acceso de las personas a alimentos suficientes de forma regular (Dwiartama & Piatti, 2016).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2017) la seguridad alimentaria es “una situación que existe cuando todas las personas, en todo el momento, tienen acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para satisfacer sus necesidades dietéticas y preferencias de alimentos para una vida activa y sana” (p. 7). Por otro lado, se concibe a la seguridad alimentaria como un derecho humano universal, es decir que subyace en la seguridad alimentaria el acceso constante a fuentes nutricionales adecuadas cuantitativa y cualitativamente (Rajan et al., 2016).

Las dimensiones que aborda la seguridad alimentaria, en función de la definición propuesta por la FAO en la Cumbre Mundial de la Alimentación del año 1996, son disponibilidad de alimentos, acceso a los alimentos, utilidad de los alimentos y estabilidad de los alimentos (FAO, 2006). En la figura 1 se pueden apreciar las interrelaciones de dichas dimensiones, conjuntamente con sus definiciones.

Figura 1 – Interrelación de las dimensiones de la seguridad alimentaria



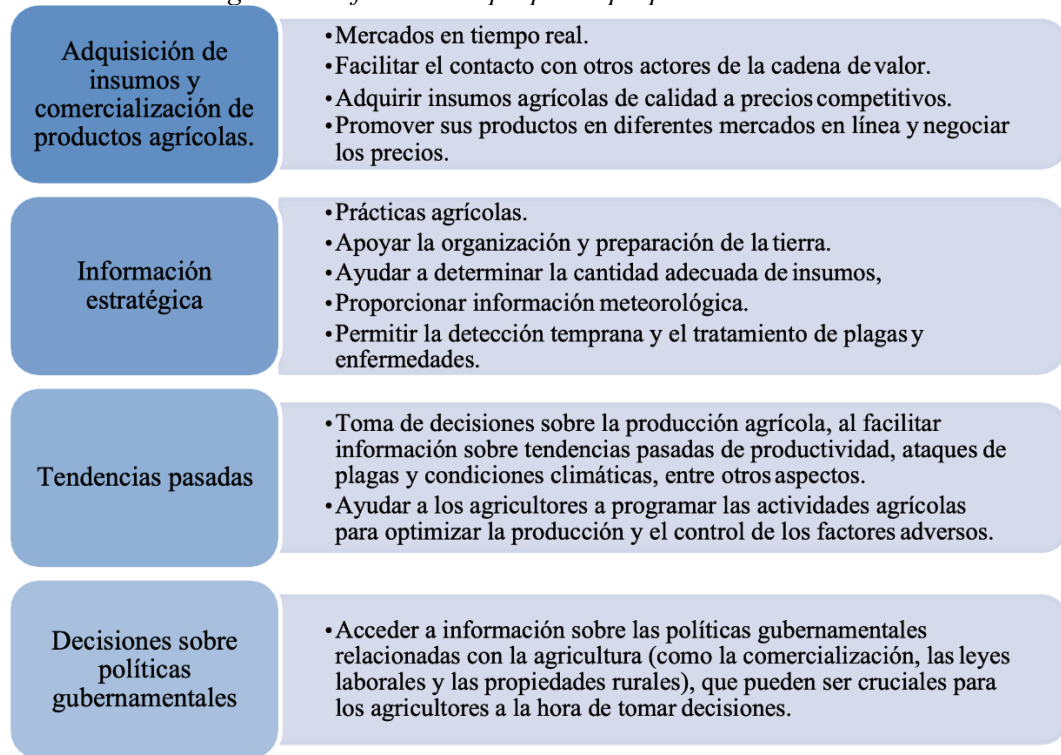
TICS y Seguridad Alimentaria

Fuente: FAO, 2004

La falta de información es un problema importante que causa la inseguridad alimentaria; los agricultores y zonas rurales carecen de la información suficiente y necesaria para hacer frente a los retos que la seguridad alimentaria exige. Por ejemplo, muchos agricultores desconocen las adecuadas prácticas de producción, los precios de los productos, los mercados de productos agrícolas disponibles, las dimensiones de la seguridad alimentaria, entre otros (Olaniyi & Ismaila, 2016). Adicionalmente, el cambio climático puede aumentar la vulnerabilidad de los cultivos a las infecciones, infestaciones de plagas y malas hierbas; así como, los fenómenos meteorológicos pueden tener un impacto inmediato adverso sobre la disponibilidad de alimentos (Gupta, 2016). Además, la volatilidad de los precios en el mercado, el aumento del uso de tierras agrícolas para producir biocombustibles en lugar de alimentos, el crecimiento de la población mundial, la pérdida de tierras agrícolas para el desarrollo residencial e industrial y la creciente demanda de los consumidores en los países en desarrollo también han sido citados como razones para el aumento de la inseguridad alimentaria (Biswal & Jenamani, 2018), en este sentido, la expansión de la frontera agrícola conlleva a cambios en las sociedades productoras, Kovacic & Viteri (2017) sostienen que los pequeños productores se encuentran en una trampa de subsistencia en la que la intensificación de la agricultura que no les conduce a una mejora en los ingresos, agrava las desigualdades sociales y afecta negativamente al ecosistema, influyendo en su resiliencia.

En este sentido, las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS), gracias a su gran expansión y rápido crecimiento, pueden contribuir positivamente en la reducción de la inseguridad alimentaria; las TICS pueden apoyar a los agricultores facilitando acceso a información incluida dentro de las siguientes categorías, abarcando todo el proceso de producción agrícola.

Figura 2 - Información que puede proporcionar las TICS



Fuente: FAO, 2016

Así mismo, las TICS pueden considerarse como herramientas de desarrollo, ya que tienen el potencial de reducir la brecha digital y reducir la pobreza, al proveer de herramientas tecnológicas de fácil acceso a las zonas rurales, brindar información actualizada sobre precios y procesos productivos, integrar y acercar a los agricultores a los mercados locales e internacionales, crear nuevas capacidades y redes entre los diferentes actores de la cadena de valor agrícola (Biswal & Jenamani, 2018; Cissell, 2014; Gupta, 2016); estas capacidades y redes pueden mejorar la eficiencia de las labores y los recursos de los campesinos, impulsar la productividad agrícola, y, en consecuencia, aumentar la rentabilidad (Jere, 2017).

Actualmente, se está hablando del uso holístico de las TICS, conceptualizado como agricultura inteligente o e-agricultura (Santosh et al., 2015), la e-agricultura conlleva el aprovechamiento pleno de los ordenadores y las redes, el Internet de las cosas, la computación en la nube, la tecnología 3S (teledetección, sistemas de información geográfica y GPS) y la tecnología de comunicación inalámbrica, para desarrollar la agricultura (UIT, 2016). Adicionalmente, varios estudios (Aker & Ksoll, 2015; Alam et al., 2018) mencionan que las zonas rurales tienen un mayor y más fácil acceso a las siguientes TICS: teléfonos celulares, televisión y radio. Estas herramientas proveen información sobre prácticas agrícolas, condiciones climáticas, seguridad alimentaria, condiciones de mercados; a través de mensajes de texto, propagandas y folletos informativos. El uso a nivel mundial de estas herramientas tecnológicas ha traído consecuencias positivas, por ejemplo, en Uganda, el acceso a la información de los mercados a través de la tecnología de telefonía móvil ha incrementado los ingresos de los agricultores entre un 16,5 y un 36 por ciento (Marke, 2014). También, en la India se está utilizando el almacenamiento de datos para facilitar el acceso a los alimentos mediante el pronóstico de demandas y necesidades (Sharma & Parhi, 2017), así mismo se están haciendo uso

de mensajes de texto para concientizar a los agricultores sobre factores de riesgo que puedan afectar las cosechas, con esto los agricultores pueden adelantarse a los problemas y generar mejores beneficios (Mittal & Hariharan, 2018). Por su parte, en África por medio de mensajes de texto, llamadas y programas radiales, se está informando a los agricultores sobre prácticas agrícolas, el clima, plagas y consejos en general (Hudson et al., 2017; Kabbiri et al., 2017). Además, se puede mencionar algunas aplicaciones móviles que se han creado como parte de la e-agricultura; Jaguza Livestock desarrollada para mejorar la producción y productividad del ganado en Uganda y en el mundo entero (Katamba & Mutebi, 2017); RATIN es un sistema de información de mercado que proporciona información en tiempo real sobre mercados y productos disponibles en el este de África (Ngombalu & Masali, 2014).

Por otro parte, el Ecuador ha desarrollado el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA), el cual es un servicio integrado de información estadística y geográfica, que sirve como insumo para la toma de decisiones del sector agropecuario, además, permite generar conocimiento científico-académico en el área y exponer la situación del país en el ámbito agropecuario (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017). El SIPA funciona recopilando los datos agroproductivos en territorio a través del levantamiento de boletas de información, las cuales son analizadas y procesadas; finalmente, se publica a través de los diferentes medios de difusión institucionales.

4. Resultados

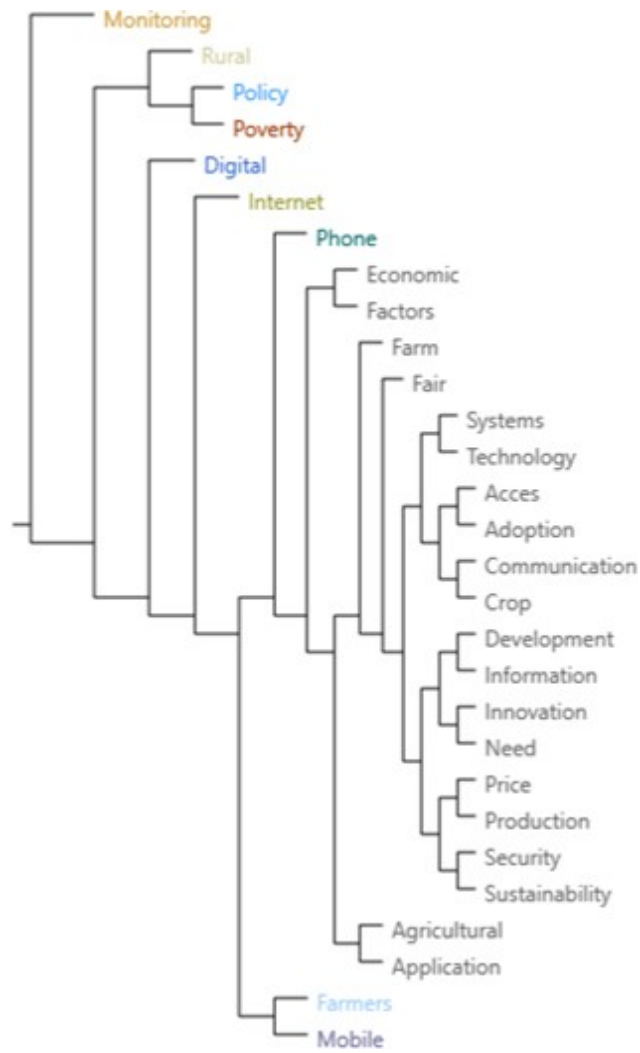
Para obtener información relevante que contribuya significativamente a la revisión sistemática de literatura, se analizaron 38 documentos obtenidos del proceso de revisión sistemática, a dichos documentos se les aplicó el análisis de contenido de frecuencia de palabras, actividad que se muestra en la figura 3, a través de una nube de frecuencia de palabras. Posterior a ello, se realizó un proceso de codificación de palabras que sirvió como insumo para análisis de conglomerados, mostrado en la gráfica 1. Finalmente, se generó una matriz de codificación que mostraba los nodos de las Tecnologías de Información Comunicación (TICS) presentes en cada documento de la RSL, es decir en los 38 documentos, véase en la tabla 2. Todo el proceso descrito anteriormente fue realizado a través del software Nvivo.

Figura 3 - Nube de frecuencia de palabras



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1 - Nodos conglomerados por similitud de codificación



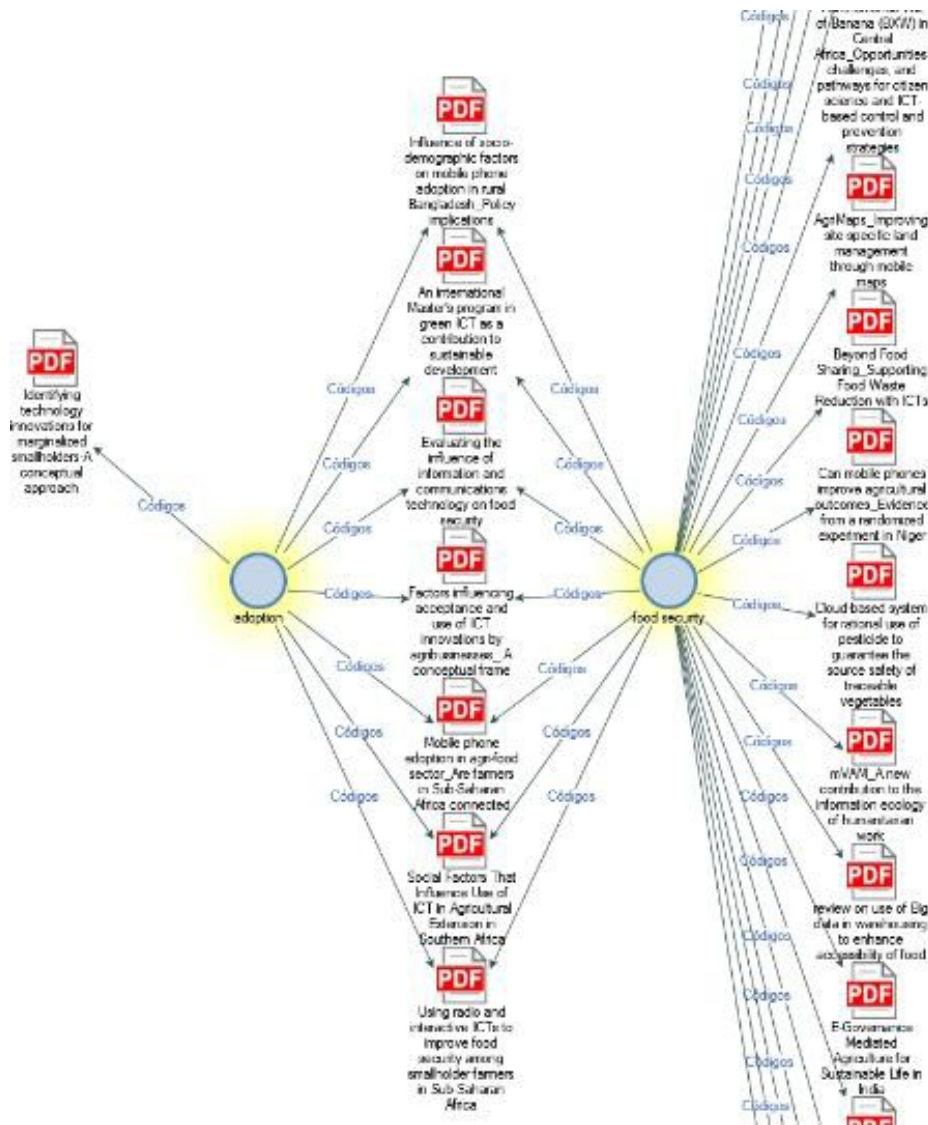
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Matriz de Codificación

	A : Adoption	B : Application	C : Communicati	D : Digital	E : Information	F : Internet	G : Mobile	H : Phone	I : Systems	J : Technology	Total
1 : Kabbiri, R., Dora, M., Kumar, V., Elepu, G., & Gell	136	12	29	13	94	7	164	171	20	111	5
2 : Jere, N. J., & Maharaj, M. S. (2017).	66	6	28	0	63	2	6	7	39	44	1
3 : Ibrahim, A. M., Hassan, M. S., & Gusau, A. L. (201	111	9	8	2	37	7	1	0	37	67	2
4 : Mittal, S., & Hariharan, V. K. (2018)	40	4	8	2	117	0	27	28	11	28	1
5 : Nakasone, E., & Torero, M. (2016).	29	3	15	3	103	9	52	90	13	21	4
6 : Moyo, R., & Salawu, A. (2018).	37	2	168	0	53	1	10	6	41	24	1
7 : Hudson, H. E., Leclair, M., Pelletier, B., & Sullivan	41	8	62	2	49	2	23	45	39	21	3
8 : Malek, M. A., Gatzweiler, F. W., & Von Braun, J. (63	0	14	0	28	1	0	4	16	67	2
9 : Witteveen, L., Lie, R., Goris, M., & Ingram, V. (20	28	3	53	46	32	3	9	50	43	21	3
10 : Alam, G. M., Alam, K., Mushtaq, S., Khatun, M.	85	2	18	13	57	13	94	94	12	17	5
11 : Masiero, S. (2015).	27	14	33	32	42	13	0	0	141	51	4
12 : Aldosari, F., Al Shunaiifi, M. S., Ullah, M. A., Mud	22	30	37	2	155	11	23	20	15	38	3
13 : Amarnath, G., Simons, G. W. H., Alahacocon, N.,	14	14	21	1	102	2	1	2	59	8	2
14 : Klimova, A., Rondeau, E., Andersson, K., Porrás,	82	24	48	2	41	1	24	1	86	106	5
15 : Tata, J., & McNamara, P. (2016)	22	11	21	1	33	22	2	3	13	44	1
16 : Lekakis, E. J. (2014).	13	0	32	45	70	37	11	4	27	27	2
17 : Olaniyi, O. A., Akin, O., & Ismaila, K. O. (2016)	14	3	27	1	79	4	2	19	21	31	0
18 : Xanthomonas Wilt of Banana (BXW) in Central A	27	9	36	10	155	1	11	7	70	63	3
19 : McCampbell, M., Schut, M., Van den Bergh, I., v	14	2	24	4	49	0	6	9	26	54	1
20 : Singh, D., Piplani, D., Nar, S., Karthik, S., Sharma	13	6	5	1	55	0	17	12	15	6	0
21 : Katamba, R., & Mutebi, B. (2017)	10	8	28	0	63	10	17	15	43	14	1
22 : Sharma, S., Shandilya, R., Tim, U. S., & Wong, J.	13	2	21	0	59	1	0	8	33	14	0
23 : Gyeltshen, P., & Osathanunkul, K. (2018)	14	12	9	23	62	14	3	2	37	19	2
24 : Aker, J. C., & Ksoll, C. (2016)	15	2	7	1	64	1	87	71	7	18	2
25 : Ciaghi, A., & Villafiorita, A. (2016)	9	27	7	1	10	0	2	1	19	8	1
26 : Ngombalu, J., & Masila, G. (2014)	8	7	16	0	131	0	11	12	67	4	2
27 : Garcia-Garcia, Woolleya & Rahimifarda (2016)	11	9	2	0	18	0	0	1	23	7	0
28 : Powell, A. (2017)	7	4	14	7	56	0	6	5	14	15	0
29 : Jordan, R., Eudoxie, G., Maharaj, K., Belfon, R.,	8	30	14	1	75	1	10	1	8	16	1
30 : Qian, J., Shi, C., Wang, S., Song, Y., Fan, B., & W	7	53	9	1	80	3	19	14	65	12	2
31 : Gupta, R. (2016)	6	6	7	1	26	9	6	6	23	35	1
32 : Anshari, M., Almunawar, M. N., Masri, M., & Ha	4	2	3	42	25	1	6	0	27	24	1
33 : Mock, N., Singhal, G., Olander, W., Pasquier, J. B	4	3	7	1	40	1	40	33	15	18	2
34 : Biswal, A. K., & Jenamani, M. (2018)	10	12	23	12	47	1	1	2	79	24	2
35 : Behera, B. S., Panda, B., Behera, R. A., Nayak, N	3	2	11	3	32	4	0	1	13	17	0
36 : Behera, B. S., Das, T. K., Jishnu, K. J., Behera, R.	3	7	56	2	35	6	1	8	24	18	1
37 : Dudin, M. N., Pavlova, K. P., Frolova, E. E., Samu	8	12	24	11	92	18	12	17	38	61	2
38 : Sharma, R., & Parhi, S. (2017)	1	3	11	0	99	1	1	0	15	11	1
	40,46	14,33	37,74	11,29	95,84	8,17	29,01	30,36	51,08	46,34	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2 – Información cruzada en artículos científicos relacionada con la binaridad seleccionada



Fuente: Elaboración propia

5. Discusión y análisis

En lo que se refiere a la nube de frecuencia de palabras, de la figura 3, muestra que las palabras con mayor representatividad son information, technology, farmers, mobile, etc. Por otro lado, el dendograma de la gráfica 1 da cuenta de las relaciones más cercanas entre los diferentes nodos o términos que están alrededor de un tema específico. Por ejemplo, farmers y mobile; communication y crop; etc. Además, la matriz de codificación ayudó a identificar temas claves alrededor de la seguridad alimentaria que posteriormente fueron utilizados para determinar la información cruzada encontrada en artículos científicos relacionada con la binaridad seleccionada, como ejemplo ver gráfico 2.

Por otra parte, al articular el binomio de food security con adoption, Kabbiri et al. (2018), en su investigación muestra la adopción de teléfonos móviles en el sector agroalimentario en

África subsahariana, el estudio aportó con información clave acerca de las actividades subyacentes que involucran a las partes interesadas, para que la tecnología beneficie a la comunidad agrícola de la región. Así mismo, la investigación detectó que, en la cadena de valor agrícola de la región, no existe el aprovechamiento máximo de telefonía móvil por parte de los agricultores, en contraste con los otros actores de la cadena, como son comerciantes intermediarios, procesadores y transportistas. Se destaca que debe existir una percepción de facilidad de uso de los teléfonos móviles en el contexto de las partes interesadas; ya que, se pueden introducir más aplicaciones útiles para las comunidades agrícolas, dichas aplicaciones pueden servir para monitorear el clima, conocer precios de insumos y de productos. Otro aspecto importante de la investigación refiere a las variables de influencia de adopción de tecnología, como son edad, tamaño del hogar y el tiempo que los productores han dedicado a la agricultura. Por su parte, Jere (2017), en concordancia con lo que mencionó el autor anterior acerca de la facilidad de uso de la tecnología, en su estudio buscó evaluar el papel que desempeñan las TIC para garantizar la seguridad alimentaria, también encontró que la facilidad de uso percibida de las TIC tiene el efecto más significativo con respecto a su adopción y difusión entre pequeños agricultores en el municipio del distrito de iLembe, Sudáfrica. Hudson (2017) señala la adopción de prácticas agrícolas en el África subsahariana por medio una campaña de radio participativa mejorada de las TIC, más no la adopción de tecnología, per se. Alam (2018) menciona la adopción de teléfonos móviles por parte de hogares rurales pobres en Bangladesh, sin embargo, no se enfoca en la seguridad alimentaria.

Al analizar la combinación entre food security con application, Ciaghi & Villafiorita (2016) abordan en su estudio la introducción de procesos y tecnologías innovadoras para modificar prácticas actuales de los excedentes de alimentos en Italia, cabe señalar que, aunque no se menciona de manera explícita la seguridad alimentaria en su estudio, dicha gestión involucra la reducción de desperdicio de alimentos, hecho que puede considerarse como una variable decisoria en miras de contribuir a la seguridad alimentaria. Estos autores, proponen soluciones innovadoras de TIC que coadyuvan, por un lado, a minimizar la cantidad de alimentos que podrían desperdiciarse, y, por otro, benefician a personas necesitadas. En lo que respecta a la investigación de Jordan (2016), se aborda la seguridad alimentaria desde la perspectiva del uso de un aplicativo basado en Android, creado para proporcionar información sobre el suelo y ofrece recomendaciones para los cultivos, dicho aplicativo está destinado para actores involucrados en el sector agrícola de Trinidad y Tobago. La función del aplicativo es la administración de fincas y planificación agrícola, de manera que, se utilicen eficientemente recursos limitados. Según la investigación de Qian et al. (2018), realizada en Tianjin, China, menciona que la utilización de una plataforma basada en la nube para generar directrices de uso de pesticidas, conjuntamente con el acceso a la información, pueden contribuir a la seguridad alimentaria y la producción más limpia, en el contexto de las cadenas de suministro de alimentos.

De acuerdo con la relación entre food security y phone/mobile, Kabbiri et al. (2018) mencionan que su investigación contribuye a promover el uso de teléfonos móviles en comunidades agrícolas; para ello, indican que cualquier tecnología será mayormente adoptada si el usuario percibe ventajas tanto en la utilidad como en la facilidad de uso; adicionalmente demuestran que la adopción de tecnología está influida por factores mencionados en párrafos anteriores. Alam et al. (2018) al realizar un examen de los factores que inciden en la adopción de teléfonos móviles; por un lado, encuentran que los ingresos del hogar influyen positivamente en la adopción de teléfonos móviles, a pesar de que el impacto no es estadísticamente significativo; pero, por otro, factores como la edad de los encuestados, la educación y la categoría de granja son influencias estadísticamente significativas en la adopción de teléfonos móviles.

Aker & Ksoll (2016) evalúan, a través de un estudio de caso en Nigeria, el uso de la telefonía móvil por parte de los agricultores; al identificar que los productores que reciben acceso a un teléfono móvil y aprenden a usarlo, aumentan el número de tipos de cultivos. Cabe señalar que, si bien el uso de TICS diversificó la producción agrícola, hace falta abordar otras fallas para acceder a los mercados y mejorar el bienestar de los agricultores.

Al relacionar los términos food security con information systems, Qian et al. (2018), autores citados anteriormente, sugieren que el sistema de control de plaguicidas, tanto en uso como verificación, a través de una plataforma digital virtual promueve un manejo razonable de los cultivos convirtiendo a la seguridad alimentaria y la producción más limpia en aristas de las cadenas de suministros de alimentos. Adicionalmente, Ngombalu & Masila (2014) proporcionan información sobre RATIM, un sistema de información de mercado para aumentar el comercio regional, estabilizar los precios y mejorar la seguridad alimentaria en África; obteniendo un enfoque holístico y la determinación de un modelo de negocio sostenible para la provisión de información. Amarnath et al. (2018), presentan un sistema de comunicación de entrega de datos de TIC inteligentes a los agricultores para informar las condiciones agrometeorológicas y sugerencias de riego para la toma de decisiones basados en pronóstico de inundaciones, así como monitoreos del crecimiento de cultivos y el consumo de agua usando un algoritmo de balance de energía de superficie.

Por su parte, Biswal & Jenamani (2018), mencionan que una forma de aumentar la seguridad alimentaria mediante el uso de TIC, es la inclusión de factores como: acceso de información en tiempo real, reducción de costo de transacción, fomento a la diversificación agrícola y acceso al conocimiento global; así mismo, sugieren que entre las tecnologías que se pueden utilizar en áreas rurales se encuentran radio, televisión y teléfonos móviles; adicionalmente, se suman aplicaciones de sistemas de geolocalización (GIS), trazabilidad y cadena de suministros. Masiero (2015) menciona que la tecnología puede actuar como un medio de reforma que rediseña sustancialmente la naturaleza de las redes de seguridad social existentes, en este caso hacia la seguridad alimentaria a partir de un sistema que combina un conjunto de funciones que permite a los beneficiarios rastrear las transacciones en el nivel de tienda de racionamiento en Kerala, India, pero con cobertura limitada en la cadena de suministro. Por último, Klimova (2016) expone los resultados obtenidos de un sistema realizado a través de un programa de capacitación a nivel de educación superior cuyo objetivo es combinar las TIC con la conciencia ambiental, económica y social; al iniciar procesos para incorporar temas de sostenibilidad en sus planes de estudio.

Con respecto al binarismo food security y communication, Moyo & Salawu (2018) realizan un análisis de los resultados relacionados con la comunicación efectiva entre extensionistas y pequeños productores en un proyecto de transferencia de tecnología realizado en Zimbabwe; este proyecto agrícola pretendía mejorar la productividad e impactar positivamente en la vida del grupo objetivo. El principal resultado de este estudio muestra que pequeños productores solicitaban tener acceso a nuevos medios de comunicación personalizada con el apoyo de los extensionistas. En el trabajo de Hudson et al. (2017) proponen una serie de estrategias para proporcionar información sobre prácticas agrícolas innovadoras a los pequeños agricultores, a través de campañas de radio participativas apoyadas en las TIC. Este estudio comprueba que la radio puede ser un instrumento para crear conciencia sobre las mejores prácticas aplicables a la seguridad alimentaria entre los agricultores africanos.

Siguiendo con esta relación, se puede insertar el término e-agricultura. En este tema se desarrolló un estudio en la India, por parte de Behera et al. (2016) que se centró en analizar la capacitación de los productores en actividades relacionadas con agricultura, aumento del

conocimiento y soluciones tecnológicas. En este estudio se destaca la estrategia agrícola del Gobierno acerca de la influencia de disponibilidad de tierra y agua fija, para lograr la meta de crecimiento del 4% en la agricultura, mediante el incremento de la productividad por unidad de recursos naturales escasos a través del uso efectivo de la tecnología. El papel de la TI para desarrollar e-agricultura y la calidad de vida en la zona rural es muy importante; ya que facilitan información relevante de insumos agrícolas, tecnologías de producción de cultivos, procesamiento de productos agrícolas, apoyo al mercado, agro-finanzas; y la gestión de la agroindustria. Las TI pueden aportar significativamente tanto al desarrollo de la extensión agrícola, como a la ampliación de la investigación agrícola y el sistema educativo.

En relación con *food security e information*, los sistemas de información de mercado pueden contribuir en gran medida a la seguridad alimentaria. Por ejemplo, entre los logros del sistema RATIN, analizados en el estudio de Ngombalu & Masila (2014) se incluyen, aumento en la cantidad de productos básicos y mercados monitoreados, eficiencia mejorada, precisión y puntualidad en el envío de datos a través de teléfonos inteligentes habilitados para GPS, análisis e informes de datos, mayor uso amigable y sistema interactivo, sistema de consulta de datos, generación de tendencias básicas y análisis estadísticos en línea, y proceso de difusión eficiente a través del nuevo sistema de SMS. Se considera que una estrategia potencial que puede aumentar considerablemente la viabilidad, el éxito y la sostenibilidad de un sistema de información de mercado son el crowdsourcing, la combinación de recursos, las asociaciones y la colaboración entre organizaciones e instituciones interesadas.

En el trabajo de Sharma & Parhi (2017) en la India, analizan los problemas de los productores, el estatus las comunidades agrícolas, y el uso de Big Data como una posible solución para el almacenamiento de datos y educación de los consumidores. Se observa que los principales problemas que afectan a los agricultores son las carencias de: conocimiento de la demanda; mercado; accesibilidad al mercado; e infraestructura. En consecuencia, la posibilidad de acceder, analizar y gestionar grandes volúmenes de datos es crítica para mejorar las técnicas de producción y los rendimientos, además el pronóstico que optimiza las cadenas de suministro. Amarnath et al. (2018), muestran en su investigación cómo la integración de la teledetección, los sistemas de información geográfica (GIS), los modelos de difusión de inundaciones mediante el uso de información basada en la web y la mensajería instantánea (SMS / MMS) y las plataformas de comunicación pueden, casi en tiempo real, alertar a los pequeños agricultores y a las entidades de gobierno sobre ciertos fenómenos naturales, con el objetivo de planificar actividades que les permita salvaguardar recursos hídricos.

En la relación entre *food security y technology*, Klimova (2016), al considerar la implementación de un programa educativo de maestría en TIC con los principios de desarrollo sustentable, en los que se incluyen actividades que requieren atención inmediata como la seguridad alimentaria, en miras de garantizar un mayor desarrollo de las TIC verdes en torno a los desafíos de sostenibilidad McCampbell (2018), en su estudio relacionado con las bacterias *Xanthomonas* (BXW) en los sistemas de producción de banano en Africa Central, utilizó un concepto teórico que combina las TIC para la agricultura y ciencia ciudadana. Desde este enfoque, las TIC son considerados factores clave para las iniciativas de ciencia ciudadana, que se centran en los datos de la multitud de ciudadanos, frecuentemente en conjunto con una plataforma en línea basada en las TIC. Masiero (2015), centró su investigación en el sistema de distribución pública (PDS) en Kerala, India, el principal programa nacional de seguridad alimentaria. Programa que se automatizó para mejorar la eficacia de los procesos existentes, pero principalmente para combatir el fenómeno de la mafia del arroz, que impide que los beneficiarios accedan a los alimentos subsidiados que tienen derecho, la autora señala que la tecnología puede

actuar como un medio de reforma, que rediseña sustancialmente la naturaleza de las redes de seguridad social existentes, de manera particular en los PDS.

En cuanto a investigaciones realizadas por Dudin et al. (2018) en Rusia, manifiestan que existen dos áreas clave de la intensificación de la producción agrícola utilizando tecnologías de la información con fines de contribuir a la seguridad alimentaria: la creación de una base de datos unificada de los recursos para los productores agrícolas; e introducción de digitalización de producción agrícola en la Federación Rusa. Adicionalmente, identificaron que la cobertura digital en las áreas rurales se encuentra en desarrollo, aún con complicaciones en su difusión. Ibrahim et al. (2018) concluyen que la adopción de tecnología debería considerar la integración de la organización y la gestión para favorecer a la seguridad alimentaria desde la perspectiva empresarial; prueba de ello son las estadísticas que ubican al sector agrícola con 6.2%, en relación al total de pymes en Malasia; y contribuyen con 6.6% al PIB. Como se mencionó anteriormente, Kabbiri et al. (2018) también relacionan la tecnología con la seguridad alimentaria en Uganda; para ello recalcan que la tecnología de los teléfonos móviles se está difundiendo en África y desempeña un papel vital para facilitar la obtención de beneficios de la adopción de tecnologías.

6. Conclusiones

La revisión sistemática de literatura que vinculan a las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) presentes en los sistemas alimentarios muestra la simbiosis entre estas temáticas, de tal manera que la TICS se visibilizan como un eje transversal que aporta a las diferentes dimensiones de la seguridad alimentaria, como son la disponibilidad, acceso y utilización. El vasto campo de las TICS influye de manera determinante en los actores de la seguridad alimentaria, es decir, el acceso a teléfonos móviles, dispositivos electrónicos, sistemas de información, aplicativos, etc. Adicionalmente favorecen el acceso a información relevante y clave para el desempeño de un sistema en el subyace una comunidad de beneficiarios; ya sean productores, comercializadores, consumidores o integrantes de programas sociales alimenticios.

Se considera interesante conocer en futuras investigaciones, el estado del arte de la brecha tecnológica existente entre determinados actores de la seguridad alimentaria, por ejemplo, una comunidad de agricultores de productos agrícolas ancestrales en los países en desarrollo. Por otro lado, también sería importante conocer las políticas públicas ligadas a las TICS y desarrollo de sistemas alimentarios que contribuyan a reducir la inseguridad alimentaria.

El aporte del estudio se refleja en dos perspectivas, por un lado, se incluye a la revisión sistemática de literatura el análisis de contenido a través de frecuencia de palabras. Además, se incluyen un análisis de conglomerados y una matriz de codificación; elementos que en conjunto facilitan el análisis del material bibliográfico escogido para revisión. Por otra parte, se presenta el desempeño y avance que han tenido de las TICS en los diferentes ámbitos de la seguridad alimentaria desde el año 2014 hasta la actualidad.

7. Referencias

- Aker, J., & Ksoll, C. (2015). Can mobile phones improve agricultural outcomes? Evidence from a randomized experiment in Niger. *Journal of food policy*. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.03.006>
- Alam, M., Alam, K., Mushtaq, S., Khatun, M., & Mamun, M. (2018). Influence of socio-demographic factors on mobile phone adoption in rural Bangladesh: Policy implications. *Information Development*, 1–10. <https://doi.org/10.1177/0266666918792040>
- Aldosari, F., Al Shunaifi, M., Ullah, M., Muddassir, M., & Noor, M. A. (2017). Farmers' perceptions regarding the use of Information and Communication Technology (ICT) in Khyber Pakhtunkhwa, Northern Pakistan. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.

- Amarnath, G., Simons, G. W. H., Alahacoon, N., Smakhtin, V., Sharma, B., Gismalla, Y., & Andriessen, M. (2018). Using smart ICT to provide weather and water information to smallholders in Africa: The case of the Gash River Basin, Sudan. *Climate Risk Management*, 22, 52-66.
- Behera Rajan, P., Chopra, S., Somasekhar, A., & Laux, C. (2016). Designing for Food Security: Portability and the Expansion of User Freedoms through the COREPDS in Chhattisgarh, India. *Information Technologies & International Development*, 12(3), pp-1.
- Biswal, A. & Jenamani, M. (2018). Leveraging ICT for Food Security: An Analysis in the Context of PDS in India. *Springer Nature*, 376–390. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1343-1>
- Ciaghi, A. & Villafiorita A. (2016). Beyond Food Sharing: Supporting Food Waste Reduction with ICTs. Fondazione Bruno Kessler. Italia
- Cissell, A. (2014). Examining the Role of Information and Communication Technologies to Improve Food Security Management: The Case in Oregon. *Applied Information Management*, 1277, 1–107.
- Dudin, M., Pavlova, K., Frolova, E., Samusenko, T., & Popova, I. (2018). Information Technologies as an incentive for Russian Agriculture. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. Vol. 18, Issue 1
- Dwiartama, A., & Piatti, C. (2016). Assembling local, assembling food security. *Agriculture and human values*, 33(1), 153-164.
- El Bilali, H. (2018). Transition heuristic frameworks in research on agro-food sustainability transitions. *Environment, Development and Sustainability*, 1-36
- FAO. (2004). Voluntary Guidelines to Support the Progressive Realization of the Right to Adequate Food in the Context of National Food Security.
- FAO. (2006). Food Security Policy Brief.
- FAO. (2016). El uso de la tecnología de la información en la agricultura de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) y más allá.
- FAO. (2017). The state of food security and nutrition in the world. Building resilience for peace and food security. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome. Retrieved from www.fao.org/state-of-food-security-nutrition.
- Food Security Portal. (2017). Food Security Portal. Retrieved from <http://www.foodsecurityportal.org/icts-improve-food-security-and-aid-agricultural-initiatives>
- Gupta, R. (2016). Food Security and Safety using advanced Information and Communication Technologies (ICTs). *Indian Institute of Technology Delhi*, New Delhi, India
- Hudson, H., Leclair, M., Pelletier, B., & Sullivan, B. (2017). Using radio and interactive ICTs to improve food security among smallholder farmers in Sub-Saharan Africa. *Telecommunications Policy*, (March), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.05.010>
- Ibrahim, A., Hassan, M., & Gusau, A. (2018). Factors Influencing Acceptance and Use of ICT Innovations by Agribusinesses. *Journal of Global Information Management (JGIM)*, 26(4), 113-134.
- Jere, N. & Maharaj, M., 2017, Evaluating the influence of information and communications technology on food security, *South African Journal of Information Management* 19(1), a745. <https://doi.org/10.4102/sajim.v19i1.745>
- Jordan, R., Eudoxie, G., Maharaj, K., Belfon, R., & Bernard, M. (2016). AgriMaps: Improving site-specific land management through mobile maps. *Computers and Electronics in Agriculture*, 123, 292-296.
- Kabbiri, R., Dora, M., Kumar, V., Elepu, G., & Gellynck, X. (2017). Technological Forecasting & Social Change Mobile phone adoption in agri-food sector: Are farmers in Sub-Saharan Africa connected? *Technological Forecasting & Social Change*, (October), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.010>
- Katamba, R., & Mutebi, B. (2017). Jaguza Livestock App, the App Transforming Livestock Production and Strengthening Food Security. International Information Management Corporation. *IST*, 1–12. IIMC
- Klimova, A., Rondeau, E., Andersson, K., Porras, J., Rybin, A., & Zaslavsky A. (2016). An international Master's program in green ICT as a contribution to sustainable development, *Journal of Cleaner Production*, doi:10.1016/j.jclepro.2016.06.032.
- Kovacic, Z., & Viteri, O. (2017). The lose-lose predicament of deforestation through subsistence farming: Unpacking agricultural expansion in the Ecuadorian Amazon. *Journal of Rural Studies*. doi:10.1016/j.jrurstud.2017.02.002
- Marke, A. T. (2014). Climate-ResiliEnt Agriculture and Food Security. *Global Solutions Network*, 1–43.
- Masiero, S. (2015). Redesigning the Indian Food Security System through E-Governance: The Case of Kerala. *World Development* Vol. 67, pp. 126–137
- McCampbell, M., Shuta, M., Van den Bergh, I., Van Schagend, B., Vanlauwee, B., Blommef, G., Gaidashovag, S.,

- Njukweh, E., & Leeuwis, C. (2018). Xanthomonas Wilt of Banana (BXW) in Central Africa: Opportunities, challenges, and pathways for citizen science and ICT-based control and prevention strategies. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2018.03.002>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). Sistema de información pública agropecuaria.
- Mittal, S., & Hariharan, V. (2018). Climate Risk Management Mobile-based climate services impact on farmers' risk management ability in India. *Climate Risk Management*, (August), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.08.003>
- Morán, M. (2019). Hambre y seguridad alimentaria - Desarrollo Sostenible. *Desarrollo Sostenible*. Retrieved from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
- Moyo, R., & Salawu, A. (2018). A survey of communication effectiveness by agricultural extension in the Gweru district of Zimbabwe. *Journal of Rural Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.03.002>
- Ngombalu, J., & Masali, G. (2014). Original Study Enhancing intra-regional grain trade in Eastern Africa through market information systems: The case of the Regional Agricultural Trade Intelligence Network (RATIN). *EAGC*, 23, 1–12. <https://doi.org/10.1684/agr.2014.0711>
- Olaniyi, O., & Ismaila, O. (2016). Information and Communication Technologies (ICTs) Usage and Household Food Security Status of Maize Crop Farmers in Ondo State, Nigeria: Implications for Sustainable Development. *Library Philosophy and Practice*, 0–18.
- Qian, J., Shi, C., Wang, S., Song, Y., Fan B., & Wu, X. (2017). Cloud-based system for rational use of pesticide to guarantee the source safety of traceable vegetables. *Food Control*. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.12.015>
- Santosh, B., Das, T., Behera, K., Behera, A., & Jena, S. (2015). E-Governance Mediated Agriculture for Sustainable Life in India. *Procedia - Procedia Computer Science*, 48(Iccc), 623–629. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.144>
- Sharma, R., & Parhi, S. (2017). A review on use of big data in warehousing to enhance accessibility of food. *ICCES*, (Icces), 663–667.
- UNCTAD. (2017). Función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la garantía de la seguridad alimentaria para el año 2030 (E/CN.16/2017/3). Retrieved from https://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ecnl62017d3_es.pdf
- UIT. (2016). La importancia de las TIC para la seguridad alimentaria.

BNDES e o estímulo à produção de biomedicamentos por grandes farmacêuticas nacionais

Rodolfo Balistero Franco¹
Universidade Federal de São Paulo, Brasil
rodolfo.balifranco@gmail.com

Pollyana de Carvalho Varrichio
Universidade Federal de São Paulo, Brasil
pollyana.carvalho@unifesp.br

Resumo

Este artigo tem como objetivo central apresentar os estímulos ofertados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) às grandes empresas do setor farmacêutico brasileiro na busca por melhora na competitividade e desenvolvimento tecnológico. De acordo com as estratégias concorrenciais para o setor, a inovação tecnológica é a estratégia que possui maior retorno e proporciona conquistar maiores fatias de mercado. Neste contexto, buscou-se analisar os desembolsos do BNDES para as empresas farmacêuticas a fim de verificar se os aportes estariam sendo direcionados a projetos de financiamento de P&D. Este artigo realiza um estudo descritivo ao passo que tem como objetivo descrever e relacionar os dados do BNDES com as características dos projetos financiados. Foi possível observar que as principais empresas farmacêuticas apoiadas são nacionais e desenvolvem projetos de grande intensidade tecnológica – como o desenvolvimento de biossimilares.

Palavras chaves

Indústria farmacêutica, inovação tecnológica, BNDES, biomedicamentos.

1. Introdução

É possível observar que o mercado farmacêutico brasileiro possui boas perspectivas de crescimento no longo prazo, tanto em termos de faturamento quanto produtividade. Este prognóstico faz-se coerente quando analisamos alguns elementos como: a curva de ascensão da expectativa de vida registrada pelo Banco Mundial (em 1990 a expectativa de vida era de 65 anos, em 2016 registra-se 75 anos); maior mobilidade social observada nos anos 2000; e a preocupação das grandes empresas farmacêuticas em melhorar seus portfólios com produtos de maior valor agregado – e que levam consigo a utilização de tecnologias de produção mais avançadas (Pieroni et al. 2012).

Este último fator é bastante relevante pois a produção de produtos farmacêuticos com maior valor agregado permite prospectar novos mercados, elevar o faturamento e gerar externalidades positivas ao bem-estar da sociedade – como o tratamento de doenças de maior complexidade. Os chamados biomedicamentos se enquadram na “prateleira” deste tipo de produtos, visto a complexidade de seu desenvolvimento e a utilização em tratamentos de doenças como o câncer (Niazi 2015).

¹ Agradecimentos: à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2018/13438-8, que financiou a pesquisa que deu origem a este artigo.

O desenvolvimento de biomedicamentos ou biossimilares precede da existência de fatores como: grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), um arcabouço regulatório para propriedade intelectual adequado, e a demanda latente para absorver a oferta destes produtos. É neste contexto que um conjunto de atores públicos, privados e fatores institucionais contribuíram e tem contribuído para as transformações observadas no setor farmacêutico.

Ao longo deste artigo será discutido as transformações ocorridas no mercado farmacêutico que proporcionaram às grandes farmacêuticas nacionais adotarem estratégias de mercado que privilegiassem os esforços em P&D, e que tornaram, neste contexto, a atuação do BNDES relevante.

O objetivo central é verificar se há coerência entre os desembolsos realizados a partir dos instrumentos de financiamento com foco em gerar inovação tecnológica na indústria farmacêutica nacional – BNDES Profarma e BNDES Funtec – e as empresas e projetos beneficiados.

- Procedimentos metodológicos

Este artigo caracteriza-se por ser um estudo descritivo na medida em que tem por finalidade descrever e relacionar os dados acerca dos desembolsos do BNDES com as características dos projetos financiados. A pesquisa descritiva tem como objetivo principal a descrição de características de determinada população ou fenômeno de relações entre variáveis (Gill, 1999). No âmbito da pesquisa descritiva a preocupação fundamental está em observar os dados, registrá-los, analisá-los e interpretá-los, mas sem a interferência do pesquisador na manipulação destes (Andrade, 2002).

Os dados acerca das operações de crédito - referentes ao BNDES Profarma e BNDES Funtec - foram coletados junto ao portal do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) na subseção de central de downloads. Os dados selecionados correspondem aos desembolsos apenas para as empresas farmoquímicas e farmacêuticas – que se inserem no subsetor da indústria de transformação. Os valores dos desembolsos contratados pelas empresas ou instituições de pesquisa foram somados durante o período de análise. O período de análise, de 2004 a 2017, contempla as principais transformações na indústria farmacêutica no âmbito de políticas industriais setoriais e das estratégias concorrenciais.

2. Transformações recentes na indústria farmacêutica brasileira

As transformações na indústria farmacêutica no período recente foram diretamente influenciadas por três fatores fundamentais: a construção de um novo arcabouço regulatório (segunda metade da década de 1990); a expansão da demanda doméstica (a partir dos anos 2000); e as políticas industriais para o financiamento de atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que contaram com a atuação BNDES.

Ao final dos anos 90, o Brasil cede à pressão internacional e aprova uma nova Lei de Propriedade Industrial (*LPI*) que garante à concessão de patentes. Até então, o mercado farmacêutico nacional estava envolvido em conflitos comerciais com os Estados Unidos, que nos impunha sanções pela ausência da garantia da propriedade industrial (Marques, 1994; Nogués, 1990). O código de patentes (lei 9279/96) entrou em vigor em 1997 e contemplou a concessão de patentes tanto aos produtos quanto aos processos farmacêuticos.

Observam-se duas interpretações distintas acerca dos efeitos sobre o mercado e o bem-estar social a partir do estabelecimento do marco regulatório para as patentes na indústria

farmacêutica. De um lado, tem-se o discurso de que as patentes fortaleceriam a indústria farmacêutica ao incentivar um ambiente de negócios mais seguro - implicando em aumento de investimentos em projetos transformadores com elevados graus de risco e retorno. Do outro lado, existe o argumento de que a imposição de barreiras ao acesso à informação acarretaria prejuízos ao acesso à saúde pública e a livre produção científica (Meiners, 2008). A correlação entre a regulamentação de patentes e os investimentos em P&D para a geração de inovações pode ser observada em alguns trabalhos, como os de Coriat & Orsi (2002) e Correa (2001).

A imposição de patentes farmacêuticas no Brasil refletiu, em um primeiro momento, na queda no consumo de medicamentos entre 1997 e 2004. O mercado, entretanto, apresentou crescimento no faturamento - considerando o aumento na oferta de produtos farmacêuticos com maior valor agregado (Capanema & Palmeira, 2004).

Contudo, com o surgimento da lei que promove a criação dos medicamentos genéricos (lei 9 787 de 10 de fevereiro de 1999) somado à ascensão da população que passaria a integrar faixas intermediárias de renda, verificou-se um aquecimento do setor farmacêutico em meados de 2004. Os genéricos² possibilitaram a expansão da demanda pois tratava-se de medicamentos acessíveis à parcela de renda em ascensão social, além disso, promoveram crescimento da indústria farmacêutica nacional - na medida que o requisito técnico para a produção deste tipo de medicamento era compatível às farmacêuticas nacionais. É importante destacar que os genéricos não reduziram o mercado de medicamentos ao substituírem os produtos de referência, mas sim, proporcionam maior crescimento do mercado (Pimentel, 2012).

O setor farmacêutico é altamente concentrado, sobretudo quando se trata dos genéricos: as quatro maiores empresas nacionais (Medley-Sanofi, Grupo EMS, Hypermarcas e Eurofarma), detêm juntas mais de 75% do mercado em 2008 segundo o estudo de Rosenberg (2009). Esta concentração era ainda mais intensa no início dos anos 2000, cerca de 90%.

O fortalecimento das empresas nacionais do setor interessa à administração pública dado o grande volume de compras públicas de medicamentos - que é fruto do direito garantido ao acesso universal à saúde pública assegurada pela a Constituição de 1988 em seu artigo 196 - e pela Política Nacional de Medicamentos (Portaria nº 3.916, de 30 de outubro de 1998) que garante a assistência farmacêutica por meio dos SUS (Sistema Único de Saúde)

“A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção proteção e recuperação” (Art. 196 da Constituição Federal de 1988).

A necessidade de um mercado que atenda a essa demanda com preço e tecnologia adequados é latente. Pode-se observar na Política Nacional de Medicamentos a preocupação com o estímulo ao desenvolvimento tecnológico do mercado interno a fim de assegurar a manutenção da oferta de medicamentos.

“A oferta de medicamentos está intrinsecamente relacionada com a pesquisa e o desenvolvimento, os quais, por sua vez, encerram aspectos relativos à estrutura e ao perfil industrial no Brasil, composto por três segmentos de produção: nacional público, nacional privado e de empresas de capital transnacional no setor - este último predominante no País. Caberá ao Ministério

² Segundo a lei 9 787/99 e o genérico é um medicamento similar e intercambiável com um produto de referência ou inovador.

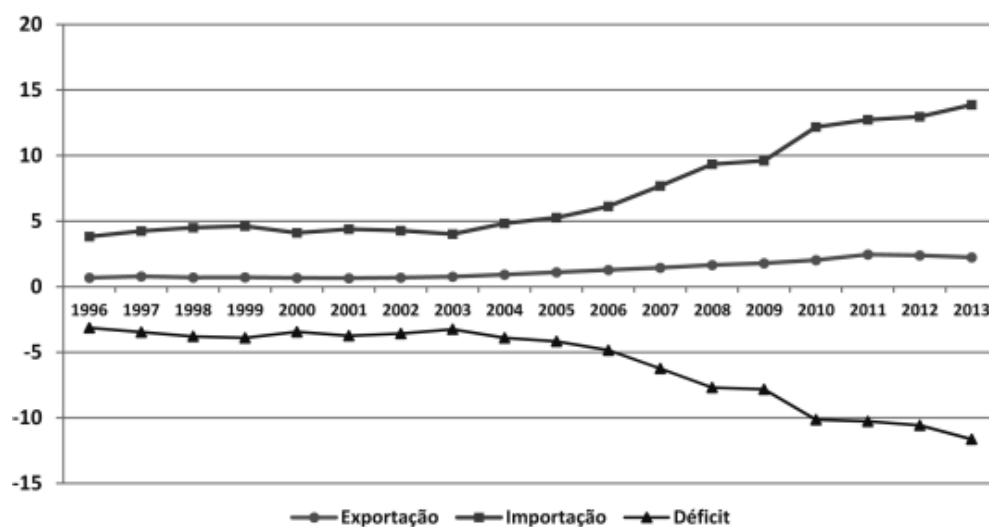
da Saúde, por intermédio do órgão responsável pela implementação da Política de Ciência e Tecnologia, estimular uma maior articulação das instituições de pesquisas e das universidades com o setor produtivo, a partir do estabelecimento de prioridades” (Portaria nº 3.916, de 30 de outubro de 1998).

Alguns esforços institucionais sinalizam a relevância do complexo da saúde para agenda governamental. A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), instituída em 2004, elegeu o complexo farmacêutico como uma das prioridades dado seu potencial de desenvolvimento de tecnologias portadoras de futuro. Ainda em 2004 é lançada a Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde (PNCTIS) contendo três princípios fundamentais: universalidade, integralidade e equidade.

Na PNCTIS passa-se adotar o conceito de Complexo Produtivo em Saúde, composto por três grupos: i) pelas indústrias químicas; ii) farmacêuticas e de biotecnologia; iii) pelas indústrias mecânica, eletrônica e de materiais; e pelos seus prestadores de serviço. Este conceito é posteriormente alterado para Complexo Econômico-Industrial da Saúde (CEIS), ao qual abrange-se quatro eixos analíticos: i) impacto das mudanças tecnológicas; ii) modelos político- institucionais; iii) impacto das mudanças no padrão de demanda; e iv) alterações no ambiente regulatório (Gadelha et al., 2013; apud. Varrichio, 2017).

Esses esforços estão associados à percepção de dependência externa, entenda-se necessidade de importação, como fator que impacta negativamente na balança comercial brasileira (gráfico 1) e que motiva o setor público a direcionar esforços para o desenvolvimento do mercado interno que possua produtos com tecnologia e preço compatíveis ao seu interesse de compra.

Gráfico 1. Evolução da balança comercial do complexo econômico-industrial da saúde 1996 — 2013 (valor em US\$ bilhões, atualizado pelo IPC/EUA).



Nota. Elaborado por GIS/Ensp/Fiocruz, 2014, a partir de dados da Rede Alice/MDIC (Apud. GADELHA et al., 2017).

Com base no gráfico 1 é possível identificar a tendência de intensificação dos déficits comerciais ao CEIS (Complexo Econômico-Industrial da Saúde) que ultrapassam 10 bilhões de dólares a partir de 2010. O crescimento das importações a partir de 2003 pode ser um argumento que justifica a criação de esforços para incluir o CEIS na agenda de prioridades

do setor público.

Ao final da última década 63% dos insumos de grande relevância foi atendido mediante importações, sendo China e Índia os principais fornecedores (Abiquifi, 2013).

Por fim, cabe destacar outra iniciativa que visa contribuir a absorção da demanda interna latente e melhorar a capacidade de produção medicamentos com maior valor agregado: as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs) para o complexo da saúde. O objetivo destas parcerias seria internalizar a tecnologia de produção de medicamentos e o desenvolvimento da tecnologia em nível nacional a partir de um modelo tripartite – interação entre: instituição pública responsável pela absorção de tecnologia e fabricação do produto; instituição pública ou entidade privada desenvolvedora e produtora local; entidade privada detentora ou desenvolvedora da tecnologia do produto (Varrichio, 2017).

As PDPs podem ser consideradas como políticas de inovação pelo lado da demanda com grande potencial de promover com maior rapidez a interação e cooperação entre os agentes do complexo industrial da saúde. Contudo, apresenta uma grande fraqueza quanto ao processo de difusão das tecnologias internalizadas às empresas privadas nacionais pelo fato de se colocar os laboratórios públicos como protagonistas deste processo (Varrichio, 2017).

3. Estratégias de competição no mercado farmacêutico: limitações e potencialidades.

Uma estratégia comercial comumente utilizada no início dos anos 2000 era a da visitação dos consultores dos laboratórios às clínicas e consultórios médicos, além do oferecimento de descontos e/ou vantagens no pagamento aos varejistas. Até 2008, fazia-se parte da visitação para a demonstração dos benefícios inerentes aos medicamentos a distribuição de amostras gratuitas. A partir deste ano (2008) essa prática comercial tornou-se proibida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e a concorrência pela assiduidade nos receituários médicos era maior – dificultando a inserção de muitos produtos.

Outra limitação importante a partir dos anos 2000, foi a dificuldade de inserção dos genéricos. Em primeiro lugar, a redução de produtos inovadores com patentes a expirar reduziu-se na última década - com isso as oportunidades do desenvolvimento de novos genéricos passaram a ser mais escassas. Ademais, junto com o crescimento da concentração dos estabelecimentos varejistas proporcionou a estes maior poder de barganha nas negociações – fatores como reputação da qualidade dos produtos marca e diversificação de fornecedores passam a ser importantes para a demanda dos varejistas (Gomes et al. 2014).

Dentre as potencialidades presentes no mercado brasileiro a venda para o SUS é a principal. Considerando o grande alcance das compras públicas, as empresas do setor farmacêutico podem beneficiar-se deste cenário, mas é importante que estas se alinhem aos objetivos e prioridades do setor público. Fatores como economicidade, estímulo ao desenvolvimento econômico sustentável e inovação tecnológica. Quanto ao último fator citado, o Regime Diferenciado de Contratações (RDC) – lei nº 12.462 de 4 de agosto de 2011 – e as PDPs permitem ao SUS optar ou dar preferência a produtos com maior tecnologia empregada (Squeff, 2014).

A inovações tecnológicas são consideradas uma importante estratégia competitiva, possuem grande potencial de gerar valor agregado e captar parcela de mercado mediante a diferenciação dos produtos. É, contudo, uma estratégia extremamente onerosa, demorada e com maiores riscos. As inovações tecnológicas podem se subdividir em incrementais e

radicais.

A primeira, inovações incrementais, refere-se a avanços nos medicamentos com molécula já conhecida. A implementação destas inovações tem como finalidade melhorar o uso do medicamento quanto à questões como redução do número de doses necessárias na realização do tratamento, formas de administração dos medicamentos mais confortáveis, redução dos efeitos colaterais e adequação a mudanças epidemiológicas (Gomes et al. 2014).

Melhorar a aderência aos tratamentos e proporcionar um melhor uso do medicamento são objetivos deste tipo de inovação. A utilização de novas tecnologias complementares, como a nanotecnologia e a ciência dos polímeros, mostra-se cada vez mais fundamental em inovações incrementais que permitem novas formas de liberação de fármacos e viabilização de medicamentos com princípio ativo de complexa estabilização (Azevedo, 2002).

As inovações incrementais podem, de fato, ser bastante importante para o crescimento de mercado das empresas farmacêuticas e para a satisfação dos consumidores. Contudo, os ganhos financeiros mais prolongados e o surgimento de medicamentos capazes de contemplar o tratamento de doenças mais graves somente são possíveis a partir da implementação das inovações tecnológicas radicais. Trata-se de produtos farmoquímicos com características especiais, que lhe conferem maior valor agregado – a criação de medicamentos a partir da descoberta de novas moléculas é um exemplo.

As inovações tecnológicas com maior investimento em P&D na indústria farmacêutica – e que produzem maior valor agregado – associam-se ao desenvolvimento de medicamentos biológicos ou biossimilares. Trata-se de fármacos de última geração destinados ao tratamento de doenças graves e com tratamento complexo. Com a expiração de uma parcela considerável das patentes dos principais medicamentos biológicos, assim como ocorreu com os genéricos, as principais farmacêuticas nacionais identificaram neste contexto uma ótima oportunidade de mercado. O box 1 descreve as características dos medicamentos biossimilares.

Box 1. Características da produção de biossimilares

Os medicamentos biológicos são desenvolvidos a partir de proteínas humanas, produzidas via matéria prima biológica – microrganismos, tecidos ou células modificadas. “Uma profusão de moléculas, principalmente proteínas e anticorpos, continuamente sintetizadas dentro do nosso corpo garante proteção contra desordens autoimunes, cancerígenas e infecciosas, dentre outras, permitindo a manutenção da nossa saúde. Essas moléculas endógenas quando produzidas fora do corpo são denominadas medicamentos biológicos” (Niazi, 2015). Os biossimilares são medicamentos semelhantes aos biológicos mas que não tem sua produção comparada a de um genérico. Isso ocorre pois diferentemente dos genéricos, os biossimilares não são idênticos aos produtos biológicos de patente expirada. Além disso, os testes clínicos e as avaliações quanto à eficácia destes são muito mais robustas em relação aos genéricos (Gomes et al. 2016).

As empresas que investem no desenvolvimento deste tipo de medicamentos estão dispostas a incorrem em maiores riscos, objetivando beneficiar-se com grandes parcelas de mercado e faturamento elevado no futuro. Estima-se que, até o final de 2019, cerca de 80% dos produtos em valor de mercado terão sua patente expirada ao redor do mundo (Brockmeyer, 2012). As grandes farmacêuticas nacionais compreenderam esta dinâmica e direcionam o seu foco de atuação ao desenvolvimento deste tipo de medicamento, dentre

elas estão: Biommm, Orygen Biotecnologia, Bionovis e Libbs Farmacêutica.

A atuação recente do BNDES tem como finalidade oferecer financiamento adequado – de longo prazo e com condições favoráveis – para o desenvolvimento de projetos desafiadores e com grande investimento em P&D. Além da preocupação com o desenvolvimento tecnológico e econômico, o interesse com as externalidades positivas à qualidade de vida e a taxa de mortalidade faz-se presente. Os fármacos biológicos são os mais adequados no tratamento de doenças crônico- degenerativas, como câncer, artrite reumatoide, hipertensão e diabetes (Pieroni et al. 2012).

4. Incentivos do BNDES ao desenvolvimento da inovação farmacêutica no Brasil

O surgimento de medicamentos mais eficazes pode estimular a ampliação da competitividade das farmacêuticas nacionais ao mesmo tempo em que a qualidade de vida da população beneficia-se com tratamentos mais avançados. O desenvolvimento tecnológico deste setor contempla duas finalidades, a social e a econômica. É natural, a partir disso, que o governo se preocupe com o bom desenvolvimento do setor e promova formas de incentivo.

Considerando que as inovações tecnológicas representam o principal mecanismo de criação de novos fármacos e aperfeiçoamento dos processos e produtos já comercializados, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) são bastante robustos nas principais empresas do setor farmacêutico. O governo brasileiro no início dos anos 2000, ao identificar o potencial tecnológico e as dificuldades de financiamento de longo prazo em P&D, elege o setor como atividade-chave para o desenvolvimento do país (Pieroni et al. 2012).

Em 2004 ocorre o lançamento de uma nova política industrial, a Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE). Nela, a indústria de fármacos e medicamentos é apresentada como um dos setores estratégicos da política industrial, sendo o foco de políticas setoriais envolvendo órgãos do governo. O BNDES agrega-se à implementação desta política por meio de seus programas e instrumentos de incentivo. Com objetivo de oferecer linhas de financiamento adequadas às práticas de P&D na indústria farmacêutica, dois mecanismos de fomento à inovação tecnológica se destacam: BNDES Profarma e BNDES Funtec.

- BNDES Profarma

O programa foi lançado em abril de 2004 com o propósito de atender às necessidades de financiamento de longo prazo do setor farmacêutico. Foi organizado a partir de três principais finalidades: apoiar a produção; pesquisa, desenvolvimento e inovação; e fortalecimento das empresas nacionais. Ao longo dos anos, segundo Pieroni et al (2012), o foco do programa passou a ser o financiamento de atividade de P&D com maior potencial tecnológico futuro. Dentre os objetivos estratégicos do programa estão: apoiar a construção de capacidade produtiva, capacitação e inovação em produtos e processos biotecnológicos no CIS (Complexo Industrial da Saúde); estimular a disseminação da atividade inovadora bem como o adensamento da cadeia de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no CIS; fomentar o aumento da capacidade produtiva e modernização de instalações no CIS (BNDES, 2013).

- BNDES Funtec

Na modalidade não reembolsável o BNDES apresenta o FUNTEC. Este, tem como objetivo apoiar projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação – em parceria com centros tecnológicos e universidades. No FUNTEC são apoiados projetos de

pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação (P, D & I) (BNDES, 2013).

Esta modalidade, em tese, busca atender setores cujas tecnologias sofrem com maiores defasagens e/ou que possuem maior relevância dentro da política industrial vigente, sendo desta maneira, prioritárias. Os riscos também são maiores. Como os projetos são não reembolsáveis, a possibilidade de alocação de recursos públicos sem retorno compatível no que tange as externalidades positivas enquanto desenvolvimento tecnológico, é maior.

5. Resultados e discussão: Análise dos desembolsos do BNDES entre 2004 e 2017

O objetivo deste tópico é apresentar os desembolsos do BNDES nas modalidades de apoio reembolsável (BNDES Profarma) e não reembolsável (BNDES Funtec), verificando se de fato as principais farmacêuticas nacionais – empenhadas no desenvolvimento de medicamentos com maior valor agregado – estão sendo contempladas com o incentivo ao financiamento de P&D. Conforme já mencionado, os dados foram obtidos no portal do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) na subseção de central de downloads referente aos dados sobre operações de financiamentos.

- Profarma

A tabela 1 resume os desembolsos por meio deste mecanismo de incentivo para o setor farmacêutico/farmoquímico, evidenciando as principais empresas tomadoras de financiamento entre 2004 e 2017.

Tabela 1. Principais empresas ou instituições a receberem desembolsos (em termos nominais) do BNDES via Profarma entre 2004 e 2017 em milhões de reais – dez principais empresas.

EMPRESA	ORIGEM	VALOR TOTAL FINANCIADO	
1	ACHE LABORATORIOS FARMACEUTICOS SA	NACIONAL	R\$ 529.348.000,00
2	NOVAMED FABRICACAO DE PRODUTOS FARMACEUTICOS LTDA.	NACIONAL	R\$ 233.706.810,00
3	EMS S/A	MULTINACIONAL BRASILEIRA	R\$ 229.159.418,29
4	EUROFARMA LABORATORIOS S.A.	NACIONAL	R\$ 159.040.165,70
5	LIBBS FARMACEUTICA LTDA	NACIONAL	R\$ 106.701.000,00
6	LABORATORIO NEO QUIMICA COMERCIO E INDUSTRIA LTDA	NACIONAL	R\$ 104.409.039,98
7	BIOSINTETICA FARMACEUTICA LTDA	NACIONAL	R\$ 88.666.161,00
8	HYPERMARCAS S/A	MULTINACIONAL BRASILEIRA	R\$ 77.880.381,00
9	BIOMM S/A	NACIONAL	R\$ 68.659.967,00
10	BIOLAB SANUS FARMACEUTICA LTDA	NACIONAL	R\$ 45.507.995,00

Nota: Elaborado pelo autor.

É possível observar que as principais empresas a receberem o apoio do BNDES, caracterizam-se por serem brasileiras e atuarem no mercado interno – tendo duas, EMS e Hypermarcas com negócios expandidos a outros países. Tal resultado é compatível com as diretrizes do Profarma na medida em que verifica-se o estímulo a farmacêuticas nacionais, que possuem pesquisa e desenvolvimento (P&D) em seu portfólio de investimento - principalmente no desenvolvimento de medicamentos com maior valor agregado, como os medicamentos biológicos.

Alguns dos laboratórios nacionais presentes na tabela 1 se uniram e realizaram operações de *joint venture* (empreendimento conjunto como finalidade a colaboração entre empresas para a execução de determinado projeto) para a construção de “superfarmacêuticas

nacionais” de medicamentos biológicos (Salerno, Matsumoto, & Ferraz, 2018).

- As empresas Eurofarma, Cristália, Biolab e Libbs se uniram para formar a Orygen Biotecnologia. Posteriormente, as empresas Cristália e Libbs saíram deste grupo para desenvolver separadamente projetos de biossimilares
- A EMS, Ache, Hypermarchas e União Química uniram-se para formar a Bionovis.

A ideia inicial da implementação da Orygen Biotecnologia, por exemplo, seria a construção de uma fábrica de biossimilares em São Carlos, interior de São Paulo, em 2012. O projeto, porém, foi transferido para um dos andares do novo complexo da Eurofarma em Itapevi (SP). Faz-se importante destacar que a empresa (Orygen) faz parte das Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs) – assim como a Bionovis.

“Diante da complexidade da produção nacional de biossimilares e dos esforços de P&D exigidos para a produção desses medicamentos, argumenta-se que essas são PDPs orientadas à criação de novas tecnologias (creation-oriented PPI). Há, portanto, elevado potencial produtivo e tecnológico, principalmente se for considerado o mercado mundial, atualmente em expansão. Vale ressaltar que é justamente no mercado de medicamentos biológicos que estão focadas as estratégias de negócios das “superfarmacêuticas nacionais”, tais como Biomm, Orygen Biotecnologia, e Bionovis” (Varrichio, 2017).

A Libbs instalou fábrica na cidade de Embu das Artes (em 2016) com a finalidade de produzir e desenvolver medicamentos biológicos à base de anticorpos monoclonais com destino ao tratamento de câncer e doenças autoimunes. O projeto de implementação desta fábrica contou com uma série de aportes do BNDES como é possível verificar a partir da Tabela 2 que descreve os projetos financiados. Essas informações foram retiradas do portal do BNDES, como mencionado anteriormente.

Tabela 2. Desembolsos (em termos nominais) do BNDES para a implementação da fábrica da Libbs para o desenvolvimento de medicamentos biológicos, na modalidade Profarma, em milhões de reais.

DESCRIÇÃO DO PROJETO	MUNICÍPIO	DATA	VALOR CONTRATADO
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS FÁRMACOS E MEDICAMENTOS, EXPANSÃO DA PLANTA FARMACÊUTICA, AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS NACIONAIS E IMPORTADOS SEM SIMILAR NACIONAL NECESSÁRIOS A EXECUÇÃO DO PROJETO E INVESTIMENTOS SOCIAIS NO ÂMBITO DA COMUNIDADE.	EMBU DAS ARTES	07/08/2014	R\$ 48.000.000,00
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS FÁRMACOS E MEDICAMENTOS, EXPANSÃO DA PLANTA FARMACÊUTICA, AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS NACIONAIS E IMPORTADOS SEM SIMILAR NACIONAL NECESSÁRIOS A EXECUÇÃO DO PROJETO E INVESTIMENTOS SOCIAIS NO ÂMBITO DA COMUNIDADE.	EMBU DAS ARTES	08/08/2014	R\$ 20.000.000,00
INSTALAÇÃO DE UM NOVO PARQUE FABRIL EM EMBU/SP, COM CAPACIDADE PRODUTIVA DE 53,6 MILHÕES DE CAIXAS DE MEDICAMENTOS, ONDE JÁ SE LOCALIZAM A PLANTA QUÍMICA E O CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO.	EMBU DAS ARTES	12/11/2004	R\$ 16.873.000,00
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS FÁRMACOS E MEDICAMENTOS, EXPANSÃO DA PLANTA FARMACÊUTICA, AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS NACIONAIS E IMPORTADOS SEM SIMILAR NACIONAL NECESSÁRIOS A EXECUÇÃO DO PROJETO E INVESTIMENTOS SOCIAIS NO ÂMBITO DA COMUNIDADE.	EMBU DAS ARTES	07/08/2014	R\$ 6.000.000,00

Nota: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pelo BNDES.

Recentemente, em 2018, a Biomm anunciou que pretende produzir internamente insulina de última geração. O biossimilar, da insulina denominada Glargina, tem grande potencial de venda tendo como base o avanço do diabetes tipo 2 e o maior acesso ao tratamento médico. A proposta para internalizar a tecnologia para a produção do biossimilar está presente no âmbito das PDPs, tendo a farmacêutica chinesa Gan & Lee Pharmaceuticals

como parceira privada para a consecução deste projeto (Abiquifi, 2018). O biossimilar seria produzido na fábrica de Nova Lima (MG), a mesma recebeu desembolsos via BNDES Profarma para a sua implantação. A tabela 3 descreve os desembolsos.

Tabela 3. Desembolsos (em termos nominais) do BNDES para a implementação da fábrica da Biomm para o desenvolvimento de medicamentos biológicos, na modalidade Profarma, em milhões de reais.

DESCRIÇÃO DO PROJETO	MUNICÍPIO	DATA	VALOR CONTRATADO
IMPLANTAÇÃO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL BIOFARMACÊUTICA EM NOVA LIMA - MG, PARA A PRODUÇÃO DE CRISTAIS DE INSULINA HUMANA RECOMBINANTE, UTILIZANDO TECNOLOGIA PRÓPRIA, NO ÂMBITO DO PROGRAMA BNDES DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO INDUSTRIAL DA SAÚDE - BNDES PROFARMA BIOTECNOLOGIA.	NOVA LIMA	19/09/2013	R\$ 50.556.752,00
IMPLANTAÇÃO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL BIOFARMACEUTICA EM NOVA LIMA - MG, PARA A PRODUÇÃO DE CRISTAIS DE INSULINA HUMANA RECOMBINANTE, UTILIZANDO TECNOLOGIA PRÓPRIA, NO AMBITO DO PROGRAMA BNDES DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO INDUSTRIAL DA SAÚDE - BNDES PROFARMA BIOTECNOLOGIA.	NOVA LIMA	19/09/2013	R\$ 18.103.215,00

Nota: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pelo BNDES.

- Funtec

A tabela 4 resume os desembolsos por meio deste mecanismo de incentivo para o setor farmacêutico/farmoquímico, evidenciando as principais empresas tomadoras de financiamento não reembolsável entre 2004 e 2017.

Tabela 4. Principais empresas ou instituições a receberem desembolsos nominais do BNDES via Funtec entre 2004 e 2017 em milhões de reais – dez principais empresas.

	EMPRESA / INSTITUTOS	VALOR TOTAL FINANCIADO
1	FUNDAÇÃO BUTANTAN	R\$ 138.179.137,00
2	FIOTEC - FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO EM SAÚDE	R\$ 103.832.373,00
3	FUNDAÇÃO COORD. PROJ. PESQ. ESTUDOS TECNOL. - COPPETEC	R\$ 26.904.972,00
4	FUNDCÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA	R\$ 25.489.000,00
5	FUNDAÇÃO DE APOIO A UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	R\$ 9.820.480,00
6	CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS	R\$ 7.623.000,00
7	UNIÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO E ASSISTÊNCIA	R\$ 6.355.000,00
8	INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO SP - SA	R\$ 6.311.599,00
9	FUNDAÇÃO PRÓ - CORAÇÃO	R\$ 5.950.000,00
10	FUNDAÇÃO FACULDADE DE MEDICINA	R\$ 5.474.930,00

Nota 1. Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pelo BNDES.

Nota 2. Todos os institutos listados são de origem nacional.

Dentre as principais instituições públicas que foram beneficiadas pelos desembolsos do BNDES na modalidade não reembolsável todas são instituições destinadas à pesquisa, sendo que cabe desatacar o fato de que a Fundação Butantan e a Fiotec receberam juntas cerca de 70% do valor total para o período. A Fundação Butantan e a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) a partir do apoiada Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológica em Saúde (Fiotec) estão inseridas nas PDPs na produção de medicamentos consumidos pelo governo.

A partir das PDPs, a Fundação Butantan internalizou a tecnologia da farmacêutica francesa Sanofi Pasteur para a fabricação da vacina contra a gripe (Influenza A). A fundação é

responsável por mais da metade das vacinas produzidas no país, a capacidade de fornecimento em 2018 foi de 60 milhões de doses em 2018 (BUTANTAN, 2018).

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) a partir do apoio da Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológica em Saúde (Fiotec), no âmbito das PDPs, deu início à produção de vacinas demandadas pelo governo, neste caso trata-se da vacina Tetravalente Viral (MMRV). O objetivo é realizar o fornecimento de vacinas para a população brasileira e contribuir com Programa Nacional de Imunizações (PNI), cuja meta é erradicar as doenças imunopreveníveis existentes no País.

6. Conclusões

A partir da análise dos desembolsos do BNDES é possível observar indícios de que os instrumentos de financiamento com foco em gerar inovação tecnológica – BNDES Profarma e BNDES Funtec – foram utilizados de forma coerente com suas finalidades. As principais empresas tomadoras de crédito via Profarma destacam-se por estarem dedicadas ao processo de absorção de conhecimento tecnológico para o desenvolvimento de medicamentos biológicos.

Os principais institutos públicos beneficiados com o financiamento não reembolsável do BNDES Funtec – em especial a Fundação Butantan e a Fiotec – atuam no desenvolvimento de produtos de fronteira tecnológica a partir das PDPs, as quais as farmacêuticas nacionais também estão presentes.

É possível depreender, desta forma, que a atuação do BNDES ocorre em duas frentes: de um lado no financiamento a projetos de P&D das grandes farmacêuticas nacionais; do outro no financiamento não reembolsável de institutos que produzem pesquisa de ponta e possuem a capacidade de internalizar tecnologias. Como os projetos de P&D para o desenvolvimento de medicamentos mais complexos são demorados, a tendência é que somente nos próximos anos (ou na próxima década) os financiamentos contratados pelas principais empresas farmacêuticas nacionais rendam frutos em termos de propriedade intelectual e tornem-se medicamentos comerciais com grande valor agregado.

Ao final deste trabalho, vislumbra-se possibilidades de aprofundamento no que se refere a um maior detalhamento das características de atuação quanto à práticas de P&D das empresas listadas na tabela 1. A aplicação de questionários para compreender com mais clareza às práticas de P&D adotadas pode ser uma estratégia interessante para o desenvolvimento de novos trabalhos.

7. Referências bibliográficas

- ABIQUIFI – Associação Brasileira Da Indústria Farmoquímica e de Insumos Farmacêuticos. (2019). Mercado – Estatísticas. Disponível em: <http://www.abiquifi.org.br/mercado_estatisticas.html>. Acesso em: abr. 2019.
- ABIQUIFI – Associação Brasileira Da Indústria Farmoquímica e de Insumos Farmacêuticos. Biommm produzirá insulina de última geração no país. Disponível em: < <http://abiquifi.org.br/clipping/biommm-produzira-insulina-de-ultima-geracao-no-pais/>>. Acesso em: abr. 2019.
- ANDRADE, M. M. Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2002
- BROCKMEYER, C. Successful Registration of Biosimilars and Biobetters in the EU. Apresentação realizada durante o Biosimilar Drug Development World. Londres, fev. 2012
- BNDES. Cartilha de Apoio a Inovação. Brasília. (2013). Disponível em <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home>>. Acesso em abr. 2019.
- BNDES. Dados detalhados sobre as operações de crédito. (2019) Disponível em:

- <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/centraldedownloads>>. Acesso em abr. 2019.
- BUTANTAN. Butantan inicia produção de vacina contra gripe. (2018). Disponível em: <<http://www.butantan.gov.br/institucional/o-instituto>>. Acesso em 15 de abr. 2019.
- CAPANEMA, L. & PALMEIRA, P. (2004). A cadeia farmacêutica e a política industrial: uma proposta de inserção do BNDES. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 19, p. 23-48.
- CORRIAT B, ORSI F. Establishing a new intellectual property rights regime in the United States: origins, content and problems. *Research Policy* 2002; 31:1491-507.
- CORREA C. M. (2001). Trends in drug patenting: case studies. Buenos Aires: Corregidor. GILL, A. (1999). Métodos e técnicas de pesquisa social. 5 ed. São Paulo: Atlas.
- GOMES, P, B, E; PARANHOS, J.; HASENCLEVER, L. & ROSSETO, R. (2016). Desenvolvimento de Biossimilares no Brasil. *Journal of Social, Technological and Environmental Science*. v.5, n.1, jan.-jun. 2016 • p. 31-42. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2016v5i1.p31-42>>. Acesso em abr. 2019.
- MARQUES, M. B. (1994). Brazil – US controversy on the impact of patenting in biotechnology: some relevant questions for pharmaceuticals. *Science and Public Policy*, 21(3): 165-72.
- MEINERS, C.M.M.A. (2008) Patentes farmacêuticas e saúde pública: desafios à política brasileira de acesso ao tratamento antirretroviral. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 7, p. 1467-78.
- NIAZI, S.K. (2015). Biosimilars and Interchangeable Biologics: Strategic Elements. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- NOGUÉS, J. (1990). Patents and pharmaceutical drugs: understanding the pressures on developing countries. *Journal of World Trade*, 24(6): 81-104.
- PIERONI, J. P; FILHO, P. L. P; ANTUNES, S, A; MARTINS, B, J. (2012). O desafio do financiamento à inovação farmacêutica no Brasil: a experiência do BNDES Profarma. *Revista do BNDES*.
- PIMENTEL, V. P. (2012). et al. Saúde como desenvolvimento: perspectivas para atuação do BNDES no Complexo Industrial da Saúde. BNDES 60 anos – perspectivas setoriais, v. I. Rio de Janeiro: BNDES, p. 300-332.
- ROSENBERG, G. (2009). Medicamentos genéricos no Brasil: um estudo sobre a característica da demanda. Rio de Janeiro.
- SALERNO, M.; MATSUTOMO, C & FERRAZ, I. (2018). Biofármacos no Brasil: características, importância e delineamento de políticas públicas para seu desenvolvimento. Brasília: Ipea.
- SQUEFF, F. (2014) O poder de compras governamental como instrumento de desenvolvimento tecnológico: análise do caso brasileiro. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea.
- VARRICHIO, C. P. (2017). As parcerias para o desenvolvimento produtivo na saúde. Capítulo 5. 2017. In: (Orgs.) RAUEN, T. A. Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil. Ipea. Brasília.

Tecnologias Agrícolas: a adoção do manejo integrado de pragas na agricultura paulista¹

Renata Martins Sampaio

Pesquisador Científico, Instituto de Economia Agrícola (IEA/APTA), Brasil

renata@iea.sp.gov.br

Carlos Eduardo Fredo

Pesquisador Científico, Instituto de Economia Agrícola (IEA/APTA), Brasil

cfredo@iea.sp.gov.br

Resumo

O artigo tem por objetivo analisar a adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP) em regiões marcadas por agricultura intensiva em tecnologia no Brasil. Para tanto, toma como objeto de estudo a realidade de produção do estado de São Paulo, a partir de informações censitárias em duas safras 2007/2008 e 2016/2017, trabalhadas em diferentes categorias e analisadas com o apoio teórico dos regimes tecnológicos. Os resultados indicam que a adoção de tecnologias que compõem o MIP está relacionada a elementos da busca pela sustentabilidade incorporando ao padrão convencional de produção, com predomínio do uso de agrotóxicos, a interação com meio ambiente, o resultado econômico a partir da eficiência técnica no controle de pragas e doenças, eliminação de resíduos tóxicos aos consumidores e aos agricultores. Informações para o estado de São Paulo mostram aumento de 42% no total de propriedades que adotam o MIP, tal evolução está relacionada ao uso de outras tecnologias agrícolas e organizacionais, assim como, do nível de escolaridade acima da média registrada, reforçando a ampliação do uso do MIP em regionais agrícolas que já se destacavam no uso. Porém, também foi possível verificar o avanço da tecnologia em novas regiões, indicando que apesar da expansão no uso do MIP, a percepção de que ocorre a transição entre regimes tecnológicos não pode ser verificada, indicando assim, a possibilidade de coexistência entre trajetórias tecnológicas em um regime tecnológico intermediário.

Palavras chave: Controle Biológico; Regimes Tecnológicos; MIP; LUPA; Sustentabilidade

1. Introdução

A mudança tecnológica na agricultura vem sendo alvo de discussões e estudos há várias décadas. Esses esforços exploram, dentre outros temas e abordagens, aspectos e instrumentos de difusão, capacidade de aprendizado dos potenciais usuários, circunstâncias de geração e propagação da tecnologia, em seus diversos recortes teóricos e metodológicos. Tais estudos, conforme apontam Vieira Filho e Silveira (2012), observam a adoção tecnológica na agricultura motivada pela expectativa de ganhos produtivos e econômicos e impulsionada pela capacidade de aprendizado, marcando determinadas trajetórias tecnológicas. Possas et al. (1994) destacam a complexidade do regime tecnológico na agricultura e as trajetórias tecnológicas como uma sequência progressiva de gargalos entre o técnico e o econômico, envolvendo organizações e instituições públicas e privadas em um processo de co-evolução.

¹ Este artigo é resultado do projeto de pesquisa “Trajetórias Tecnológicas: Estudo sobre as Estruturas de Inovação para os Biodefensivos no Estado de São Paulo” com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo no. 2018/25310-6, sob coordenação de Dra. Renata Martins Sampaio

Na agricultura brasileira esse processo construiu diferentes arranjos de produção que levaram o país a ocupar posição de destaque como um dos principais produtores mundiais de alimentos, tanto de origem vegetal quanto animal. As tecnologias, amplamente, aprendidas e adotadas têm em suas bases os chamados pacotes tecnológicos conformados a partir de cultivares melhoradas, técnicas de manejo e produção e do controle de pragas e doenças pautado no uso de agrotóxicos.

A discussão das trajetórias tecnológicas dos agrotóxicos destaca vários caminhos traçados a partir de diferentes substâncias e moléculas químicas e biológicas, a exemplo do uso de orgânicos, carbamatos, os organoclorados, dentre outros ingredientes ativos participantes de um conjunto de inovações tecnológicas que ao longo do tempo mostrou-se insuficiente para solucionar problemas. As limitações são pautadas na gradual tolerância das pragas e doenças aos agrotóxicos e a eliminação maciça dos predadores naturais, assim como das questões, o cenário atual de produção agrícola e de consumo tem colocado a busca por novos caminhos que reduzam o uso de insumos e os impactos da contaminação residual, comprometimento da qualidade do solo, água, flora e fauna, além da intoxicação de agricultores e consumidores (FUTINO; SALLES-FILHO, 1991 e MORANDI; BETTIOL, 2009).

Esses desafios, que também englobam o aumento da produtividade e a redução dos custos de produção e dos preços de alimentos saudáveis, têm colocado a necessidade de construção e adoção de novas tecnologias a exemplo do controle biológico e dos seus biodefensivos, além de técnicas e sistemas de produção diferenciados dos chamados convencionais, pautados na padronização de ações sem, necessariamente, a observação do ambiente de produção, a exemplo dos orgânicos. Nesse universo também as técnicas de manejo passaram a ser tecnologias importantes na integração de diferentes visões e maneiras de realizar a produção e formataram o chamado Manejo Integrado de pragas (MIP) que, conforme Carvalho e Barcellos (2012), considera a densidade populacional de uma praga e a intervenção não a partir de aspectos econômicos, mas também sociais e ecológicos e sua aplicação envolve a interação de tecnologias alternativas ao modelo dominante, como agrotóxicos, e também de tecnologias alternativas, como controle biológico e biodefensivos².

Os reconhecidos e bem estruturados esforços no sentido de explicar a mudança tecnológica na agricultura como um todo entendida como o deslocamento ou substituição de um conjunto de tecnologias, apresentam considerações importantes, porém nem sempre capazes de trazer a compreensão da inserção de técnicas específicas, como o caso do MIP. Dessa forma, encontram espaço as seguintes questões como: qual a inserção do MIP em regiões que desenvolvem agricultura intensiva em tecnologia? Quais elementos podem ser destacados na prática do MIP?

Para buscar respostas este artigo tem por objetivo analisar a adoção do MIP em regiões marcadas por agricultura intensiva em tecnologia no Brasil. Para tanto, toma como objeto de estudo a realidade de produção do estado de São Paulo, a partir de informações censitárias em duas safras 2007/2008 e 2016/2017, trabalhadas em diferentes categorias e analisadas com o apoio teórico tratados na abordagem dos regimes tecnológicos. O artigo foi organizado em três seções, além dessa introdutória é seguida da discussão teórica e metodologia e, da terceira seção com a discussão dos resultados, acompanhada da quarta seção com as conclusões e

² O controle biológico consiste na busca pela eliminação ou controle de pragas, doenças e ervas daninhas infestantes por meio de agentes biológicos. Dentre esses agentes, estão os macrorganismos como ácaros e insetos entomófagos predadores ou parasitoides de pragas, insetos fitófagos de ervas infestantes, assim como microrganismos, nematóides, bactérias, fungos e vírus entomopatogênicos (FUTINO; SALLES-FILHO, 1991).

considerações finais.

2. Regimes Tecnológicos e Estrutura de Análise

Essa seção está estruturada em duas subseções. A primeira trata dos conceitos e teorias relacionadas aos regimes tecnológicos; iniciando pela retomada das discussões sobre as várias características que as tecnologias podem assumir, assim como sua evolução pautada pelos paradigmas e trajetórias tecnológicas, avançando para a discussão dos elementos que configuram as rupturas e continuidade dos regimes tecnológicos, evidenciando a ideia de coexistência entre eles. A segunda subseção apresenta caminhos metodológicos desse estudo, tomando como ponto de partida a descrição da estrutura de levantamento das informações censitárias, para então, apresentar os critérios adotados para organização das informações associadas ao MIP e às regiões produtoras do estado de São Paulo.

2.1 Mudança tecnológica, regimes, transição e coexistência

A maneira mais usual ou comum de conceituar a tecnologia é aquela que a coloca como artefatos com características técnicas de produtos finais específicos como máquinas, equipamentos, componentes e produtos intermediários. Porém, outras formas também estão presentes e acomodam a visão da tecnologia como conhecimentos agrupados nos processos de transformação e imersos em particularidades fundamentais para alcançar determinados resultados. Tecnologia, portanto, não deve ser entendida como a aplicação pura e simples da Ciência, mas personificando um conjunto de conhecimentos.

Nesse sentido, Dosi e Nelson (2009) colocam as tecnologias como receitas que envolvem uma sequência de ações cognitivas e físicas para a concepção, desenho e produção de um artefato ou serviço. Receitas são programas e procedimentos que instruem o código sequencial de combinações entre ações físicas e cognitivas para a compreensão do conhecimento tecnológico e para a representação formal dos procedimentos de resolução de problemas. Nesse contexto, é importante reconhecer a existência de aspectos tácitos, elementos sociais ou a noção de tecnologias sociais, que buscam captar o sistema de normas, crenças e práticas sociais que moldam a “maneira de fazer as coisas”. As tecnologias também podem ser colocadas como rotinas envoltas na capacidade de realizar e repetir o desempenho a partir do aprendizado pelo uso de tecnologias físicas associadas aos elementos sociais que formam o conjunto de rotinas marcadas por distintas competências e capacidades.

As tecnologias evoluem por meio de um processo em que estão presentes esforços concorrentes envolvendo práticas selecionadas ao longo do tempo e que passam a prevalecer nos processos de produção e nos produtos. A seleção pode ser orientada pela compreensão técnica e por ensaios, testes, experimentos, erros e acertos entre vários processos e artefatos que competem entre si, distinguindo e separando tanto tecnologias como produtos, processos, profissionais e instituições (DOSI; NELSON, 2009).

Conforme Dosi (2006), o que move essas atividades costuma ser definido em duas abordagens; a primeira coloca a mudança tecnológica determinada pela demanda do mercado por novas técnicas – *demand pull* e; a segunda no sentido contrário – a tecnologia que impulsiona a mudança, *technology-push*. Na verdade, a realidade é permeada pela retroalimentação entre demandas tecnológicas e a oferta de tecnologias, abrindo espaço para conceitos de paradigmas tecnológicos e trajetórias tecnológicas.

Para Dosi e Nelson (2009), as tecnologias incorporam uma visão para solução dos

problemas dentro de um determinado padrão construído a partir de princípios técnicos e científicos, padrão definido como paradigma tecnológico. Os paradigmas tecnológicos incluem a compreensão imperfeita sobre como configurar e realizar processos e tecnologias e estão associados a um projeto dominante em que prevalecem determinadas práticas e estruturas cognitivas.

Esses conceitos, também trabalhados em Dosi (2006), tomam como referências argumentos de Kuhn (2007), ao colocar que o progresso da ciência acontece dentro de paradigmas científicos e de trajetórias científicas. A “ciência normal” de Thomas Kuhn avança dentro de uma forma de estudar e solucionar problemas da realidade permeada pelas estruturas sociais e suas relações econômicas, moldando como a ciência e suas trajetórias avançam. Quando a ciência normal deixa de apresentar soluções, novos caminhos são construídos, revolucionando estruturas científicas em novos paradigmas.

Nesse sentido, cada paradigma envolve tecnologias específicas, mudança técnica, aprendizagem, oportunidade tecnológica e formas organizacionais diferentes. Essas propriedades caracterizam os regimes de evolução tecnológica, que juntos canalizam os esforços ao longo de trajetórias tecnológicas distintas entre si com avanços dentro do espaço de determinadas características técnico-econômicas frente às necessidades e requisitos demandados pelos usuários. Quando as trajetórias tecnológicas estão associadas a modelos se relacionam a ciclos tecnológicos e relativa ausência de variação que não interferem na existência de gargalos e desequilíbrio tecnológico, deixando espaço e oportunidades a serem explorados que poderão ser objeto de seleção, oferecendo um canal para a evolução tecnológica associada a um mesmo paradigma. A descontinuidade vinculada à mudança de paradigma está relacionada às limitações dos modelos científicos e tecnológicos dominantes e, portanto, à construção de um novo paradigma e novas trajetórias tecnológicas. Essa relação nem sempre acontecerá a partir de uma ruptura que transforma totalmente o regime tecnológico (DOSI; NELSON 2009).

Berkhout, Smith e Stirling (2003) preocupados com transformações e rupturas entre paradigmas e trajetórias tecnológicas, caracterizam regimes tecnológicos como um conjunto de processos sociais e tecnológicos relacionados aos artefatos e seus padrões técnicos e cognitivos, as instituições, regras e normas selecionadas e reunidas para realizar diversas atividades econômicas e sociais. Também, chamam atenção para as limitações da abordagem sobre “nichos tecnológicos” que enfatizam a mudança de regime como um fenômeno iniciado quando as práticas e normas desenvolvidas no nicho, uma pequena parte do mercado, são adotadas de forma mais ampla, até que o regime dominante se torna completamente transformado pelas configurações tecnológicas originalmente contidas no nicho.

Nesse caminho, os argumentos colocados por Berkhout, Smith e Stirling (2003) evidenciam a existência de diferentes contextos de transição e motores de mudança de regime tecnológico com implicações importantes para a análise da mudança tecnológica. Dessa forma, propõem uma taxonomia de quatro tipos de transição: renovação endógena; reorientação das trajetórias; transformação emergente e transições intencionais. A taxonomia proposta alinha-se à uma agenda de pesquisa que examina os regimes tecnológicos com ênfase no estudo das estruturas de transição.

Essa agenda de pesquisa também conta com estudos como o de Geels e Schot (2007) que, a partir da crítica aos trabalhos conduzidos com base em níveis ou degraus de transição entre um e outro regime tecnológico. Os autores também trazem a discussão para a configuração de uma nova tipologia de transição estruturada em: transformação, reconfiguração, substituição tecnológica e desalinhamento ou realinhamento. Todas as vias

apresentam diferentes combinações históricas, de tempo e formas de interações entre os níveis de transição³. Essa ideia também está presente em Vieira et al. (2015), a definição de padrões, especialmente atrelados à realidade de países em desenvolvimento, deve ser cautelosa e levar em consideração o contexto de apropriação e geração de tecnologias e dos conjuntos de variáveis que variáveis que formam e caracterizam diferentes configurações.

Os esforços teóricos e metodológicos voltados à compreensão do ambiente de transição entre regimes tecnológicos trazem a noção de transformação e da existência de um espaço de passagem entre diferentes regimes tecnológicos. A investigação desses construtos torna-se importante na discussão de realidades que não, necessariamente, indicam a ruptura entre um e outro regime tecnológico e, sim para a existência de regimes tecnológicos intermediários, marcados por características científicas e tecnológicas associadas a regimes tecnológicos distintos. Essa condição oferece apoio para a investigação das particularidades do uso da tecnologia MIP, integrando o uso de tecnologias químicas e biológicas no controle fitossanitário.

2.2. Materiais e métodos

Conforme abordado na seção anterior, a mudança tecnológica em coevolução entre o avanço do conhecimento técnico-científico, a percepção da sociedade sobre a realidade, as questões econômicas e ambientais confirmam determinados regimes tecnológico, suas transições, coexistência e interação. Da mesma forma, a adoção tecnológica está associada a essa coevolução e também aos ativos que os potenciais usuários podem desenvolver, construindo assim, capacidade de assimilar e aplicar tecnologias. A investigação desses ativos e também da evolução tecnológica oferecem bases para construção da metodologia aqui aplicada.

Nesse sentido, a metodologia de pesquisa está organizada em duas etapas. Inicialmente, será realizada revisão bibliográfica sobre as construções históricas e técnicas envoltas na evolução dos conceitos e práticas relacionadas ao MIP. Para tanto, foram relacionados estudos que tratam, especialmente, das técnicas de controle fitossanitário nas produções agrícolas alternativas às tecnologias dominantes ou convencionais em que predomina o uso dos agrotóxicos. Esse conjunto de informações busca posicionar conceitos e evolução temporal das discussões relacionadas ao MIP.

A segunda etapa utiliza dados primários do Levantamento de Unidades de Produção Agropecuárias (LUPA) das safras 2007/2008 e dados preliminares de 2016/2017 que consistem no censo agropecuário paulista realizado entre Instituto de Economia Agrícola e Coordenadoria de Desenvolvimento Rural (CDRS)⁴, ambos da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo.

Cada propriedade rural neste levantamento é denominada de unidade de produção agropecuária (UPA) que metodologicamente consiste em: “a) conjunto de propriedades agrícolas contíguas e pertencente ao(s) mesmo(s) proprietário(s); b) localizadas inteiramente dentro de um mesmo município, inclusive dentro do perímetro urbano; c) com área total igual

³ Ortiz Neto e Shima (2008) também destacam as fundamentações institucionais como fortemente relacionadas com a construção das trajetórias tecnológicas alinhadas a determinados paradigmas e seus processos de seleção técnica, social e cognitiva em condições de coevolução.

⁴ Até março de 2019, esta coordenadoria era conhecida como CATI, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, reorganizada em estrutura e nome por meio do Decreto 64.131, de 11 de março de 2019.

ou superior a 0,1ha; d) não destinada exclusivamente para lazer.”⁵

Do total de UPAs extraíram-se apenas aquelas que realizaram manejo integrado de pragas (MIP) em suas atividades agrícolas e/ou pecuárias (variável categórica, resposta sim ou não). Na sequência, selecionou-se variáveis de interesse visando identificar tanto o perfil educacional quanto tecnológico das UPAs que adotam o MIP. Essas variáveis foram agrupadas em três conjuntos de informações. O primeiro trata das informações educacionais em seis alternativas que perfazem desde o produtor sem instrução até o produtor com nível superior completo, assim como o indicador de UPAs em produção sob a propriedade de pessoas jurídicas. O segundo relaciona as tecnologias de produção, agrupando aspectos referentes às boas práticas agrícolas e ao esforço na busca pela maior interação entre agricultura e meio ambiente, são elas: adubação mineral, conservação de solo, análise de solo, mudas fiscalizadas, adubação orgânica, sementes melhoradas e adubação verde. O terceiro conjunto, tecnologias organizacionais, reúne sete tecnologias, se o proprietário é cooperado e associado, se utiliza crédito rural, seguro rural, se tem acesso à internet e, o uso do serviço de assistência técnica rural (ATER) público e privado.

Esses conjuntos de variáveis educacionais e tecnológicas foram aplicados apenas ao censo, LUPA 2007/2008, uma vez que a validação da base de informações correspondente à safra 2016/2017, até a data de elaboração deste trabalho, não havia sido concluída devido às verificações e correções de falhas de preenchimento ou inconsistência entre informações. Esse sub universo de UPAs foi consolidado mediante a abrangência geográfica pretendida, no caso, em regionais agrícolas, conforme os Escritórios de Desenvolvimento Rural do estado de São Paulo, limitação territorial adotada pela CDRS que consiste na divisão do estado em 40 regiões que agrupam os 645 municípios paulistas, com fins de assistência técnica e extensão rural.

3. Discussão dos Resultados

Os resultados alcançados foram agrupados em duas subseções que formam essa seção. A primeira subseção apresenta a discussão conceitual e evolução histórica das práticas associadas ao MIP. Na sequência são trabalhados os resultados da segunda etapa de investigação que trabalhos informações censitárias coletadas em dois momentos e que refletem a realidade de quarenta regiões agrícolas do estado de São Paulo, Brasil.

3.1 O manejo integrado de pragas (MIP)

O controle das questões fitossanitárias da agricultura sob um modelo convencional está associado a estratégias pautadas no uso exclusivo de agrotóxicos aplicados a partir de calendário pré-estabelecido, sem a preocupação com a presença de pragas e doenças e com seus níveis dessa prática vinculada ao retorno econômico imediato e padrão repetitivo de fácil aprendizado por parte do produtor, pois não prevê a observação criteriosa do ambiente de produção, mostrou-se insuficiente para a garantia da produtividade e sustentabilidade das produções. Tais percepções são reforçadas pela contaminação e desequilíbrios ambientais⁶,

⁵ Uma UPA assemelha-se ao conceito de imóvel rural adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, diferindo “quando o imóvel rural se estende por mais de um município, considerou-se cada uma das partes em município diferente como uma UPA” e “quando não foi possível levantar o imóvel rural como tal, sendo necessário reparti-lo ou agrupá-lo com outros” (SÃO PAULO, 2009).

⁶ O uso de agrotóxicos sem a preocupação com os efeitos adversos provocados no ambiente foi, historicamente, questionado pela escritora e cientista Rachel Louise Carson em 1962, com o seu livro “Primavera Silenciosa”. Este livro ainda é considerado um marco divisório da postura de vários países, entre eles os Estados Unidos, em relação ao uso de agrotóxicos (PAULA-JÚNIOR, et

resíduos nos produtos agrícolas, intoxicação dos produtores e a ocorrência de pragas e patógenos resistentes a determinados agrotóxicos de uso contínuo que resultam no surgimento de novas e graves epidemias de doenças e pragas (PAULA-JÚNIOR, et al., 2005).

Essas constatações abriram espaço para o emprego com maior amplitude de diferentes táticas de controle dos agentes nocivos à agricultura, o então, controle integrado, associado às considerações econômicas dos danos causados por pragas e doenças. No final dos anos 1960, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) conceituou esse termo como “sistema de manejo de organismos nocivos que utiliza todas as técnicas e métodos apropriados da maneira mais compatível possível para populações de organismos nocivos em níveis abaixo daqueles que causam danos econômicos”. A evolução do conceito está no termo manejo integrado que, conforme Paula-Júnior et al. (2005), além dos danos econômicos, leva em conta aspectos ecológicos e sociológicos para garantia do bem-estar das sociedades, ou, ainda a escolha inteligente de táticas de controle que produzirão consequências favoráveis dos pontos de vista econômico, ecológico e sociológico⁷.

Carvalho e Barcellos (2012) destacam o manejo integrado envolve três aspectos principais: a) determinação de como o ciclo vital de determinado patógeno precisa ser modificado, de modo a mantê-lo em níveis toleráveis, abaixo do limiar econômico de dano (LED); b) a combinação do conhecimento biológico e da tecnologia disponível para realizar a modificação necessária, o exercício da ecologia aplicada; c) o desenvolvimento de métodos de controle adaptados às tecnologias disponíveis e compatíveis com aspectos econômicos e ecológicos, com aceitação social. Dessa forma, conforme apontam Paula-Júnior, et al (2005) o MIP busca estabilidade da produção e qualidade dos produtos agrícolas produzidos, conservação das áreas agriculturáveis já utilizadas, maior rapidez e flexibilidade em resposta a epidemias de doenças de plantas e menor agressão ao meio ambiente.

Nesse sentido, o termo MIP refere-se à integração de diferentes ferramentas de controle, associando produtos químicos, fortemente relacionados a técnicas de produção convencionais, agentes biológicos, como bactérias, fungos ou vírus e insetos predadores, extrato de plantas, cultivares resistentes a pragas, rotação de culturas dentre outros. Nesse universo interativo o monitoramento das lavouras é fundamental para acompanhar flutuações populacionais das pragas e doenças para que o produtor possa avaliar o LED e definir estratégias adequadas de manejo e controle. Parra (2014), coloca que o MIP e suas estratégias foram construídos a partir da proposta de uma nova filosofia de produção atrelando questões não só econômicas, mas também ecológicas e sociais e; como resposta da comunidade científica para resolver problemas decorrentes do uso abusivo de produtos químicos na agricultura.

A interação entre produção, ecologia, produtos químicos, biológicos e técnicas de manejo, conforme apontam Campanhola e Bettioli (2003), tem apresentado resultados promissores em culturas de grande importância econômica como soja, algodão, citros e outras frutíferas, porém mesmo com casos de sucesso, não tem seu uso amplamente disseminado entre os agricultores, porém vantagens econômicas, resistência das pragas aos agroquímicos e avanço do conhecimento técnico-científico para estabelecimento dos esquemas de monitoramento e das estratégias de controle vêm oferecendo condições para incrementar a adoção do MIP no Brasil.

A próxima subseção investiga a evolução da participação do MIP na agricultura

al., 2005).

⁷ Na década de 1990 a FAO definiu também a ampliação do escopo de manejo integrado, o chamado Manejo Integrado da Cultura

praticada no estado de São Paulo, a partir da realidade de produção da safra 2007/2008 e da safra 2016/2017, considerando recortes regionais e identificação de características educacionais e tecnológicas associadas ao uso dessa tecnologia.

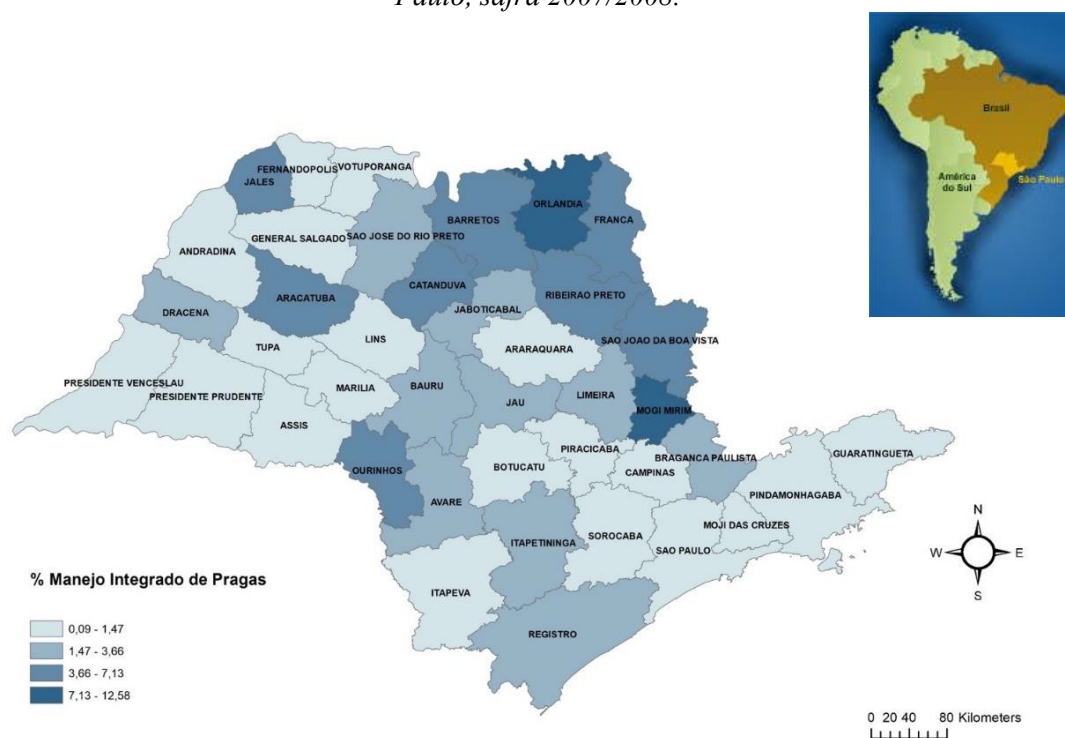
4. MIP na agricultura do Estado de São Paulo, Brasil

Para iniciar a discussão dos resultados sobre o uso da tecnologia MIP no estado de São Paulo, faz-se necessário pontuar a estrutura de produção presente na agricultura dessa unidade da federação brasileira. Assim a agricultura paulista tem mais de 80% da sua renda agrícola concentrada em dez produtos: a cana-de-açúcar com 40% do total, seguida da carne bovina com 12%, laranja para indústria com 6%, carne de frango e soja com 5% cada um, ovos e milho com 4%, café beneficiado e leite com 3% e laranja de mesa com 2%. O restante dos 54 principais produtos atinge entre 1,8% e 0,01% de participação no Valor da Produção Agropecuária (VPA) do estado de São Paulo que, em 2018, foi estimado preliminarmente em R\$ 74 bilhões (SILVA, et al., 2018).

O censo LUPA para a safra 2007/2008 identificou um universo de 324.601 UPAs. Dessas, o conjunto formado apenas por propriedades que utilizaram MIP totalizou 8.804 UPAs que representaram apenas 2,71% do total do estado de São Paulo (TABELA 1). A distribuição dessas UPAs ao longo do território rural de São Paulo evidenciou heterogeneidade entre regiões, onde Mogi Mirim, São João da Boa Vista e Barretos destacam-se, concentrando 25,74% do total de produtores que adotam essa tecnologia em suas explorações econômicas.

A participação relativa do número de upas sobre o total de suas regionais é um indicador importante para entender o processo de adoção tecnológica no estado de São Paulo, dessa forma, Mogi Mirim é a que apresentou a maior participação de UPAs que utilizaram MIP (12,58%), seguida por Orlandia (9,45%), Barretos (7,13%) e São João da Boa Vista (6,32%). Outras quinze regionais apresentaram participação inferior a 1,00% como foi o caso Mogi das Cruzes, São Paulo e Presidente Venceslau. Pode-se verificar, portanto, que na safra 2007/2008 ainda não havia claramente um processo de inovação conduzido pela adoção do MIP, uma vez que a disseminação pode ser considerada, ainda, baixa no estado de São Paulo. A espacialização das UPA com o uso de MIP permitiu observar uma concentração do uso da tecnologia na região norte do estado de São Paulo, desde a região de Mogi-Mirim até o extremo do estado na região de Orlandia. As demais regiões variam entre 0,01% até 3,66% no total de upas com uso da tecnologia MIP (FIGURA 1).

Figura 1. Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) com manejo integrado de pragas, Estado de São Paulo, safra 2007/2008.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do LUPA (IEA/CDRS) 2007/2008.

Tabela 1. Total de upas nas Regionais com uso de Manejo Integrado de Pragas, safras 2007/2008 e 2016/2017.

EDRs (regionais)	2007/2008		2016/2017	
	Total UPAS	Adoção de MIP%	Total UPAS	Adoção de MIP %
Andradina	34	0,45	83	0,92
Araçatuba	396	4,51	546	5,60
Araraquara	47	0,74	104	1,52
Assis	56	0,61	320	3,24
Avaré	158	2,10	724	9,76
Barretos	711	7,13	1.033	9,87
Bauru	160	2,52	200	2,99
Botucatu	65	0,88	165	2,03
Bragança Paulista	341	2,89	340	2,83
Campinas	26	0,35	119	1,96
Catanduva	390	4,37	575	6,12
Dracena	269	3,02	730	8,45
Fernandópolis	41	0,88	141	2,72
Franca	383	6,02	293	4,15
General Salgado	101	1,27	306	3,64
Guaratinguetá	31	0,39	15	0,18
Itapetininga	540	3,66	509	3,44

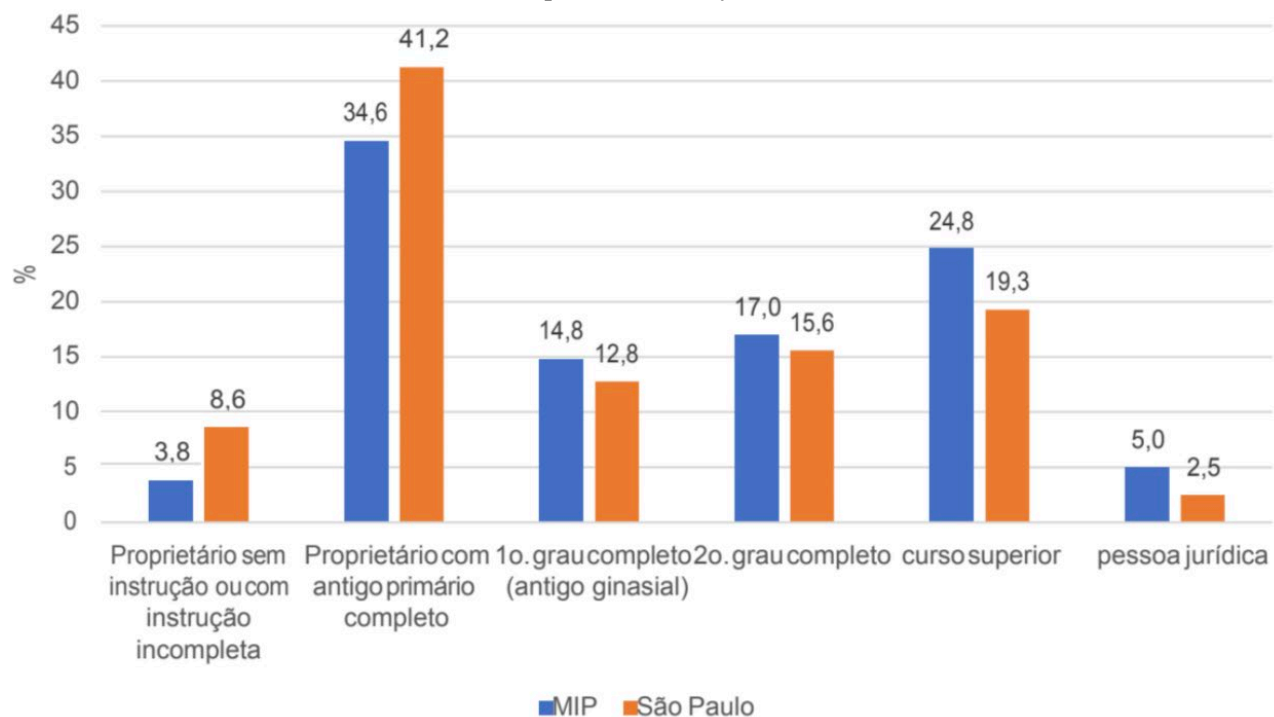
Itapeva	97	0,88	272	2,10
Jaboticabal	206	2,20	273	2,69
Jales	456	4,82	172	1,73
Jaú	165	2,34	172	2,29
Limeira	212	2,38	220	2,29
Lins	68	1,23	68	1,15
Marília	65	1,40	355	7,09
Mogi das Cruzes	6	0,12	37	0,82
Mogi Mirim	803	12,58	1.049	15,31
Orlândia	491	9,45	428	7,75
Ourinhos	372	4,89	559	7,07
Pindamonhangaba	47	0,55	37	0,49
Piracicaba	39	0,49	37	0,49
Presidente Prudente	174	1,47	158	1,23
Presidente Venceslau	8	0,09	17	0,17
Registro	276	3,08	82	1,00
Ribeirão Preto	324	4,57	338	4,57
São João da Boa Vista	752	6,32	851	6,40
São José do Rio Preto	356	2,65	711	5,14
São Paulo	2	0,12	89	6,29
Sorocaba	104	1,00	89	0,86
Tupã	20	0,30	16	0,24
Votuporanga	12	0,22	268	4,58
Total	8.804	2,71	12.501	3,68

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do LUPA (IEA/CDRS) 2007/2008 e 2016/2017.

Com o LUPA 2007/2008, verificou-se o perfil educacional dos produtores, mostrando que aqueles que adotam o MIP têm nível educacional superior à média do estado, observados nas categorias de 1º. Grau completo (14,8%), 2º grau completo (17,0%) e nível superior (24,8%) (Figura 2). Tais resultados sinalizam facilidade dos produtores para incorporar conhecimento sobre diferentes tipos de controles de pragas, seja na forma de treinamentos, materiais técnicos de instituições de pesquisa ou pelas assistências técnicas existentes.

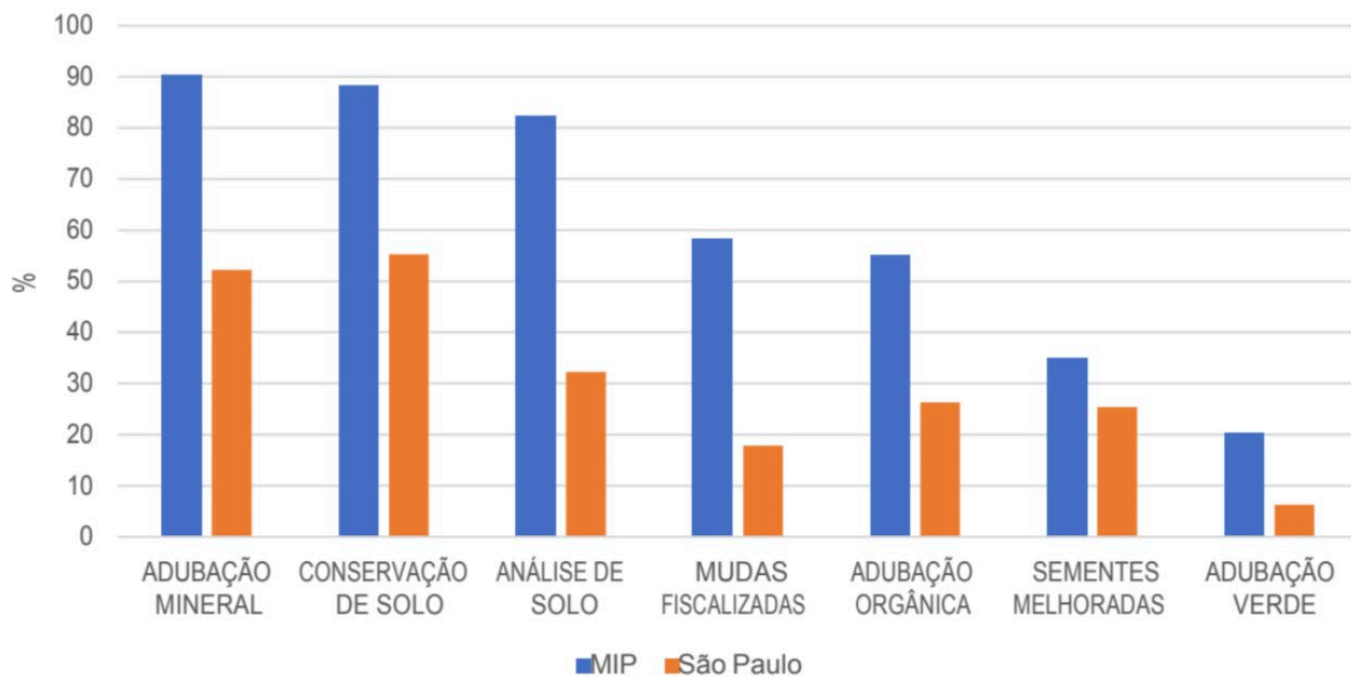
Os produtores que adotaram MIP também se preocupam em manter um ambiente de produção apoiado em técnicas que provam o bom uso dos recursos de produção, com destaque para aqueles que buscam preservação e interação com o meio ambiente. Tais tecnologias são percebidas com maior ênfase nas propriedades que adotaram o MIP, com destaque para conservação de solo com 88,3%, análise de solo (82,4%), adubação verde (20,3%), adubação mineral (90,5%) (Figura 3). O controle racional de pragas e doenças também está expresso quando 58,3% dos produtores adquiriram mudas certificadas e 35,0% utilizaram sementes melhoradas, 55,2% fazem adubação orgânica e 20,3% a adubação verde. Observou-se, também, que todas essas tecnologias são utilizadas pelas propriedades com MIP com indicadores sempre superiores às médias do estado de São Paulo.

Figura 2. Escolaridade nas unidades de produção agrícola, Estado de São Paulo, e propriedades com MIP, em percentuais, safra 2007/2008



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do LUPA (IEA/CDRS) 2007/2008.

Figura 3 Uso de tecnologias agrícolas, Estado de São Paulo e em propriedades com MIP, em percentuais, safra 2007/2008



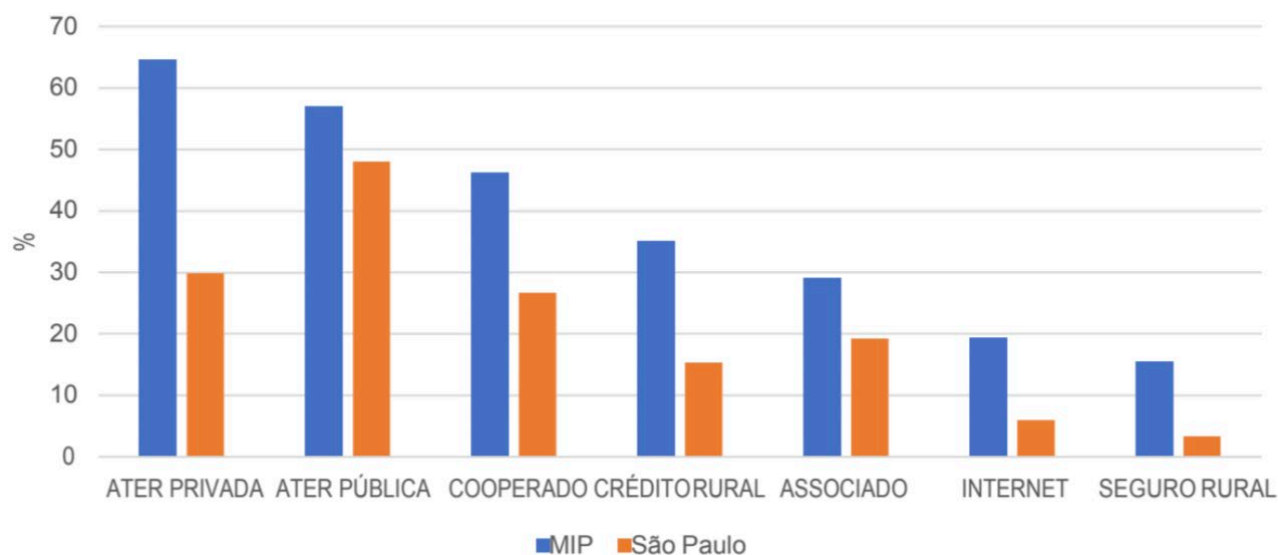
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do LUPA (IEA/CDRS) 2007/2008.

Outros indicadores complementam a análise: 84,1% das propriedades dispunham de energia elétrica, 19,6% utilizavam computador na gestão da propriedade, 19,4% tinham acesso à internet e 60% realizavam escrituração. Do total das UPAs que adotam MIP, 35,0% adquiriram crédito rural e 15,4% tiveram interesse no seguro rural (FIGURA 4).

A Figura 4 apresenta, ainda, outros indicadores vinculados ao nível de organização dos produtores posicionados acima da média estadual paulista: 46,3% deles participam de cooperativas, 29,1% são associados e 38,9% são sindicalizados. Cabe ressaltar que o cooperativismo e associativismo são caminhos relevantes para o desenvolvimento socioeconômico desses produtores seja para minimizar custos de produção com compras coletivas de insumos ou para se conhecer certa tecnologia; a ação coletiva auxilia na troca de informações entre membros das organizações, absorção de técnicas e replicação com outros membros, familiares e vizinhos.

No mesmo sentido, tem relevância a confirmação que do total de UPAs com MIP, 64,5% informaram receber assistência técnica privada e 56,9% receberam assistência técnica pública por meio das casas de agricultura existentes em cada município do estado de São Paulo (FIGURA 4).

Figura 4 Uso de tecnologias organizacionais, Estado de São Paulo e em propriedades com MIP, em percentuais, safra 2007/2008



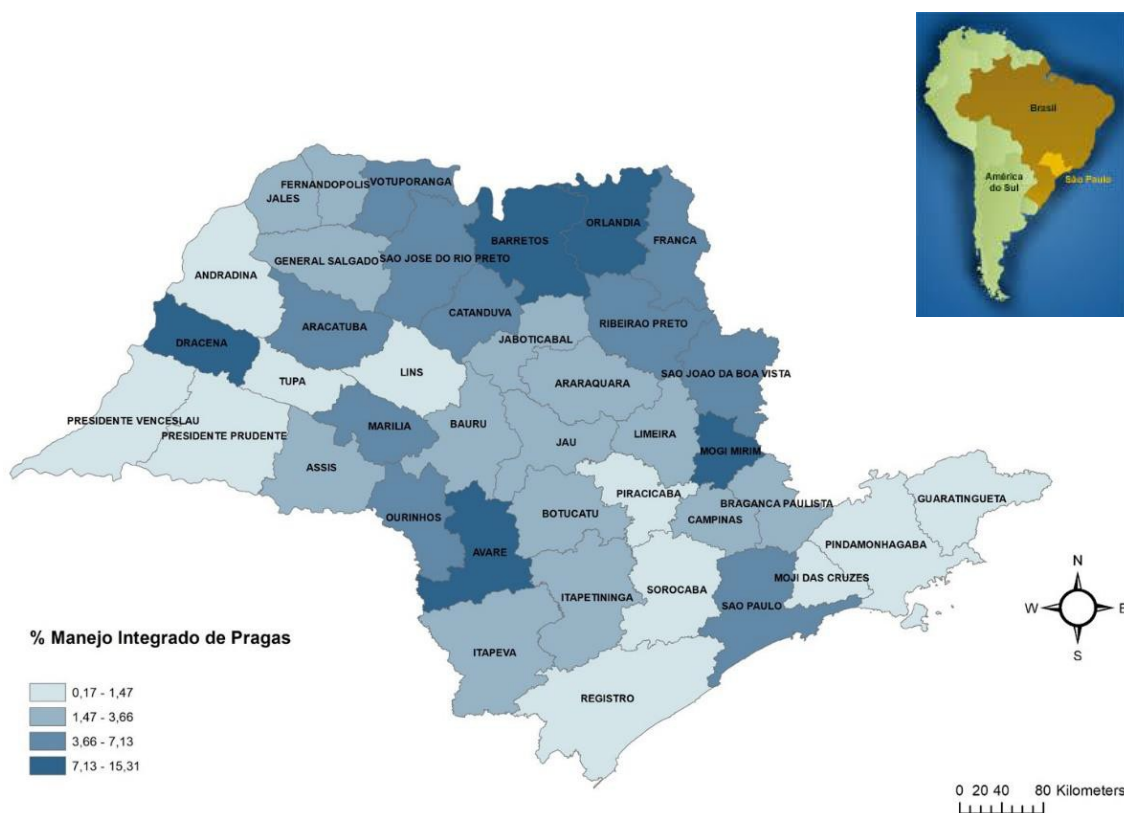
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do LUPA (IEA/CDRS) 2007/2008.

As informações preliminares do último censo agropecuário paulista, LUPA 2016/2017, totalizaram 339.306 unidades de produção agropecuária (UPAs), das quais 12.501 UPAs utilizaram a tecnologia MIP. Ao se considerar e comparar os dois censos, LUPA 2007/2008 e LUPA 2016/2017, houve incremento de 3.697 UPAs com o uso dessa tecnologia, correspondendo a uma variação de 41,99%. Porém cabe salientar que, apesar dessa relevante variação, o MIP é utilizado em apenas 3,68% do total de UPAs no estado de São Paulo, refletindo a ideia que não está sendo configurada uma realidade de substituição entre tecnologias, característica importante na transição entre regimes tecnológicos, e sim a coexistência entre trajetórias distintas e, assim, a existência de um regime tecnológico intermediário.

Em relação à participação relativa dentro de cada regional agrícola, Mogi Mirim é a com maior destaque, em que 15,31% dos produtores têm adotado tecnologias MIP, seguida por Barretos (9,87%) e Avaré (9,76%) (FIGURA 5).

A espacialização das informações para a safra 2016/2017 permitiu comparar com a safra anterior que houve difusão tecnológica entre outras regiões do estado de São Paulo, principalmente ao leste do estado, como é o caso de Dracena e Avaré, e intensificação na região norte, como por exemplo, Barretos (FIGURA 5).

Figura 5 Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) com manejo integrado de pragas, Estado de São Paulo, safra 2016/2017.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do LUPA (IEA/CATI) 2016/2017.

As regionais agrícolas com maiores participações no número de UPAs com tecnologias MIP foram Mogi Mirim (8,39%), Barretos (8,26%), São João da Boa Vista (6,81%) e Dracena (5,84%), juntas concentraram 29,3% do total (Figura 5). Na regional agrícola de Mogi Mirim⁸ destacam-se atividades econômicas como abate de frangos bem como o cultivo de laranja, limão e outras frutas, além de lá estar localizado o pólo da floricultura do estado de São Paulo, no município de Holambra (IEA, 2018).

⁸ A região de Mogi Mirim é composta por onze municípios: Artur Nogueira, Conchal, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Estiva Gerbi, Holambra, Itapira, Jaguariúna, Mogi Guaçu, Mogi Mirim e Santo Antônio da Posse.

Na safra 2016/2017, oito regionais agrícolas registraram percentual de participação abaixo de 1,00%: Andradina, Sorocaba, Mogi das Cruzes, Pindamonhangaba, Piracicaba, Tupã, Guaratinguetá e Presidente Venceslau. Apesar dos dados entre os dois levantamentos evidenciarem evolução no uso de MIP, ainda pode ser identificada a necessidade de esforços para maior disseminação entre os produtores, tarefa importante para agentes locais no papel de extensão rural e assistência técnica.

5. Conclusões e considerações finais

A busca pela eficiência produtiva e pela sustentabilidade nos processos de produção da agricultura tem ocupado espaço na pauta de discussão desse setor econômico brasileiro. Essa importância é justificativa de estudos apoiados em abordagens que procuram compreender o processo de evolução tecnológica na agricultura, associando tanto aspectos da construção da ciência e tecnologia agropecuária quanto dos elementos que caracterizam a adoção, transição e coexistência de tecnologias distintas, aqui, interpretadas a partir dos conceitos e teorias envolvidas nos regimes tecnológicos.

Nesse sentido, esse artigo analisou a evolução da adoção do MIP em regiões marcadas por agricultura intensiva em tecnologia no Brasil, tomando-se como objeto de estudo a realidade de produção do estado de São Paulo. Assim, deu-se o primeiro passo no sentido de apresentar dados inéditos e censitários sobre a adoção de MIP no estado. Permitiu-se realizar um mapeamento da adoção dessa tecnologia nas quarenta regionais agrícolas do estado e concluiu-se que o percentual de adoção nas UPAs ainda é reduzido, porém, em dois momentos diferentes, safras 2007/2008 e 2016/2017, houve considerável incremento no número de UPAs que adotaram essa técnica, justificando maior aprofundamento de pesquisas sobre essa tecnologia em São Paulo.

Relevante ao estudo foi entender indicadores socioeconômicos existentes nas UPAs relacionadas que podem auxiliar a identificar o estágio de evolução e maturidade do produtor rural compreendendo quais são os gargalos e superá-los para adotar determinada tecnologia, no caso, o MIP. Os indicadores utilizados não esgotam futuras análises, pois outras investigações são necessárias para entender diferentes grupos de produtores, a exemplo, se fez cursos de aperfeiçoamento no período, participação em dias de campo, atuação do serviço de assistência técnica privada e pública, fontes de financiamento, dentre outras.

Posterior à consolidação final dos dados do levantamento do LUPA 2016/2017 e divulgação das informações, o perfil socioeconômico das UPAs e regiões deverão ser retomados, a fim de identificar heterogeneidades nas regionais agrícolas do estado de São Paulo, principalmente a de Mogi-Mirim que, nas duas safras, apresentou o maior nível de adoção tecnológica entre os produtores, bem como observar quais as principais explorações agrícolas e pecuárias que incorporam tecnologias MIP. O estudo dessa regional permitirá compreender como foi o processo de difusão da tecnologia, construção e transferência de conhecimento desde a pesquisa científica até chegar ao produtor rural.

6. Referências

- Berkhout, F.; Smith, A.; Stirling, (2003) A. *Socio-technological regimes and transition contexts*, Paper n. 2016, The Freeman Centre (SPRU), University of Sussex, september, (p.39)
- Dosi, G. (2006) *Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores*, Campinas, Ed. UNICAMP, (p.460)
- Dosi, G.; Nelson, R.R. (2009) *Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes*. Laboratory

- of Economics and Management, Sant'Anna School of Advanced Studies, *LEM Working Paper Series*, (p.89)
- Campanhola, C.; Bettiol, W. (2003) Situação e principais entraves ao uso de métodos alternativos aos agrotóxicos no controle de pragas e doenças na agricultura. In: Campanhola, C.; Bettiol, W. *Métodos alternativos de controle fitossanitário*, Embrapa Meio Ambiente, 267-279.
- Carvalho, N. L.; Barcellos, A. L. (2012) Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. *Revista Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 5 (5), 749-766.
- Futino, A. M.; Salles-Filho, S. (1991) A biotecnologia na Agricultura Brasileira: a indústria de defensivos agrícolas e o controle biológico. *Agricultura em São Paulo*, 38 (T.Esp.), p. 45-88.
- Geels, F. W.; Schot, J. (2007) Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36 (1), 399-417.
- Iea, Instituto de Economia Agrícola. Banco de Dados – Estatísticas da Produção Agrícola. São Paulo: IEA, 2018. Disponível em <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/subjectiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- Kuhn, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas* (2007) São Paulo, 5º Ed., Editora Perspectiva, (p. 257)
- Morandi, M. A. B.; Bettiol, W. (2009) Controle biológico de doenças de Plantas no Brasil. In: Bettiol, W.; Morandi, M. A. B. (Ed.) *Biocontrole de Doenças de Plantas: uso e perspectivas*, Embrapa Meio Ambiente, 7-14
- Ortiz Neto, J. B.; Shima, W. T. (2008) Trajetórias Tecnológicas no Segmento Offshore: ambiente e oportunidades. *Revista Economia Contemporânea*, 12 (2), 301-332.
- Parra, J. R. P. (2014) Biological Control in Brazil: an overview. *Scientia Agricola*, 71 (5), 345-355
- Paula-Junior, T.J. et al. (2005) Controle Alternativo de Doenças de Plantas: histórico. In: Venzon, M. et al. (org.) *Controle Alternativo de pragas e Doenças*, EPAMIG/CTZM, 135-162.
- Possas, M.L.; Salles-Filho, S.; Silveira, J. M. (1994) An Evolutionary Approach to Technological Innovation in Agriculture: some preliminar remarks. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, 11 (1/3), 9-31
- São Paulo (Estado). (2019) Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. Levantamento censitário das unidades de produção agropecuária do Estado de São Paulo - *Projeto LUPA 2007/08*. São Paulo: SAA/CATI/IEA.
- Silva, J. R. et al. (2018) Valor da Produção Agropecuária do Estado de São Paulo: resultado preliminar de 2018. *Análise e Indicadores do Agronegócio*, 13(11), (p. 16).
- Vieira, E.S.F.M, et al. (2015) Identificação e análise dos regimes tecnológicos da indústria de transformação brasileira. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO DA TECNOLOGIA. ... *Anais XVI ALTEC*, Porto Alegre, RS, 19 a 22 de outubro de 2015.
- Vieira-Filho, J.E.R.; Silveira, J. M. F. J. (2012) Mudança Tecnológica na Agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Piracicaba, 50 (4), 721-742.

As iniciativas Brasileiras na trajetória do etanol celulósico

Altair Aparecido de Oliveira Filho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Brasil
altair.filho@ifsp.edu.br

Flávia Luciane Consoni
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Departamento de Política Científica e Tecnológica, Brasil
flavia@ige.unicamp.br

Resumo

O presente artigo expõe e analisa as características do setor sucroalcooleiro frente ao desafio tecnológico do etanol celulósico, buscando identificar como os principais atores do Sistema Setorial de Inovação da cana-de-açúcar do Brasil (SSI) estão se posicionando e quais os avanços estão sendo alcançados. Percebe-se uma tímida reconfiguração setorial transcorrida na última década, com a presença de novos atores na fase industrial do processo produtivo e a busca e operacionalização de novos conhecimentos, ligados à área da biotecnologia. A importância deste setor é seu caráter alternativo frente às energias fósseis, responsáveis pela geração de sérios problemas ambientais na escala nacional e internacional.

Palavras chaves

Setor sucroenergético; Etanol Celulósico; Sistema Setorial de Inovação; Energias Renováveis

1. Introdução

A história do etanol celulósico¹ em território brasileiro apresenta um percurso de mais de 40 anos, com iniciativas que vão do desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias endógenas, aos esforços sistemáticos de adaptação de tecnologias estrangeiras oriundas de setores análogos ao processamento da biomassa. A trajetória setorial é repleta de situações elucidativas das características nacionais, expressando problemas do Sistema Nacional de Inovação, bem como das potencialidades não aproveitadas na sua plenitude.

Esta pesquisa analisa os momentos de inflexão do esforço local para introduzir novas tecnologias no segmento de biocombustíveis, especificamente, do etanol proveniente da cana-de-açúcar. O recorte analítico recai sobre as ações das firmas e das instituições de Ensino e Pesquisa que compõem o Sistema Setorial de Inovação da cana-de-açúcar do Brasil (SSI), pois estes agentes são os catalizadores dos processos gerais² e os responsáveis últimos por introduzir/usar as novas tecnologias no cotidiano da produção.

Os atores do SSI em destaque perseguem soluções tecnológicas que ampliam as possibilidades de processamento da biomassa, à medida que estas são capazes de gerar ganhos de escala, de escopo e de promover a sustentabilidade ambiental. Tais fatores orientam os projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), em que as tecnologias de produção do etanol celulósico maximizam o uso energético e econômico da cana-de-açúcar, proporcionando

¹ Utiliza-se também os termos: etanol de segunda geração e E2G

² O contexto político-econômico, as políticas públicas e as flutuações do mercado de açúcar e/ou etanol promovem forças que facilitam ou adicionam dificuldades as ações dos atores.

a utilização quase completa da biomassa (incluindo palha e bagaço) por intermédio de processos físico-químicos que visam ter acesso aos açúcares contidos na celulose.

Esta investigação aponta o envolvimento de uma quantidade variável de atores nesse processo, não necessariamente responsáveis diretos pelo processamento da cana-de-açúcar. Identificou-se a forte presença de firmas oriundas de outros setores da economia, além de atores não-firmas, como as instituições públicas de ensino e pesquisa, as quais participam de projetos de pesquisa acadêmicos ou industriais, podendo ser autônomos ou em parcerias estratégicas (Oliveira, 2017). Estas iniciativas somadas adensaram os processos de aprendizagem no interior do SSI da cana-de-açúcar, consolidando competências e saberes estratégicos para o segmento.

Produzir mais combustível sem ampliar a pressão sobre os recursos naturais é um dos pilares de sustentação das iniciativas na trajetória tecnológica do etanol de segunda geração. Portanto, este trabalho investiga um caso de inovação para o desenvolvimento sustentável, que está em relação dialógica com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)³. Percebe-se que essa nova tecnologia pode contribuir decisivamente com o Objetivo 7 (assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos) e com o Objetivo 13 (combate às alterações climáticas).

O etanol celulósico, ao se apresentar como Nova Fonte de Energia Renovável, evidencia seu potencial ambiental, ampliando a eficiência energética da matriz nacional a partir de uma opção de combustível líquido com menor emissão de gases de efeito estufa, quando comparada às fontes de energia tradicionais (combustíveis fósseis ou biocombustíveis de primeira geração).

Seguindo este debate, o artigo estrutura-se por meio de respostas às seguintes questões de pesquisa: 1) Quais são os atores/elementos do SSI da cana-de-açúcar que promovem o progresso técnico em direção ao domínio do etanol celulósico? 2) Quais são os projetos tecnológicos de etanol celulósico em curso no Brasil e quais as diferenças entre eles? 3) Quais são as relações estabelecidas entre estas firmas e outros atores do SSI da cana-de-açúcar no que tange o etanol celulósico?

Para a condução desta pesquisa, foram analisados entre os anos 2016 e 2017 os principais projetos industriais⁴ de etanol de segunda geração em curso no país. Este exercício traz uma noção evolutiva do segmento, bem como uma chave interpretativa de como os setores/indústria mudam e evoluem em países periféricos⁵.

Dentes os resultados encontrados, pode-se ter uma noção, mesmo que aproximada, do quão perto/longe está a tecnologia de etanol celulósico de ser uma opção complementar a produção de 1G no Brasil. Também nos permite identificar o esforço do SSI da cana-de-açúcar em introduzir uma inovação disruptiva que contribui decisivamente com o meio ambiente e com o progresso de soluções sustentáveis.

³ Acordo internacional que contempla 17 Objetivos e 169 metas, envolvendo temáticas diversificadas relacionada ao meio ambiente e a vida no planeta terra. Tal acordo foi firmado por 196 países no ano de 2015.

⁴ Projetos industriais de etanol celulósico consistem nas iniciativas desempenhadas pelos atores (firmas e instituições de pesquisa), as quais visam em um dado momento realizar a prova de conceito por meio de prototipagem em pequena escala e/ou a construção de plantas industriais - escala piloto, demonstrativa e comercial. Com base na classificação adotada pela metodologia *Technology readiness levels (TRL)*, seleciona-se os projetos que se encaixam entre as fases TRL5 - TRL7 e TRL8 – TRL9. Adota-se as definições feitas por Stafford, Lotter, Brent e Maltitz (2017).

⁵ Os setores econômicos em economias subdesenvolvidas carregam características comuns, tais como: a) a forte heterogeneidade das firmas - diferentes níveis tecnológicos convivem ao mesmo tempo no mesmo setor; b) inovações intensivas em conhecimento advêm do exterior; c) os investimentos e a condução do Estado é fator central para avançar o nível tecnológico das firmas. Estes elementos estão presentes na tentativa de introduzir a produção do etanol celulósico na realidade do setor sucroalcooleiro.

2. Metodologia

A estrutura deste estudo se apoia em dois procedimentos metodológicos, a) coleta e tratamento dos dados secundários e b) trabalho de campo e entrevistas. A coleta e o tratamento dos dados secundários foram feitos a partir de bases de dados de instituições governamentais e privadas segundo as necessidades da construção da narrativa da pesquisa, de forma a demonstrar os efeitos da reorganização dos modos de inovação do SSI da cana-de-açúcar e, principalmente, fornecendo uma dimensão espacial e econômica do setor.

Já as entrevistas, 10 no total, seguiram um roteiro de questões semiestruturadas, conforme Quadro 1. A identificação dos entrevistados ocorreu por meio de buscas nos *sites* das empresas, instituições ligadas ao desenvolvimento do etanol celulósico no Brasil e pela participação em eventos ligados ao setor sucroenergético (participação em 7 eventos setoriais).

Quadro 1. Instituições e firmas entrevistadas

Instituição/Firma	Posição	Data
CTBE	Gestor de Negócios	abril/2016
UNICA	Diretor Executivo	junho/2016
UNICA	Consultor de Emissões e Tecnologia	junho/2016
BioCelere	Gerente de Inovação	setembro/2016
FINEP	Ex-Presidente	fevereiro/2017
CTC	Gerente de Desenvolvimento Industrial	fevereiro/2017
CTBE	Diretor	maio/2017
Raízen	Diretor Executivo de Tecnologias e Projetos	maio/2017
Cenpes/Petrobras	Gerente de Biotecnologia	maio/2017
BNDES	Gerente do Departamento de Biocombustíveis	junho/2017

Fonte: elaboração própria.

As firmas analisadas com maior destaque são: Centro de Tecnologia Canavieira (CTC); GranBio e Raízen. Este recorte implica trabalhar com os principais atores do SSI da cana-de-açúcar em termos de esforços de desenvolvimento do etanol celulósico, pois são as empresas que figuram como signatárias de projetos de pesquisa apoiados pelas políticas públicas na dimensão de estímulo a C&T (PAISS Industrial). Ademais, aparecem como detentoras de depósitos de patentes e/ou parceiras de empresas estrangeiras que detêm competências na tecnologia do etanol celulósico.

Opta-se por estas firmas porque todos os fatores mencionados acima são encontrados conjuntamente. Outro ponto que fortalece a escolha é o destaque dado a elas pela mídia e pela literatura especializada. Assim, justifica-se o recorte analítico, considerando estas firmas como centrais para o processo engendrado em território nacional, representativas da mudança em curso (etanol de primeira geração para o etanol de segunda geração).

3. Os principais atores do SSI da cana-de-açúcar na trajetória do etanol celulósico: visão geral

As firmas compõem um importante elemento do Sistema Setorial de Inovação, sendo responsáveis pela transformação dos inputs em outputs (Malerba, 2002). Esta categoria de ator

do SSI apresenta processos específicos de aprendizagem, competências e organizações (rotinas), as quais conduzem suas expectativas e os seus objetivos (Malerba, 2003. Nelson, 2007). A partir destes princípios, as firmas interagem com os demais agentes do SSI, tais como universidades, institutos de pesquisa, agências regulatórias, consumidores, fornecedores entre outros. Os agentes interagem por meio de processos de comunicação, troca, cooperação, competição e comando, e assim estabelecem networks (redes de inter-relação) que criam canais e mecanismos de aprendizado interativo, elemento essencial para o processo de inovação (Lundvall, 2009. Joseph, 2009).

As mudanças exigidas pela tecnologia do etanol celulósico alteram a base de conhecimento na fase industrial do setor sucroalcooleiro, forçando um deslocamento do exclusivismo DUI-mode (learning by doing, learning by using e learning by interacting) para um padrão intermediário, visando o STI-mode (learning by Science, Technology and Innovation)⁶. Este movimento resulta em dois processos interessantes, os quais permeiam a realidade do setor na contemporaneidade: i) a ampliação da dependência tecnológica do SSI da cana-de-açúcar; ii) redefini os atores do SSI da cana-de-açúcar na fase industrial, principalmente no que se refere aos responsáveis pela introdução de novas tecnologias. Os trabalhos de Varricho (2012), Furtado (2014), Oliveira e Silveira (2013) e Oliveira (2017) corroboram esta afirmação.

Diante das premissas teóricas-conceituais, o foco deste artigo está nas ações das firmas que se comportam como dinamizadoras desse processo, não só por introduzirem o etanol celulósico no mercado de combustíveis, mas por representarem um fenômeno em gestação no país. Ao passo que constroem plantas industriais baseadas na rota celulósica, estas congregam outros elementos da estruturação do STI-mode, pois se beneficiam sistematicamente das interações promovidas pelo SSI da cana-de-açúcar, ou seja, são alvos de políticas públicas para inovação (PAISS Industrial e PAISS Agrícola), recebem aportes diretamente voltados ao P&D (FAPESP e FINEP), são firmas que estabelecem relações com agentes externos com a intenção de incorporar novas tecnologias (Joint Venture, cooperação tecnológica e aquisição de empresas estrangeiras), criam relações com atores não-empresas do SSI (universidades e ICTs). E, por fim, elaboram rotinas voltadas ao desenvolvimento destas novas tecnologias, baseadas em processos de aprendizagem não restritos ao DUI-mode (Oliveira, 2017).

A indústria do etanol celulósico está em construção e como tal encontra-se sem definições estruturais claras, contando com a presença de diversos “tipos” de firmas, tais como as grandes firmas processadoras de biomassa, as startups de base tecnológica, firmas tradicionais de exploração de recursos naturais (agrícolas e petróleo) e grandes firmas do setor químico.

O quadro 2 expõe estas ações de maneira esquemática, indicando os principais atores, sua origem setorial e o principal interesses em participar da rota tecnológica do etanol celulósico.

⁶ Os trabalhos de Jensen, Johnson, Lorenz, e Lundvall (2007) e Lundvall (2007) elucidam os conceitos e operacionalizam como categorias analíticas validas para interpretar os processos de aprendizagem e de mudanças tecnológicas.

Quadro 2. Os principais atores na trajetória do etanol celulósico – quem é quem?

Fundação	Ator	País	Origem	Setor	Relação / Interesse no setor sucroenergético
1899	IPT	Brasil	Público	Instituição de Pesquisa	Pesquisa & Desenvolvimento; Prestação de serviços (análise de materiais; análise da composição da biomassa).
1920	Dedini	Brasil	Privado	Bens de Capital	Fabricação de máquinas e equipamentos para a produção de açúcar, etanol e eletricidade a partir da cana-de-açúcar;
1953	Petrobras	Brasil	Público	Petróleo	Distribuição e logística do etanol; Com PBIO produzia açúcar, etanol e eletricidade.
1969	CTC	Brasil	Privado	P&D	Pesquisa & Desenvolvimento; Variedades de cana-de-açúcar.
1969	FTI Lorena/SP	Brasil	Público	Instituição de Pesquisa	Pesquisa & Desenvolvimento; Como integrante da USP exercer a função de desenvolvimento e disseminação de conhecimento sistematizado e de formação de mão de obra.
1957*	Clariant	Alemanha-Suíça	Privado	Química	Interesse na produção de bioquímicos a partir da cana-de-açúcar; Pesquisa & Desenvolvimento – ações exploratórias realizadas na Europa em E2G.
1957	Jaraguá Equip.	Brasil	Privado	Bens de Capital	Fabricação de máquinas e equipamentos para setor sucroenergético e de papel e celulose.
1970	Oxiteno	Brasil	Privado	Química	Produção de bioquímicos (solventes verdes).
1976	CODETEC	Brasil	Público	Universidade – empresa	Pesquisa & Desenvolvimento; Prestação de serviços e assessoria a pequenas empresas de base tecnológica ligada à Unicamp.
1979	Brasil Bioenergia	Brasil		Bioenergia	Produção e comercialização de etanol, açúcar e energia a partir da cana-de-açúcar; Produção de Bioagentes (Biovespa, Biorrizium e Biovéria) - controle de pragas.
1979	COALBRA	Brasil	Público	Bioenergia	Produção de etanol, coque e furfural.
2007**	Abengoa Bioenergia	Espanha	Privado	Bioenergia	Produção e comercialização de etanol, açúcar e energia a partir da cana-de-açúcar; Pesquisa & Desenvolvimento – ações exploratórias realizadas na Europa e nos EUA em E2G.
2007	Odebrecht Agro.	Brasil	Privado	Bioenergia	Produção e comercialização de etanol, açúcar e energia a partir da cana-de-açúcar;
2008***	BP	Reino Unido	Privado	Petróleo	Produção e comercialização de etanol, açúcar e energia a partir da cana-de-açúcar; Pesquisa & Desenvolvimento – ações exploratórias realizadas nos EUA em E2G.
2010	CTBE	Brasil	Público	Instituição de Pesquisa	Pesquisa & Desenvolvimento; Prestação de serviços;
2010	Raízen	Brasil – Holanda – Reino Unido	Privado	Bioenergia	Produção, distribuição e comercialização de etanol, açúcar e energia a partir da cana-de-açúcar;
2011	GranBio	Brasil	Privado	Biotecnologia	Pesquisa & Desenvolvimento; Cana-energia; bioquímicos; Produção de E2G.

¹ *As atividades da *Clariant* no Brasil herdaram as estruturas da *Hoechst* (que chegou ao Brasil 1957), firma alemã que se incorporou a *Clariant* em 1997. ***Abengoa bioenergy* é de 1980, mas chega ao Brasil em 2007. ***A criação da *BP* é de 1909, mas sua atuação no setor sucroenergético é de 2008.

Fonte: elaboração própria.

No ano de 2017, o Brasil contava com três plantas de etanol 2G em operação. As firmas que conduzem e conduziram os principais projetos industriais em etanol celulósico são⁷: *CTC*; *GranBio* e *Raízen*. Estes três casos possuem plantas instaladas e em funcionamento, sendo duas em escala comercial (*GranBio* e *Raízen*) e uma em escala demonstrativa (*CTC*) e consolidam-se no cenário nacional à medida que absorvem novos conhecimentos e aprendem com o próprio uso da nova tecnologia. Ademais, representam os atores brasileiros que melhor acompanham a corrida tecnológica em curso no plano internacional.

Acrescenta-se que no processo de mapeamento dos atores do SSI da cana-de-açúcar identificou outras firmas com projetos industriais em etanol celulósico, entretanto, estas apresentam suas iniciativas descontinuadas ou envoltas em incertezas promovidas tanto pelo contexto socioeconômico como por novas estratégias empresariais, a saber: *Villares Metals S.A*; *Dedini Indústria de Base*; *Jaraguá Equipamentos Industriais*; *Petrobras*; *Oxiteno*; *Odebrecht Agroindustrial*; *Bioenergia do Brasil S/A*; *Abengoa Bioenergia*; *Clariant*; *British Petroleum Biocombustíveis (BP)*.

Estes casos são “chamados” à narrativa para demonstrar elementos próprios da dinâmica da evolução da tecnologia, justamente em um momento pré-paradigmático, onde a

⁷ Levantamento que ocorreu até 2017, ano de conclusão desta pesquisa.

incerteza, a entrada/saída de atores e a disputa de *designs* tecnológicos distintos compõem o quadro histórico deste contexto.

De maneira correlacionada e independente, apresentam-se também atores não-firmas que conduzem ações na trajetória do etanol celulósico na fase industrial do SSI da cana-de-açúcar, tendo como expoentes: *o CTBE, IPT e a Escola de Engenharia de Lorena-USP*. Os atores não-firmas são relevantes no processo de interação e cooperação no interior do SSI da cana-de-açúcar, mas não apenas, visto que o CTBE apresenta uma planta-piloto de E2G e projetos industriais completos em fase de testes.

Os atores não-firma, além de colaborar e funcionar como fontes de conhecimentos sistematizados, conduzem desenvolvimentos tecnológicos particulares que se somam às iniciativas em curso, dinamizando o processo de aprendizado do SSI (o caso do CTBE reúne estes elementos).

Como indicado no quadro 2, sobre a trajetória brasileira no etanol celulósico, o Brasil conta com diversas iniciativas voltadas ao desenvolvimento da tecnologia industrial do etanol celulósico, com ações que remontam à década de 1980. A partir dos esforços empreendidos ao longo do tempo, é possível perceber a distribuição dos atores por rota tecnológica e o “grau” deste esforço (pesquisas em laboratório, planta-piloto, escala de demonstração ou planta comercial).

Somadas, tais ações representam o esforço do SSI da cana-de-açúcar em desenvolver competências internas na nova rota tecnológica, as quais foram fortemente suportadas pelo poder público e conduzidas a partir de parcerias estratégicas com firmas estrangeiras, detentoras de tecnologia (*vide* figura 1 na seção 3.1. desse trabalho).

O Quadro 2 também aponta para a “posição” de cada firma ou instituição que realizou esforços nessa trajetória, com menção a sua origem e sua relação com o setor sucroenergético. Com isso, coloca em relevo um conjunto de evidências e informações que substanciam a resposta da pergunta de pesquisa sobre “*Quais são os atores/elementos do SSI da cana-de-açúcar que promovem o progresso técnico em direção ao domínio do etanol celulósico?*”, visto que nomeia e identifica cada ator que liderou iniciativas de desenvolvimento, aquisição ou adaptação da tecnologia de E2G no Brasil ao longo do tempo.

Foram identificadas 13 iniciativas concretas voltadas ao desenvolvimento da tecnologia industrial de segunda geração no Brasil, conduzidas por atores distintos, sendo que há 10 firmas e 3 atores não-firmas (CTBE, IPT e FTI Lorena) conduzindo/liderando as iniciativas de P&D. Para melhor compreender as características do esforço nacional no universo da tecnologia do etanol celulósico, bem como, para identificar as relações estabelecidas pelos atores no SSI da cana-de-açúcar, as iniciativas foram classificadas em quatro grupos:

- Iniciativas Pioneiras - FTI Lorena/SP; COALBRA; CODETEC e Dedini;
- Iniciativas Incipientes - Brasil Bioenergia; Jaraguá Equipamentos; Abengoa; Clariant e BP;
- Iniciativas Exploratórias - IPT; CTBE; Petrobras; Oxiten; Odebrecht Agroindustrial;
- Iniciativas Estruturadas – CTC; GranBio e Raízen (portadoras de futuro).

Esta estrutura analítica facilita a interpretação do esforço nacional e vai além do mapeamento de atores, mostrando os avanços, os problemas e as particularidades do SSI da cana-de-açúcar na(s) rota(s) do etanol celulósico - com particular atenção aos casos dos anos 2000 (Iniciativas Estruturadas).

As Iniciativas Pioneiras correspondem aos projetos industriais implementados no Brasil na década de 1980, ações que iniciaram as pesquisas e estabeleceram os primeiros passos

nacionais nesta tecnologia. Distinguem-se das outras iniciativas pelo seu turno temporal e principalmente, pela opção tecnológica (rota ácida).

As Iniciativas Incipientes são os projetos e as ações que não atingiram maturidade, ou seja, não foram capazes de sair do nível da especulação, da elaboração dos projetos, ou ainda, não atingiram os objetivos propostos pela própria iniciativa, sendo interrompidos de maneira abrupta (forças do contexto e/ou reformulação da estratégia da firma).

As Iniciativas Exploratórias são basicamente as ações de pesquisa no nível laboratorial ou em escalas-reduzidas (bancada e piloto). Estas iniciativas caracterizam-se por não atingirem o estágio de early commercial deployment (Stafford et al., 2017), ou seja, não estabelecerem concretamente unidades de processamento de biomassa, sendo incapazes de estudar/resolver de maneira direta questões relacionadas à fabricação, manuseio e processamento da matéria-prima, eficiência energética e resíduos.

Por sua vez, as Iniciativas Estruturadas são aquelas que atingiram “maturidade” e materializaram-se na realidade do SSI da cana-de-açúcar – estando em um nível à frente das Iniciativas Exploratórias. São capazes de produzir etanol celulósico, mesmo que por um curto período de tempo e sem atingir a sua capacidade projetada. Entretanto, são ações que municiam o SSI com novas informações estratégicas, já que presenciam na execução dos seus projetos situações e problemas que até então não tinham sido sequer aventados pelo setor sucroalcooleiro.

Desta forma, as ações estruturadas imprimem um ritmo mais acelerado e territorializado no processo de aprendizagem do SSI da cana em relação à tecnologia de conversão da biomassa, visto que os experimentos e os problemas vivenciados por meio das estruturas em funcionamento promovem conhecimentos impossíveis de serem obtidos em escala laboratorial ou no nível da teoria científica.

Os *highlights* a seguir dão uma noção geral do esforço nacional e levantam pontos que devem ser levados em consideração no momento da avaliação sistemática sobre a trajetória adotada pelo Brasil nessa tecnologia. Os destaques são:

➤ No decorrer da trajetória brasileira, tem-se uma mudança de rota tecnológica: as Iniciativas Pioneiras eram calcadas na hidrólise ácida, já as iniciativas realizadas nos anos 2000 pautam-se na sua maioria na hidrólise enzimática e na busca pela exploração da C5 (Xilose e Pentose) por meio de leveduras adaptadas geneticamente (OGMs) - fermentação de alto rendimento. A exceção fica por conta do caso do IPT, que baseia a sua tecnologia no processo de gaseificação da biomassa;

➤ As iniciativas brasileiras ocorrem em simultâneo com as ações conduzidas em outros países (no primeiro momento, final dos anos 1970 e início dos anos 1980; no segundo momento, início da segunda década de 2000). O Brasil segue a tendência mundial. Os dados de depósitos de patentes e publicações de artigos científicos trabalhados em Oliveira (2017) indicam essa condição.

➤ A iniciativa da Dedini é a mais duradoura do Brasil (23 anos) e antecipa a estratégia de estabelecer parcerias. Diferentemente dos casos dos anos 2000, suas relações de cooperação são estabelecidas com atores nacionais;

➤ Todas as iniciativas dos anos 2000 estabeleceram parcerias estratégicas⁸ com

⁸ Define-se as parcerias estratégicas que visam o desenvolvimento de novas tecnologias ou a obtenção de competências tecnológicas como acordos cooperativos entre firmas independentes que compartilham objetivos tecnológicos comuns, tal ação afeta o posicionamento de mercado no longo prazo de pelo menos um dos parceiros. Dependendo do conteúdo tecnológico ou da base de conhecimento da firma/setor, os parceiros das empresas podem ser institutos de pesquisa e universidades.

firmas estrangeiras. Este fato é o *modus operandi* para acessar tecnologias ligadas ao processo de pré-tratamento, hidrólise e fermentação da C5.

➤ estabelecimento de parcerias com atores estrangeiros visa ter acesso a conhecimentos específicos, adquirir novas competências, adquirir insumos tecnológicos e utilizar estruturas de processamento de biomassa já em funcionamento para realização de testes (plantas-pilotos e plantas de demonstração). As parcerias com atores nacionais visam adquirir matéria-prima e compartilhar infraestrutura;

➤ Todas as Iniciativas Exploratórias e todas as Iniciativas Estruturadas receberam aportes diretos das agências e órgãos de fomento para as atividades de P&D. Com grande destaque ao programa PAISS Industrial, que sustentou financeiramente a construção das plantas industriais em escala comercial. O mapeamento de políticas públicas e análise dos casos demonstram que o esforço nacional foi estimulado e sustentado financeiramente pela ação do Estado Brasileiro (Oliveria, 2017).

➤ As iniciativas dos anos 2000 são conduzidas por atores distintos, principalmente, por firmas de diferentes “naturezas”. Este fato indica que o SSI da cana-de-açúcar passa por um movimento de ampliação das suas fronteiras setoriais – atores que agem sobre uma nova base tecnológica e de conhecimento;

➤ Os casos dos anos 2000 são conduzidos por novos atores do SSI da cana-de-açúcar (firmas e instituições criadas na última década), com exceção do CTC.

➤ Nas Iniciativas Exploratórias e nas Iniciativas Estruturadas é que se têm o desenvolvimento de competências nacionais na rota de E2G, pois firmas e instituições de pesquisa destinam recursos para apreender e desenvolver conhecimento economicamente útil na rota 2G. Ademais, os projetos de P&D são pensados e conduzidos para dar conta dos problemas do setor sucroenergético. Estas competências surgem como consequência de pesquisas e melhoramentos tecnológicos ocorrendo em território nacional e por meio do trabalho de pesquisadores, engenheiros e técnicos “brasileiros”;

➤ As Iniciativas Estruturadas geraram expectativas muito acima da realidade, tendo sido impactadas por problemas não previstos no início do projeto, assim como por momentos de menor credibilidade e de desenvolvimento menos acelerado. Com isso, tendem a contingenciar novos investimentos para novas plantas de E2G.

3.1 Iniciativas Estruturadas: desenvolvimento e adoção da tecnologia de etanol celulósico no Brasil

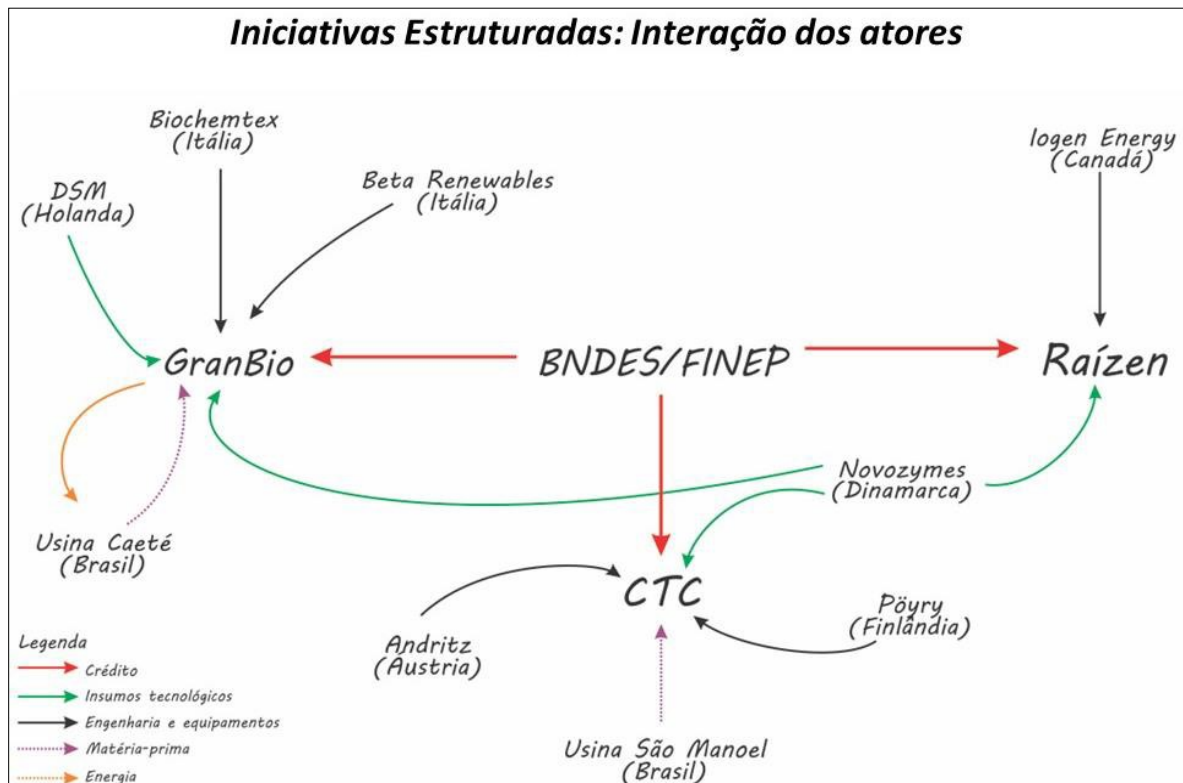
As Iniciativas Estruturadas, representadas pelas experiências de CTC; GranBio e Raízen, aborcam os projetos que seguiram a rota bioquímica e atingiram o *status* de plantas de demonstração e plantas comerciais, sendo capazes de trabalhar em condições reais, explorando o cotidiano e vivenciando os problemas da produção industrial do E2G. quadro 3 e figura 1 indicam os detalhes dos projetos industriais em curso no Brasil, todas ainda em operação, sinalizando para a capacidade produtiva instalada.

Quadro 3. Projetos industriais de etanol celulósico no Brasil (Iniciativas Estruturadas) (2017).

Características/Firma	CTC	GRANBIO	RAÍZEN
Projeto	Demonstrativo	Comercial	Comercial
Matéria-prima	Bagaço	Palha/bagaço	Bagaço
Rota tecnológica	Bioquímica	Bioquímica	Bioquímica
Capacidade produtiva (milhões de litros/ano)	-	82	40
Integração 1G/2G	Sim	Não	Sim
Crédito via BNDES Planta industrial (Milhões de R\$)	71.100.000	300.295.000	207.762.000
Parceiros para desenvolvimento do Projeto	Novozymes	Beta Renewables	Iogen Energy
Tipo da parceria	P&D conjunta	Licenciamento tecnológico	Joint Venture
Patentes Brasil (Firma líder do projeto)	1	3	-
Patentes Brasil (Firma Parceira)	69	-	14
Start up	2014	2014	2015
Certificados	-	ARB (Air Resource Board)	-

Fonte: elaboração própria

Figura 1. Interação nos projetos industriais de etanol celulósico no Brasil (Iniciativas Estruturadas).



Fonte: elaboração própria

A figura 1 demonstra o estabelecimento de relações e interações nas Iniciativas Estruturadas, estas aspiram o desenvolvimento do E2G ou a obtenção de competências tecnológicas para tal. As interações ocorrem com atores variados e com intencionalidades distintas, motivadas pela busca por crédito, insumos tecnológicos, engenharia e equipamentos. Os acordos cooperativos entre firmas independentes que compartilham objetivos tecnológicos comuns, tendem a afetar o posicionamento de mercado no longo prazo de pelo menos um dos parceiros. Dependendo do conteúdo tecnológico ou da base de conhecimento da firma/setor.

A dinâmica dos projetos de desenvolvimento da tecnologia industrial no Brasil reflete elementos da corrida tecnológica internacional, na qual atores heterogêneos buscam estabelecer um *standard* para a tecnologia de transformação da biomassa em etanol e em outros bioprodutos. A tabela 1 indica algumas das faces desse contexto, bem como, mostra o posicionamento das empresas brasileiras ante aos principais *players* internacionais, sendo os dois casos mais avançados GranBio e Raízen.

O etanol celulósico no Brasil apresenta algumas vantagens “de partida”, ou seja, uma situação favorável devido à sua base de recursos naturais e pela trajetória de aprendizagem desenvolvida no etanol de primeira geração (domínio das técnicas agrícolas, logística e infraestrutura para o consumo). Concomitante a estas vantagens, tem-se o fato que os novos processos de produção de etanol (2G) são baseados em resíduos agroindustriais que não competem com o uso da água ou com a produção de alimentos. Ademais, a cana-de-açúcar apresenta o melhor custo de matéria-prima, como fica evidente na observação da tabela 1.

Tabela 1. Características técnicas dos projetos industriais de etanol celulósico no mundo e custo de produção estimado no ano de 2016 (projetos em operação).

Características	Raízen	GranBio	Poet-DMS	Beta Renewables	DuPont	Abengoa
País	Brasil	Brasil	EUA	Itália	EUA	EUA
Capacidade (milhões de l/ano)	40	83	94	75	113	94
Custo de capital (milhões de dólares)	100	265	275	210	225	500
Matéria-prima	Bagaço de cana	Palha de cana	Palha de milho	Palha de Trigo	Palha de Trigo	Palha de milho
Custo da matéria-prima (US\$/ton)	38	40	90	75	52	90
Pré-tratamento	Ácido diluído	Explosão a vapor	Ácido diluído	Explosão a vapor	Alcalino	Ácido diluído
Potencial de geração de energia (MW)	7	16	17	13	N/A	21
Custos de produção (US\$/l)	0,26	0,3	0,52	0,53	0,54	0,63
Preço mínimo de venda do etanol celulósico (US\$/l)	0,57	0,7	0,8	0,87	0,88	1,2

Fonte: elaboração própria a partir de Nova Cana (2016) ⁹.

⁹ As informações foram obtidas no resumo executivo do relatório e em reportagem especial do portal Nova Cana, o qual está disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/2-geracao-celulose/custo-producao-etanol-celuloso-usinas-mundo-150316/>> Acesso 10 Outubro 2016.

O relatório “Uncovering the Cost of Cellulosic Ethanol Production” da Lux Research (2016) indica que os custos com a matéria-prima é o fator mais importante para determinar os custos de produção do etanol celulósico, correspondendo a 40% do total. Assim, a Raízen e a GranBio apresentam os menores custos de produção de etanol celulósico no mundo em 2016.

Os esforços de pesquisa desenvolvidos pelos atores brasileiros e por aqueles que aqui estão, pelo menos na sua formulação, predisõem-se ao desenvolvimento de competências para dominar a tecnologia de segunda geração. Visam assim aproveitar as condições vantajosas da base natural para ir além, com isso, explorar novos mercados por meio de novas tecnologias de transformação da biomassa em biocombustíveis, bioquímicos e biomateriais.

4. Conclusões

A pesquisa trouxe elementos para compreender a dinâmica do etanol celulósico no Brasil, identificando quais são as ações nessa direção, ou seja, compreender como ocorre o movimento pela densificação e diversificação do SSI da cana-de-açúcar, condição *sine qua non* para o desenvolvimento de setores econômicos baseados em recursos naturais (Andersen, 2011. Furtado, 2014. Andersen, Johnson, Marín, Kaplan, Dave, Stubrin, Lundvall & Kaplinsky, 2015).

A análise dos projetos industriais de etanol celulósico fornece elementos para compreender a mudança setorial e identificar ações na direção do adensamento e diversificação do SSI da cana-de-açúcar, que ao fazê-lo, desloca as suas fronteiras setoriais, mediante a busca de novos conhecimentos e novas tecnologias. De maneira correlata, traz novos atores para o SSI, os quais somados aos já estabelecidos, introduzem novos processos produtivos e novos produtos.

A chave interpretativa é compreender a direção do desenvolvimento do setor, mas, principalmente, a maneira e a intensidade de como ocorre. Afinal, entender a dinâmica do desenvolvimento é identificar as características particulares desse processo, que em essência é permeado por dificuldades (técnicas e institucionais) e por incertezas promovidas pela própria natureza do processo inovativo.

Tais dificuldades residem na própria tecnologia de segunda geração, a qual exige uma transição qualitativa do modo de inovação do setor (mais ciência e tecnologia). Neste contexto, a grande questão é compreender como é possível promover esta transição. O Brasil, ainda que tenha plantas de etanol celulósico em operação e com custos melhores do que as concorrentes internacionais, revela enorme dependência em relação às tecnologias estrangeiras (equipamentos e insumos). Por outro lado, mesmo com tecnologias incorporadas, estabelecem-se processos de adaptação e desenvolvimento endógeno, e as ações da GranBio, da Raízen, do CTC e do CTBE indicam essa posição.

As iniciativas levantadas pela pesquisa indicam a ocorrência de ganhos de experiências e o desenvolvimento de competências locais, as quais foram conduzidas nas Iniciativas Exploratórias (Oxiten; Odebrecht Agroindustrial; IPT; CTBE; Petrobras/Cenpes) e nas Iniciativas Estruturadas (CTC; GranBio e Raízen). Estas são frutos das novas políticas públicas implementadas ao longo dos anos 2000 e dos esforços e recursos empregados na rota tecnológica do etanol celulósico advindos de diversos tipos de atores (firmas; ICTs e agências públicas – BNDES, FINEP, FAPESP).

Como exemplo destes ganhos tem-se: 1) o desenvolvimento de pesquisa junto a universidades (Oxiten, Odebrecht, GranBio e CTC); e 2) aquisição de competências em processos industriais não utilizados na produção do 1G, tais como a limpeza da biomassa; pré-

tratamento; hidrólise enzimática e fermentação da C5.

Por mais que estes processos não estejam funcionando próximos das definições conceituais, pode-se afirmar que o SSI da cana-de-açúcar se aproxima muito mais da rota tecnológica do E2G em 2017 do que anteriormente. Como ilustração, para cada etapa do processo de produção, os atores (diferentes) têm implementado ações para solucionar ou aperfeiçoar esses processos: o CTC desenvolveu um “pacote” tecnológico com a possibilidade de integração de plantas industriais de E1G e E2G; a Raízen (por adaptação) criou um equipamento para limpar a biomassa; a GranBio criou uma nova cepa de leveduras capazes de fermentar C5; o CTBE desenvolve um “sistema” de produção de enzimas; a Petrobras/Cenpes também apresenta a competência tecnológica capaz de implementar uma planta de E2G.

Os casos que não atingiram a escala *TRL8/TRL9 (Early commercial deployment)* sinalizam as incertezas que pairam sobre esta rota tecnológica, bem como as barreiras que interferem na concretização de iniciativas inovadoras como um todo. Os esforços resultam em ganhos de experiência, mas nem sempre avanços de maneira concreta.

As maiores dificuldades encontradas pelas iniciativas brasileiras foram/são: a) entraves institucionais, os quais vão da demora em regular um organismo geneticamente modificado (OGM) até a ausência de instrumentos de política pública que fortaleçam a demanda do E2G; b) baixo desempenho da tecnologia importada (muitos problemas técnicos que derivam da interação com a realidade brasileira – biomassa e solo); c) contexto nacional e internacional permeado por incertezas de várias naturezas (crise política; questionamento crescente das políticas/ações pró- mudanças climáticas; “concorrência” com outras alternativas tecnológicas).

O cenário ainda é incerto, mas as vertentes da transição do SSI estão postas e, aparentemente, não será uma via única, pois até o momento o setor apresenta ações que fortalecem a transição em uma ótica de dependência (incorporando pacotes tecnológicos e insumos biotecnológicos) e ora apresenta soluções endógenas que visam contrapor esta tendência. O que foi exposto até o momento fornece um panorama geral dessa dinâmica, que certamente moldará o futuro da bioenergia no Brasil.

5. Referências

- Andersen, A. D. (2011). Innovation systems and natural resources: The case of sugarcane in Brazil. Ph.D. thesis. Aalborg University, Department of Business and Management. Copenhagen, Denmark.
- Andersen, A. D., Johnson, B. H., Marín, A., Kaplan, D., Stubrin, L., Lundvall, B-Å., & Kaplinsky, R. (2015). Natural resources, innovation and development. Aalborg Universitetsforlag. 10.5278/VBN/MISC/NRID.
- Furtado, A. Scandiffio, M. Cortez, L. (2011). The Brazilian sugarcane innovation system. *Energy Policy*, v.39, n.1, p. 56-166.
- Furtado, A. T. (2014) Sistemas de innovación basados en recursos naturales: balance de dos experiencias sectoriales brasileñas. In: Bruckman, M. (Org.). *Ciencia, tecnología, innovación e industrialización en américa del sur: hacia una estrategia regional*. Quito: UNASUR, p. 153-168.
- Jensen, M. B.; Johnson, B.; Lorenz, E.; Lundvall, B.A. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, n 36, p. 680–693.
- Joseph, K. J. (2009). Sectoral innovation systems in developing countries: the case of ICT in India. In Lundvall, A.B., 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, UK and Northampton, MA, USA.
- Lundvall, B. A. (2007). Innovation System Research – Where it came from and where it might go, Globelics Working Paper Series, Globelics - Global Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems, Aalborg University, Department of Business and Management.
- Lundvall, B.A., Vang, J., Joseph, K.J. e Chaminade, C. (2009). Innovation system research and developing countries. In: Lundvall, A.B., 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, UK and Northampton, MA, USA.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, n. 31, p.247-264.
- Malerba, F. (2003). Sectoral systems and Innovation and Technology Policy. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, v. 2, n. 2, p.329-375.
- Nelson, R. (2007). Understanding economic growth as the central task of economic analysis. In: Malerba, F. and Brusoni, R. *Perspectives on innovation*, Cambridge University Press, New York.
- Oliveira Filho, A. A. de; Silveira, M. R. (2013). Difusão tecnológica a partir das indústrias de bens de capital de Piracicaba/SP: modernização e diversificação do setor sucroalcooleiro. *Geografia*, Rio Claro, v. 38, n. 2, p.277-294.
- Oliveira Filho, A. A. de. (2017). Mudanças e permanências no Sistema Setorial de Inovação da cana-de-açúcar: o caso do etanol celulósico. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, Brasil.
- Stafford, W. Lotte, A. Brent , A. Maltitz, G. V. (2017). Biofuels technology: A look forward. WIDER Working Paper. Helsinki: UNU-WIDER.
- Varrichio, P. de C. (2012). Uma análise dos condicionantes e oportunidades em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais: o caso do setor sucroalcooleiro no Brasil. Tese (Doutorado) - Curso de Política Científica e Tecnológica, Departamento de Instituto De Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Mapeo y caracterización de la biotecnología en Medellín- Antioquia y Bogotá – Cundinamarca

Claudia Marcela Betancur Giraldo
Corporación BIOINTROPIC, directora ejecutiva, Colombia
director@biointropic.com

Katia Cecilia Méndez Naranjo
Corporación BIOINTROPIC, coordinadora Inteligencia estratégica, Colombia
kmendez@biointropic.com

María Cristina Aristizábal Otalvaro
Corporación BIOINTROPIC, profesional desarrollo de negocios, Colombia
maristizabal@biointropic.com

René Yepes Callejas
Fundación ECSIM, director de innovación, Colombia
eyepes@gmail.com

Resumen

Se presentan los resultados del mapeo y caracterización de la biotecnología en las ciudades de Medellín y Bogotá, las dos primeras comunidades científicas de Colombia, con aplicaciones en los sectores agrícola, salud, farmacéutico, alimentos y cosméticos. Se identificaron las biotecnologías desarrolladas por los principales grupos y centros de investigación, así como por empresas desarrolladoras y usuarias, para entender la situación, aplicaciones más frecuentes, nivel de madurez de las tecnologías, tiempos de salida al mercado y requerimientos de financiación; como información clave que permita diseñar estrategias, programas a la medida y retroalimentar a los hacedores de política, inversionistas y entidades de fomento a la innovación y desarrollo empresarial, permitiendo así el desarrollo de la bioeconomía nacional.

En el marco del estudio realizado se definen empresas usuarias y desarrolladoras de biotecnología. Las empresas usuarias se definen como aquellas con intereses en biotecnología para emplearla en sus procesos y productos o es una línea de negocio secundaria. Las empresas desarrolladoras son aquellas de base biotecnológica que realizan actividades en I+D+i o inversiones productivas en biotecnología y que dirigen a este ámbito tecnológico la mayor parte de su negocio. En este grupo de empresas se enmarcan principalmente las llamadas Startup y las Spin-off en biotecnología.

Para el mapeo, se convocaron empresas y grupos de investigación donde a través de talleres y entrevistas directas en ambas ciudades, se identificaron en Medellín 125 iniciativas, 82 de resultados de investigación y 43 de empresas usuarias y desarrolladoras. En Bogotá se

identificaron 121 iniciativas, 74 de resultados de investigación y 47 de empresas usuarias y desarrolladoras.

Este trabajo resume hallazgos del mapeo y hace un comparativo entre los resultados obtenidos en ambas ciudades.

Palabras clave

Biotecnología, generadores de conocimiento, mapeo biotecnológico, bioeconomía, valle de la muerte.

1. Introducción

A nivel mundial, la biotecnología ha presentado tasas de crecimiento promedio anual superiores al 10% marcando una gran diferencia frente a sectores tradicionales. Lo anterior se fundamenta en el uso de la biotecnología como una de las alternativas de apoyo a la mitigación de algunos de los principales retos globales para el desarrollo sostenible, como son el cambio climático, la calidad del agua, la seguridad alimentaria, la salud pública, la seguridad energética, la sostenibilidad medioambiental, entre otros.

Algunos de los principales sectores en los cuales tiene aplicación la biotecnología son: agropecuario, químico, salud, medio ambiente, y energético. Algunas aplicaciones en estos sectores son: desarrollo de variedades vegetales más resistentes y más productivas; tecnologías reproductivas; fuentes alternativas de proteína; probióticos, enzimas, pigmentos y biosurfactantes para alimentos; vacunas, biofármacos, fitomedicamentos, terapias celulares; genética e ingeniería de tejidos, biocontroladores y biofertilizantes; producción de biocombustibles; biorremediación; bioinformática; conservación de la biodiversidad, entre otras.

La biotecnología tiene un estimado de ventas globales al cierre del 2017 de \$399,4 miles de millones de dólares y se estimó un crecimiento anual promedio del 9.9% entre 2018 y 2024 (Global Market Insights, 2019). Actualmente está liderado por los países desarrollados en donde el número de empresas del sector supera las 15.000, reafirmando la relación entre el uso de la biotecnología y el desarrollo económico y social de las naciones. Según la información suministrada por la OECD (Biotechnology Statistics, 2015), Estados Unidos tiene un número importante de empresas de biotecnología (11.367), seguido por España (2831), Francia (1.950), Corea (939), Alemania (709) y Reino Unido (614). México tiene 406 empresas de biotecnología, siendo el país de América Latina con mayor cantidad de empresas de biotecnología en la región. Este alto número de empresas y las elevadas tasas de ingresos del sector, refuerzan el papel de la biotecnología en el avance económico de los países con las mayores apuestas de inversión en recursos humanos, físicos y presupuestales.

A nivel mundial se han venido generando nuevos planteamientos alrededor de los países miembros de la OECD para sustituir la dependencia de recursos no renovables, con lo cual la bioeconomía ha cobrado relevancia. Según “The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda” (2009), la OECD estima que, en 2030, la biotecnología podría contribuir: 35% de los productos químicos e industriales, 80% de los fármacos y de los sistemas de diagnóstico, 50% de la producción agraria, así como 2,7% del PIB de los países miembros. A partir de esto, se han generado nuevas dinámicas de innovación alrededor de bioregiones, bioclusters, biopolos, estimulados con bioincubadoras y aceleradoras como motores de desarrollo de nuevas actividades, empresas y negocios Biotecnológicos (OECD, 2009).

Colombia en general y en particular Bogotá – Cundinamarca y Medellín - Antioquia tienen las condiciones y el potencial para hacer de la biotecnología un eje central de progreso social y desarrollo económico, sin embargo, aún existen cuellos de botella que limitan la materialización de innovaciones derivadas de desarrollos de I+D en la transición entre las pruebas a escala experimental y las fases finales de escalamiento, desarrollo de prueba y comercialización, conocida como el “valle de la muerte” (Markham, 2002; Auerswald & Branscomb, 2003; Markham et al., 2010). La literatura reporta diferentes explicaciones a este fenómeno, incluyendo la necesidad de generar plataformas tecnológicas adecuadas para la producción y avanzar en el desarrollo de pruebas de concepto, para acercar las innovaciones al mercado (Tassey, 2014, p. 28), lo cual puede ser bajo el rol de intermediarios de innovación,

que según Islam (2017) constituye un eslabón clave para coordinar las acciones de superación de esta brecha en iniciativas de tecnologías emergentes. Beard et al. (2009) relacionan el valle de la muerte con la aplicación de inversiones desbalanceadas a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de I+D.

En el caso específico de la biotecnología, Schoonmaker, Carayannis & Rau (2013) estiman que en la industria biotecnológica norteamericana aplicada a métodos terapéuticos, entre 1 y 2 de cada 10 mil desarrollos llega a fases de comercialización de producto. Para superar esta brecha e incrementar la tasa de innovaciones que lleguen a etapas finales y obtener los beneficios de los negocios bio, se hace necesario reconocer los proyectos biotecnológicos existentes, su estado de madurez y potencial, para establecer estrategias y mecanismos que ayuden a acelerar su desarrollo.

En este artículo se presentan resultados del mapeo de iniciativas en biotecnología en Medellín y Bogotá, para identificar sectores y aplicaciones claves de nuevos negocios que puedan ser acompañados para la conformación de una bioeconomía regional, así como contribuir a las estrategias de especialización inteligente de ambas ciudades. Este mapeo fue producto de estudios de consultoría de la Corporación BIOINTROPIC (Centro de innovación y productividad en biotecnología que opera en Colombia), uno de estos trabajos fue patrocinado por Ruta N Medellín; y el otro por Cámara de Comercio de Bogotá, Alcaldía de Bogotá y Colciencias.

2. Metodología

El estudio desarrolló actividades de campo, recolectando datos de las personas y las organizaciones entrevistadas (universidades, centros de investigación o desarrollo tecnológico y empresas). Se aplicaron entrevistas semi-estructuradas para comprender la orientación y contexto de los proyectos, lo que se complementó con preguntas cerradas, orientadas a identificar la madurez de las iniciativas biotecnológicas desarrolladas utilizando la escala TRL¹, así como la madurez en la concepción y desarrollo de los planes de negocio biotecnológicos, para lo cual se estableció una escala tipo Lickert, orientada a estimar niveles de desarrollo de los negocios. El mapeo fue complementado con talleres de validación y mesas de trabajo en los que participaron actores clave involucrados en el proceso.

La orientación de este trabajo fue de tipo descriptivo, ya que identifica elementos importantes en el proceso del análisis del mapeo de los actores claves identificados.

Para la identificación de instituciones generadoras de conocimiento, se realizó una revisión de grupos y centros de investigación de acuerdo a la: “Convocatoria Nacional para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del SNCTeI, 2015” cuyo foco de trabajo está relacionado con áreas de ciencias de la vida y biotecnología.

Con esta información se procedió a contactar a los directores de las dependencias encargadas de los procesos de I+D+i, así como los encargados de transferencia tecnológica dependiendo el caso, y se solicitó compartir información sobre las tecnologías o proyectos que estuvieran en TRL 4 en adelante, es decir que superaron validaciones y pruebas a nivel laboratorio tomando como referencia la clasificación del TRL, puesto que para objeto del análisis se requerían desarrollos que hubieran superado fases exploratorias.

¹ TRL: Technology Readiness Levels - Nivel de madurez de la tecnología

También se hizo una revisión de las empresas en bases de datos de las cámaras de comercio y las integrantes de clúster teniendo en cuenta su clasificación por tamaño, y diferenciando en algunos análisis propios entre empresas que desarrollan biotecnología (oferentes de soluciones bio- basadas), y empresas usuarias de biotecnología (demandantes de dichas soluciones). Se consideraron aspectos como requerimientos de financiación y los servicios de apoyo a la I+D+i en biotecnología que podrían ser de su interés.

Así mismo se diseñó un instrumento de caracterización para recopilar la información de las oportunidades identificadas, considerando los siguientes aspectos de interés:

- Nombre y descripción general de la iniciativa
- Tipo de biosolución: tecnología/producto o servicio
- Nivel actual de desarrollo: mínimo que se encuentren en nivel de alistamiento TRL 4, (proceso de I+D y validaciones a nivel laboratorio).
- Requerimientos de inversión para alistamiento técnico y de mercado
- Avances en la definición y validación de modelo de negocio (acercamientos y validaciones con adoptantes tempranos)
- Estado de Propiedad Intelectual
- Mecanismo de transferencia.

El análisis contempló identificar al menos 100 iniciativas por ciudad en un periodo de tiempo limitado, logrando como resultado la identificación de 246 entre las dos ciudades por actores que aceptaron contribuir con el estudio.

3. Desarrollo

El estudio se enmarca en las estrategias de especialización inteligente y de las iniciativas clúster de ciudad en donde la biotecnología se presenta como una oportunidad para generar innovación y negocios de alto valor agregado, además de contribuir a las estrategias de desarrollo sostenible.

El término de especialización inteligente (Navarro, Aranguren, & Magro, 2011) se ha aplicado a nivel de competitividad e innovación del territorio y desarrollo de estrategias empresariales. En esencia, la especialización inteligente trata de poner mayor énfasis en la innovación y en concentrar los recursos humanos y financieros de I+D+i en áreas competitivas globalmente. A medida que la región va avanzando hacia estadios de desarrollo más avanzados, se evidencian iniciativas de clusterización y de diversificación basada en la extensión hacia nuevas actividades aprovechando las capacidades desarrolladas en los sectores existentes y en el desarrollo y aplicación de tecnologías basadas en I+D. Sin embargo, Jucevicius et al. (2016) hace énfasis en la superación del valle de la muerte, como una de las principales preocupaciones que deberían abordarse en los sistemas de innovación, para avanzar en las estrategias de especialización inteligente, en especial en las economías emergentes.

En el caso de la ciudad de Bogotá se enmarcó en la Estrategia de especialización inteligente liderada por la Cámara de Comercio de Bogotá y la Alcaldía Mayor de Bogotá y las iniciativas clúster relacionados con las temáticas de interés: salud, farmacéutico, lácteo, agrícola y cosmético. En el caso de la ciudad de Medellín y Antioquia se enmarcó en la Estrategia de especialización inteligente liderada por la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia y la iniciativa clúster Medellín Health City y la dinámica de Centros de desarrollo de negocios liderada por Ruta N, que para el caso de Biotecnología es operado por BIOINTROPIC.

Los sectores priorizados que hacen parte de la Estrategia de Especialización Inteligente de Bogotá, en el marco del área Biopolo para generar nuevas dinámicas de desarrollo con aplicación de la biotecnología son Alimentos funcionales, farmacogenética, biocosmética, Servicios avanzados de Salud. Para Medellín los sectores priorizados son: agronegocios, químicos y ciencias de la vida, energías renovables y movilidad eléctrica, manufactura (ACI, 2018). Para el clúster Medellín Health city las líneas estratégicas son: Prestación de servicios de salud (medicina personalizada y nanomedicina), salud predictiva (diagnóstico y salud continuada) y productos de consumidores en salud (farmacéutica, cosmeceútica, nutrición avanzada y dispositivos médicos) (Cluster Medellín Health city, 2018).

Sin embargo, estas últimas áreas corresponden a aplicaciones puntuales, por lo que se propuso realizar el análisis bajo los siguientes sectores y sus potenciales oportunidades de aplicación:

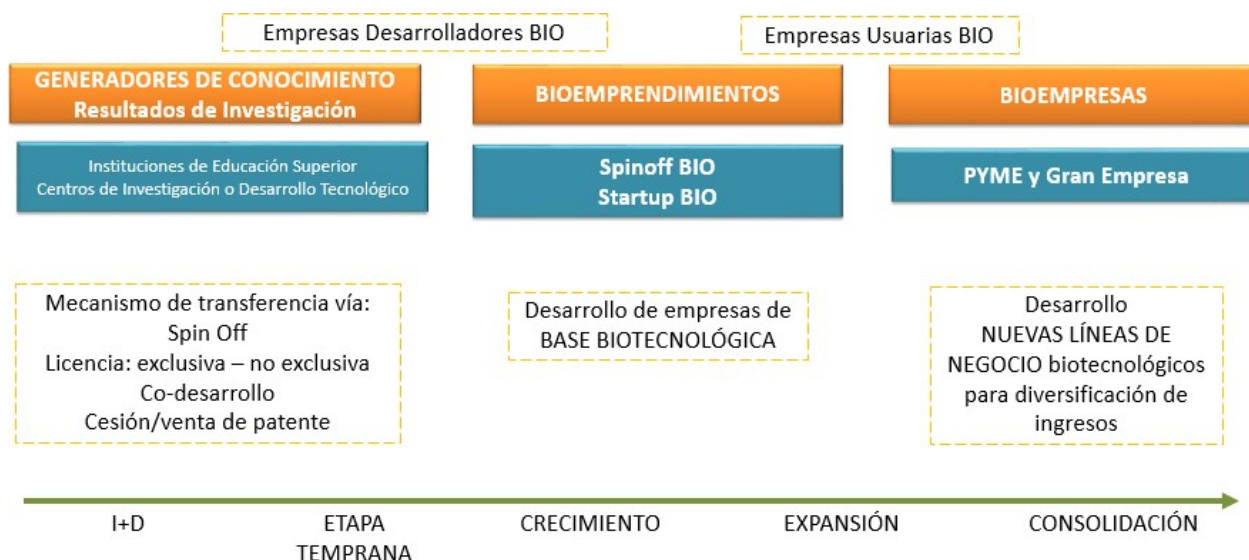
Figura 1. Oportunidades de la biotecnología de aplicación sectorial.



Fuente: Análisis BIOINTROPIC 2018

Igualmente fue necesario considerar que las oportunidades biotecnológicas identificadas provienen de diferentes instituciones de acuerdo con su objetivo misional. A continuación, se presenta la clasificación empleada para la identificación de oportunidades en ambas ciudades según su institución de origen:

Figura 2. Actores claves en la generación y aplicación de la biotecnología.



Fuente: Análisis BIOINTROPIC 2018

Considerando esta clasificación, se diseñaron instrumentos para la identificación de las oportunidades de negocios biotecnológicos de acuerdo al contexto de cada desarrollo en ambas ciudades.

Se planteó una meta de mapear aproximadamente 100 desarrollos en cada ciudad a partir de la siguiente muestra representativa:

- Instituciones con capacidades de I+D en Ciencias de la Vida o Biotecnología
3 oportunidades por institución, 10 instituciones seleccionadas identificadas
Total: 30
- Empresas de Base Tecnológica o Procesos BIO de alto valor agregado
5 empresas por cada sector
Total: 25 oportunidades identificadas
- Empresas con estructura comercial y financiera estable cuyo interés de crecer con Unidad Estratégica BIO
6 empresas por cada sector
Total: 50 oportunidades

Adicionalmente se realizaron talleres de validación y discusiones en mesas de trabajo de ambas ciudades para identificar las iniciativas provenientes de empresas y universidades en los sectores priorizados.

4. Resultados

Para este análisis se hizo una revisión de las instituciones y los grupos de investigación relacionados con la biotecnología actuales en el país, para lo cual se tomó como base el documento publicado por Colciencias denominado: “Convocatoria Nacional para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del SNCTeI, 2015”, en los cuales hay 4.638 grupos de investigación registrados en todas las áreas del conocimiento (Colciencias, 2016).

Para la biotecnología, se identificaron los grupos de investigación a nivel nacional y a nivel departamental, para tener un estimado de la oferta actual que existe en el país en esta área del conocimiento.

Luego de revisar la clasificación de Colciencias, se contempló agrupar una categoría como grupos de investigación bio en Colombia (es decir, aquellos relacionados con la biodiversidad, el medio ambiente, la salud y el agro, y que no necesariamente su línea principal sea la biotecnología pero que cuentan con desarrollos relacionados para la bioeconomía), se identificaron 618 grupos, distribuidos en la clasificación que se presenta en la siguiente tabla:

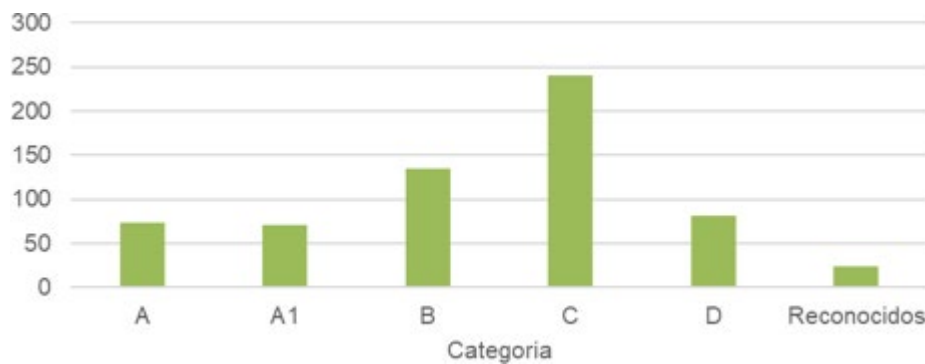
Tabla 1: Clasificación de grupos de investigación bio en Colombia

Clasificación	Cantidad
A1	70
A	71
B	133
C	240
D	81
Reconocidos	23
Total	618

Fuente: Colciencias 2015

Según la tabla anterior la mayoría de grupos bio en el país están clasificados en la categoría B y C. Esto se observa con mayor claridad en la siguiente ilustración:

Figura 3. Clasificación de grupos de investigación bio en Colombia.



Fuente: Análisis Biointropic – información tomada de informe “Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del SNCTel – 2015”

Luego de realizar la organización de la información por cantidad de grupos de investigación por departamentos se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación:

Figura 4. Clasificación de los grupos de investigación bio por Departamento.

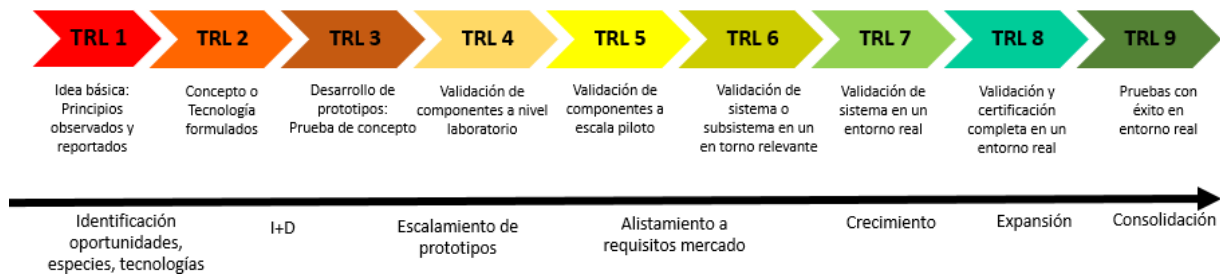


Fuente: Análisis Biointropic – información tomada de informe “Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del SNCTel – 2015”

Según se observa, Bogotá representa la comunidad científica bio más relevante del país y posee la mayor cantidad de grupos de investigación, seguido por el Departamento de Antioquia, luego Valle del Cauca y Santander.

Para la identificación de las tecnologías o proyectos que puedan ser potencialmente viabilizados como oportunidades de negocios biotecnológicos para los sectores priorizados, se realizó una revisión de los grupos de investigación y las instituciones generadoras de conocimiento de Bogotá y Antioquia, cuyo foco de trabajo está relacionado con áreas de ciencias de la vida y biotecnología. Con esta información se procedió a contactar a los directores de las dependencias encargadas de los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación de las instituciones, y se solicitó compartir información sobre las tecnologías o proyectos que estuvieran en estado desarrollo avanzado tomando como referencia la escala de clasificación del TRL[1] superior a 4, como se expresa en la siguiente figura:

Figura 5. Escala descriptiva - niveles de clasificación TRL.



Fuente: Elaboración propia tomando como base la escala de clasificación TRL: Technology Readiness Levels - Nivel de madurez de la tecnología

A continuación, se muestran los resultados de las instituciones mapeadas para cada ambas ciudades:

4.1. Resultados mapeo Bogotá

Se mapearon 121 iniciativas, 74 oportunidades producto de resultados de investigación (instituciones generadoras de conocimiento) y 47 de empresas usuarias y desarrolladoras. Se resalta que 28 de las 74 oportunidades (44% de las mapeadas de las instituciones generadoras de conocimiento) se concentran en tres entidades: Universidad Nacional, Instituto Distrital de Ciencia, Biotecnología e Innovación En Salud IDCBIS - Instituto Distrital De Ciencia, Biotecnología e Innovación En Salud y Universidad de la Sabana, mostrando la importancia que tienen estas tres instituciones en el desarrollo biotecnológico del Distrito y la Región.

Se identificó un total de 47 oportunidades de innovación en biotecnología durante la indagación a empresas usuarias y desarrolladoras de biotecnología en Bogotá. Como se puede ver en la siguiente figura, 22 de dichas oportunidades son gestionadas por empresas usuarias de biotecnología, mientras las otras 25 corresponden a oportunidades de innovación en las que trabajan empresas desarrolladoras, lo cual muestra un balance aproximado.

Figura 6. Clasificación de oportunidad por tamaño de empresa.



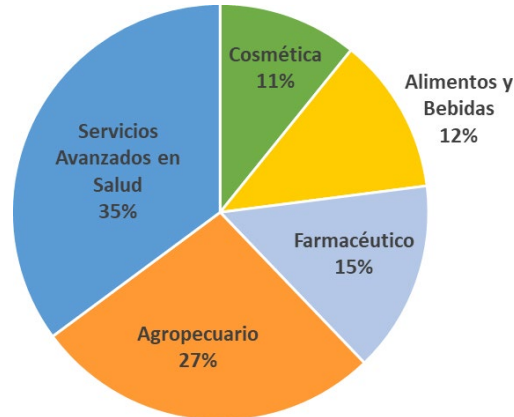
Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 47 Oportunidades identificadas en empresas usuarias y desarrolladoras de biotecnología. Fuente: Análisis Biointropic 2018

También se identifica en la ilustración que, por tamaño de empresa, predominan las oportunidades propuestas por empresas grandes (18) y pequeñas (14), con un énfasis: 17 de las 18 oportunidades presentadas por grandes empresas corresponden a usuarias de biotecnología, mientras que todas las oportunidades presentadas por empresas pequeñas fueron de desarrolladoras.

4.1.1. Oportunidades de aplicación sectorial de la biotecnología

Como se puede ver en la figura siguiente, el sector donde predominaron las oportunidades mapeadas en Bogotá fue servicios avanzados en salud, seguido de agrícola. Sin embargo, si se considerara la cadena agroalimentaria como un sector, su peso sería comparable al de servicios en salud.

Figura 7. Clasificación por sector.



Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 25 Oportunidades identificadas en empresas desarrolladoras de biotecnología

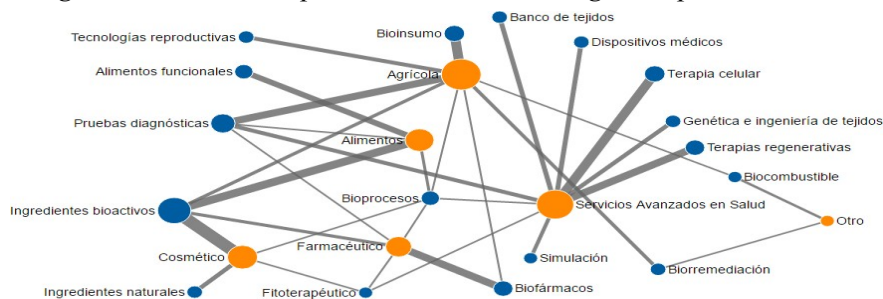
Para cada uno de los sectores de análisis se identificaron las aplicaciones más representativas para Bogotá. A continuación, se presentan las tres principales por sector:

Tabla 2. Aplicaciones biotecnológicas representativas en Bogotá

Agrícola	Alimentos y bebidas	Cosméticos	Farmacéutico	Servicios avanzados en salud
Bioinsumos	Ingredientes bioactivos.	Ingredientes bioactivos	Ingredientes bioactivos.	Biodispositivos médicos
Pruebas diagnósticas.	Ingredientes naturales.	Ingredientes naturales	Biofarmacos.	Pruebas diagnósticas.
Tecnologías reproductivas y de propagación vegetal.	Bioprocesos	Biopolímeros	Bioprocesos.	Terapia celular.

A continuación, se presenta el análisis realizado en el software *Vantage Point* con lo mencionado anteriormente:

Figura 8. Análisis de oportunidades biotecnológicas. aplicaciones sectoriales.



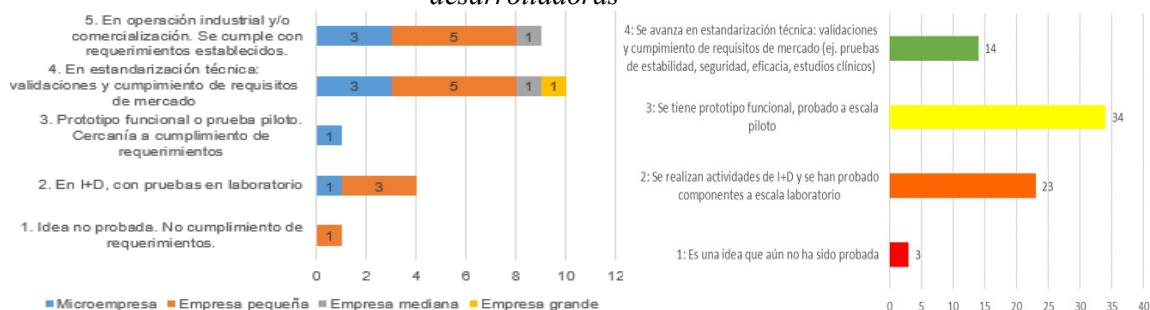
Fuente: Análisis BIOINTROPIC y programa Vantage Point programa VTEIC UPB. red Innruta de inteligencia competitiva de la ciudad de Medellín.

4.1.2. Nivel de madurez de las iniciativas

Para el caso de las instituciones generadoras de conocimiento el 46% de las iniciativas tienen prototipo funcional probado a escala piloto. El 31% realizan actividades de I+D y han probado componentes a nivel de laboratorio.

En el caso de las empresas desarrolladoras, predominan oportunidades en fases avanzadas de alistamiento de la biotecnología: En la figura de abajo, 9 oportunidades se encuentran en fase de operación industrial, y otras 10 en fase de estandarización técnica, es decir que se trata de soluciones biotecnológicas que ya se están aprovechando comercialmente, o que se encuentran cerca a iniciar actividad comercial.

Figura 9. Nivel de alistamiento de la solución a) generadoras de conocimiento b) Empresas desarrolladoras



Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 25 Oportunidades identificadas en empresas desarrolladoras de biotecnología

4.2. Resultados mapeo Medellín

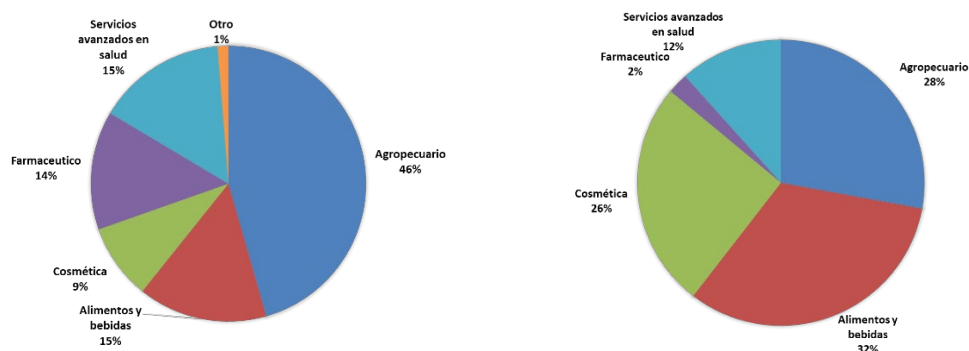
Se identificaron 125 iniciativas: 82 oportunidades mapeadas producto de resultados de investigación, y 43 de empresas usuarias y desarrolladoras. Se resalta que 56 de las oportunidades (68,3% de las mapeadas) se concentran en cuatro entidades: Universidad EAFIT, Universidad CES, Universidad de Antioquia y Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín mostrando la importancia de estas instituciones en la región en temas de biotecnología.

4.2.1. Oportunidades de aplicación sectorial de la biotecnología

Como se puede ver en la figura siguiente, el sector donde predominaron las oportunidades mapeadas en las entidades generadoras de conocimiento fue el sector Agropecuario, seguido de servicios avanzados en salud y alimentos y bebidas.

De las 43 iniciativas para empresas desarrolladoras y usuarios de biotecnología el sector donde más predominan las oportunidades son alimentos y bebidas, seguido de agropecuario y cosmética, como se muestra en la figura.

Figura 10. a) Clasificación por sector para instituciones generadoras de conocimiento. b) Clasificación por sector para empresas desarrolladoras y usuarias.



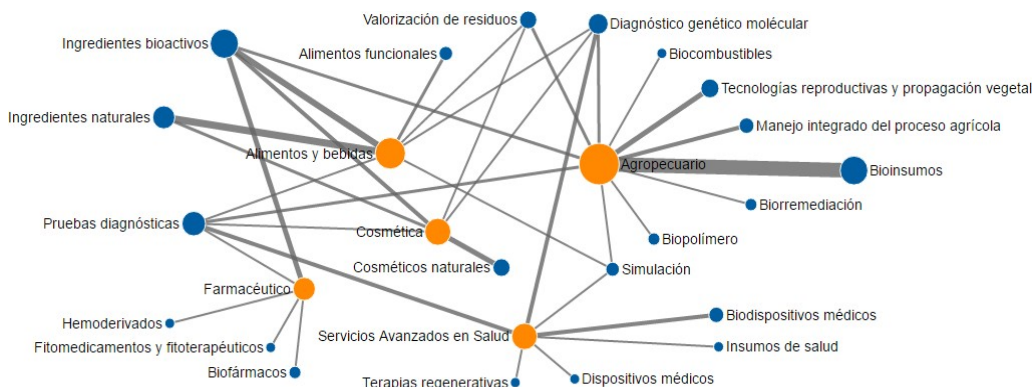
Fuente: Análisis Biointropic 2018

Para cada uno de los sectores de análisis se identificaron las aplicaciones más representativas para la región. A continuación, se presentan las tres principales por sector:

Agrícola	Alimentos y bebidas	Cosméticos	Farmacéutico	Servicios avanzados en salud
Bioinsumos	Ingredientes naturales.	Cosméticos naturales	Ingredientes bioactivos.	Pruebas diagnósticos
Tecnologías reproductivas y de propagación vegetal.	Ingredientes bioactivos.	Ingredientes bioactivos	Biofarmacos.	Biodispositivos médicos
Manejo integrado del proceso agrícola	Alimentos funcionales.	Ingredientes naturales	Pruebas diagnósticos	Diagnóstico genético molecular

A continuación, se presenta el análisis realizado en el software *Vantage Point* con lo mencionado anteriormente:

Figura 11. Análisis de oportunidades biotecnológicas. aplicaciones sectoriales.

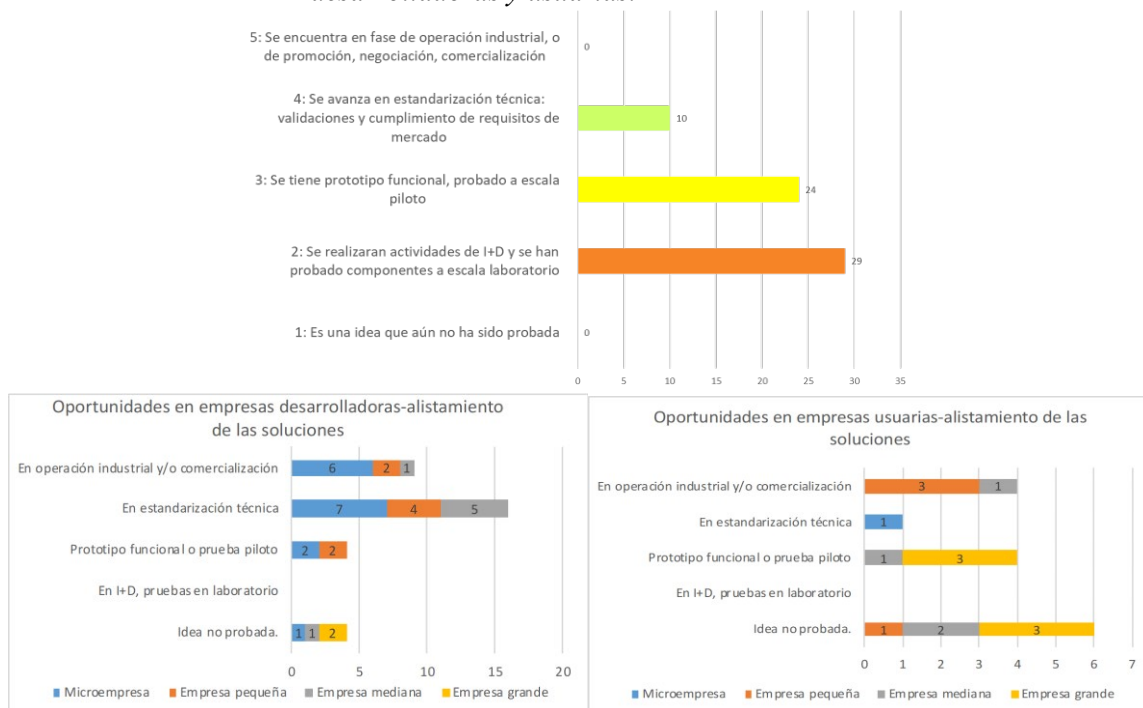


Fuente: Análisis BIOINTROPIC y programa Vantage Point programa VTEIC UPB. red Innruta de inteligencia competitiva de la ciudad de Medellín.

4.2.2. Nivel de madurez de las iniciativas

El 35% de las iniciativas de las instituciones generadoras de conocimiento tienen un nivel de desarrollo relacionado a I+D con componentes probados a nivel de laboratorio. El 29% tienen prototipo funcional probado a escala piloto, como se muestra en la figura 12:

Figura 12. Nivel de alistamiento de la solución a) generadoras de conocimiento b) Empresas desarrolladoras y usuarias.

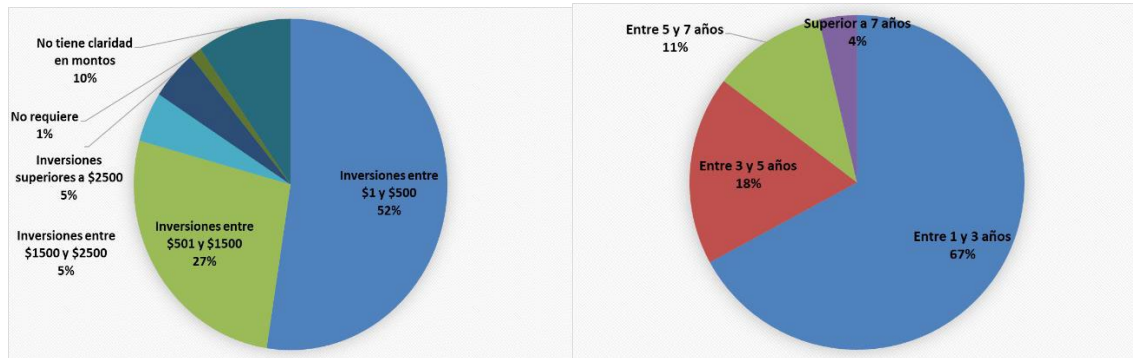


Fuente: Análisis Biointropic 2018

4.2.3. Inversiones requeridas y tiempo de salida al Mercado

El 52% de las iniciativas en Bogotá requieren inversiones entre 1 y 500 millones de pesos y el tiempo requerido de salida al Mercado para el 67% de las iniciativas es de 1 a 3 años.

Figura 13. Inversiones requeridas y tiempo de salida al mercado.



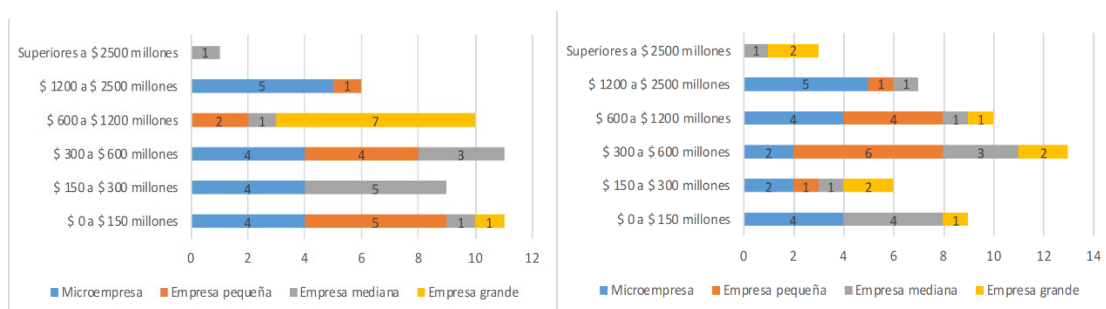
Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 25 Oportunidades identificadas en empresas usuarias - desarrolladoras de biotecnología

Las microempresas desarrolladoras tienen sus iniciativas en un nivel de alistamiento en estandarización técnica y otras en operación industrial y/o comercialización. Para las empresas pequeñas y medianas la mayoría se encuentran en estandarización técnica y las empresas grandes aún no tienen ideas probadas.

Con respecto a las empresas usuarias, la gran empresa tiene ideas no probadas y a la vez prototipos funcionales o en prueba piloto, para las empresas pequeñas las iniciativas se encuentran en operación industrial y/o comercialización.

4.2.4. Requerimientos de financiación

Figura 14. Requerimientos de financiación a) Pruebas de concepto y alistamiento para el Mercado b) Lanzamiento del negocio



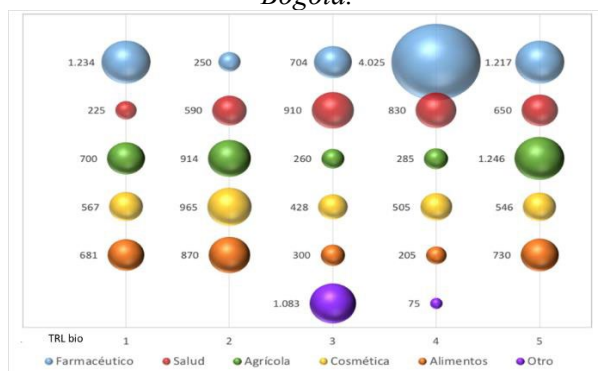
Fuente: Análisis Biointropic 2018 – 25 Oportunidades identificadas en empresas usuarias - desarrolladoras de biotecnología

En las anteriores figuras se observa que tanto las microempresas, empresas pequeñas, medianas y grandes requieren montos para prueba concepto y alistamiento para el Mercado hasta 2.500 millones de pesos. Con respecto al lanzamiento del negocio todas las instituciones también requieren montos hasta 2500 millones de pesos.

4.3. Inversiones requeridas para completar pruebas de concepto en Medellín y Bogotá

Para el análisis de las inversiones requeridas para completar pruebas concepto en Medellín y en Bogotá se consolidaron los resultados de las Instituciones generadoras de conocimiento, empresas desarrolladoras BIO y usuarias BIO.

Figura 15. Inversiones requeridas para completar pruebas concepto en Medellín y Bogotá.



Fuente: Análisis Biointropic 2018

Según se observa en la figura, el sector que requiere mayores inversiones para generar nuevos negocios en Medellín y Bogotá es el farmacéutico. Los sectores que tendrían victorias tempranas en cuanto a inversiones requeridas son cosméticos, alimentos y Agrícola.

5. Discusión y análisis

Para Bogotá - Cundinamarca, respecto a las 74 oportunidades mapeadas producto de resultados de investigación, la gran mayoría de las oportunidades han tenido desarrollos previos que han durado entre 3 y 5 años, lo cual podría tomarse como referencia para el establecimiento de tiempos típicos de desarrollo de biotecnologías para la región, dado que en este rango de desarrollo previo se han concentrado un 64% de las oportunidades mapeadas. El sector donde predominaron las oportunidades mapeadas fue servicios avanzados en salud, seguido de agrícola. Sin embargo, si se considerara la cadena agroalimentaria como un sector, su peso sería comparable al de servicios en salud.

En cuanto al nivel de desarrollo, predominan las oportunidades que han avanzado hasta el desarrollo de un prototipo o prueba piloto, seguido por oportunidades en fase de I+D y pruebas en laboratorio. Es de anotar que este segundo grupo es una etapa conducente a prototipos funcionales y pruebas piloto, lo que quiere decir que 47 oportunidades (73% del total) de las instituciones generadoras de conocimiento están o se encuentran encaminadas hacia el valle de la muerte, lo que indica la necesidad de tomar acciones para evitar que se estas iniciativas se queden allí.

Las 47 oportunidades de innovación en biotecnología identificadas en empresas usuarias y desarrolladoras de biotecnología en Bogotá-Cundinamarca, evidencian que 23 de dichas oportunidades son gestionadas por empresas usuarias de biotecnología, mientras las otras 24 corresponden a oportunidades de innovación en las que trabajan empresas desarrolladoras, lo cual muestra un balance aproximado. También se identifica que, por tamaño de empresa, predominan las oportunidades propuestas por empresas grandes (16) y pequeñas (14), con un énfasis: 15 de las 16 oportunidades presentadas por grandes empresas corresponden

a usuarias de biotecnología, mientras que todas las oportunidades presentadas por empresas pequeñas fueron de desarrolladoras. Estos grupos de proyectos pueden constituir oportunidades de intervención para un futuro Centro de desarrollo de negocios, en tanto se considere que las necesidades de acompañamiento de empresas grandes usuarias pueden ser diferente de las pequeñas empresas desarrolladoras de biotecnología, dado que la madurez de la idea de negocio y de la tecnología constitutiva de una solución podrían ser diferentes.

Para Medellín – Antioquia, en las universidades, el 46% de las iniciativas pertenecen al sector agrícola, seguido por servicios avanzados en salud y alimentos con un 15% respectivamente. Las aplicaciones representativas giran en torno a biorremediación, alimentos funcionales, bioinsumos, biomateriales, terapias regenerativas, tecnologías reproductivas, técnicas moleculares, bioprocesos, dispositivos médicos, biofarmaco, terapia celular, genética e ingeniería de tejidos, banco de tejidos, pruebas diagnósticas e ingredientes bioactivos. El estado de desarrollo de las tecnologías en las universidades, la mayoría se encuentran en un TRL 4 (I+D y pruebas a escala laboratorio), seguido por prototipos funcionales, probado a escala laboratorio.

Con respecto a las empresas, se mapearon 43 iniciativas, donde 34 correspondían a empresas desarrolladoras y 9 a usuarias. El 37,5% de las instituciones son microempresas, el 31,25% son pequeñas empresas, 16,7% son empresas medianas y el 14,6% son empresas grandes. El 31% de las iniciativas de las empresas desarrolladoras se encuentran en estandarización técnica, seguidos por un 29% en operación industrial. El 26% de las iniciativas corresponden al sector agro, el 25% a alimentos y bebidas seguido por un 21% para cosmética. Las principales aplicaciones están relacionadas a temas de cosméticos y sabores naturales, alimentos funcionales, bioinsumos, ortopedia maxilofacial, manejo integrado de cultivos, genómica, ingredientes naturales, medicamentos hemoderivados.

En empresas desarrolladoras tienden a encontrarse oportunidades en estados superiores de madurez del negocio TRL 7 (modelos acordados, validados o en operación).

En las empresas usuarias tienden a localizar oportunidades en estados incipientes de madurez del negocio (no definidos, hipótesis inicial, o a lo sumo casos de negocio sin validar) ya que tienen la necesidad identificada pero no la claridad sobre la solución a aplicar en la empresa.

El contraste de los perfiles anteriores demuestra que la actividad del sector biotecnológico en Medellín ha sido impulsada por la oferta (desarrolladores).

Con respecto a financiación para prueba concepto y lanzamiento de nuevos negocios del mapeo en la ciudad se puede destacar que:

- Recursos requeridos para realizar prueba concepto y el alistamiento técnico de los productos para el mercado en las pymes los rangos se encuentran entre \$150 y \$600 millones.
- Las grandes empresas tienden a concentrar requerimiento financiero para prueba concepto en un rango medio-alto entre \$600 a \$1200 millones.
- En cambio, los requerimientos de capital para lanzamiento de los nuevos negocios biotecnológicos tienden a concentrarse en el rango \$300 a \$1200 millones.

Haciendo un comparativo entre Medellín y Bogotá se encuentra que para Bogotá las iniciativas generadas por instituciones generadoras de conocimiento están relacionadas con servicios avanzados en salud seguidos por Agrícola, para Medellín las iniciativas están relacionadas con Agrícola seguido por servicios avanzados en salud.

Con respecto a las empresas desarrolladoras y usuarias en la ciudad de Medellín las iniciativas están relacionadas a Agrícola seguido por alimentos y bebidas. En Bogotá están también relacionadas con Agrícola seguido por cosmética.

Para ambas ciudades el sector que requiere mayores inversiones para alistamiento al Mercado es el farmacéutico.

6. Conclusiones

Varios factores dificultan la materialización de innovaciones propias de la bioeconomía: la complejidad de las tecnologías y conocimientos biológicos involucrados en los desarrollos biotecnológicos, junto con la necesidad de infraestructuras necesarias para el alistamiento y escalamiento de las soluciones, e incluso las gestiones y pruebas necesarias para cumplir condiciones normativas previas a obtener permisos de comercialización, suelen reflejarse en términos de inversiones requeridas para llevar los proyectos hasta etapas finales. Si bien en los proyectos mapeados en las dos principales ciudades de Colombia las magnitudes de inversión requeridas son módicas en relación con las cifras equivalentes en países desarrollados, de otra parte, pueden ser percibidas como montos elevados, si se comparan con los rangos de inversión que pueden implicar otros sectores en Colombia. Estos requerimientos de inversión hacen parte de la realidad de la bioeconomía colombiana, y pueden ser un factor de disuasión para inversionistas con perfiles de bajo riesgo y corto plazo. Por este motivo, hacen falta esfuerzos, no sólo para encontrar inversionistas con mayor disposición, incluyendo fondos e instrumentos internacionales especializados en este tipo de proyectos, sino también la creación de políticas públicas e instrumentos que estimulen la inversión en proyectos de innovación en bioeconomía, como condición necesaria para superar el valle de la muerte y obtener beneficios y aportes al desarrollo a partir de la aplicación de conocimiento sobre los recursos que ofrece la diversidad colombiana.

Schoonmaker et al. (2013, p. 855, 857) reconocen que muchos de los desarrollos en biotecnología son liderados por empresas pequeñas, las cuales eventualmente colaboran con grandes empresas, dado que estas últimas cuentan con recursos para avanzar de etapas tempranas hasta comercialización. Por ello la industria biotecnológica se muestra supeditada al desarrollo de alianzas y esquemas de colaboración para innovar, y así superar el valle de la muerte. En el caso de las oportunidades de innovación identificadas en este trabajo, este patrón perfectamente podría seguirse, dado que, como tendencia, se encontraron tecnologías relativamente desarrolladas del lado de las empresas pequeñas, mientras que en las empresas más grandes predominó la identificación de ideas y oportunidades de negocio, que, si bien pueden tener potencial de mercado, no están sustentadas en ninguna prueba técnica. Esta situación muestra una fuerte oportunidad para estimular la co-innovación como estrategia para incrementar el éxito de las innovaciones bio- basadas, y permite reconocer la relevancia de generar estructuras de colaboración entre grupos de investigación, empresas pequeñas de base biotecnológica y grandes empresas con capacidad de llegar al mercado.

Colombia históricamente ha presentado una baja financiación para actividades de CTel e ineficiencia de la inversión pública que produce bajos resultados y debilidades en el sistema empresarial. En cuanto a la inversión en actividades de CTI las Bases del Plan Nacional de Desarrollo apuntan a alcanzar al año 2022 un monto equivalente al 1,5% del PIB nacional. Esto se propone con la esperanza que buena parte del apalancamiento provenga de la inversión privada, a partir de los estímulos fiscales diseñados para tal fin (Zerda Sarmiento, 2018).

Pese a mostrar una tendencia creciente durante los últimos años, el nivel de recursos destinados a financiar actividades CTI para el sector biotecnológico, tanto de origen público como privado, es bajo en comparación con otros países de la región. A diferencia de la práctica internacional, en Colombia, actores como los centros de investigación y desarrollo tecnológico no reciben una financiación pública básica y estable en el tiempo para garantizar un desempeño mínimo. Así la búsqueda de financiación ha supuesto una preocupación constante, dificultando el desarrollo de proyectos de largo plazo y restando tiempo y dedicación al desarrollo de su objetivo misional. En algunos casos, como mecanismo de supervivencia, los actores han comenzado a desarrollar otras actividades para acceder a nuevas fuentes de recursos, corriendo el riesgo de desvirtuar su objeto misional.

Uno de los retos que enfrenta el país para lograr un desarrollo económico sostenible e incluyente es fortalecer y expandir su base empresarial. Son muchas las brechas que deben cerrarse en cuanto a competitividad empresarial. Una de gran importancia es el acceso a financiamiento de las empresas biotecnológicas colombianas, especialmente para las que se encuentran en etapa temprana. Entre las barreras que impiden el acceso al sistema financiero se destacan la falta de una asistencia apropiada y esquemas de financiación acordes con las necesidades y posibilidades de este segmento.

7. Referencias

- ACI (30 de abril de 2019). ¿Cuáles son los sectores económicos priorizados en Medellín? Recuperado de: <https://www.acimedellin.org/cuales-son-los-sectores-economicos-priorizados-en-medellin/>
- Cámara de comercio de Medellín para Antioquia (30 de abril de 2019). Clúster Medellín Health City. Recuperado
- 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*.
- Beard, TR; Ford, GS; Koutsky, TM; Spiwak, LJ. (2009). A Valley of Death in the innovation sequence: an economic investigation. *Research Evaluation*, 18(5), 343-356. Doi: 10.3152/095820209X481057
- Cámara de comercio de Medellín para Antioquia (30 de abril de 2019). Clúster Medellín Health City. de: <https://www.camamedellin.com.co/comunidad-cluster/comunidad-cluster/cluster-medellin-health-city>
- Colciencias (2016). Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015. Bogotá, junio de 2015.
- OECD (2009). *The bioeconomy to 2030: Designing a policy Agenda*. 323p.
- OECD (2015). *Key biotechnology indicators*. Recuperado de: <https://www.oecd.org/innovation/inno/keybiotechnologyindicators.htm>
- Islam, N. (2017). Crossing the Valley of Death-An Integrated Framework and a Value Chain for Emerging Technologies. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 61 (3), pp. 389-399.
- Jucevicius, G., Juceviciene, R., Gaidelys, V. & Kalman, A. (2016). The Emerging Innovation Ecosystems and "Valley of Death": Towards the Combination of Entrepreneurial and Institutional Approaches. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 27 (4), pp. 430-438. Doi: 10.5755/j01.ee.27.4.14403
- Markham, SK. (2002). Moving technologies from lab to market. *Research-Technology Management*, 45(6), 31-42. Doi: 10.1080/08956308.2002.11671531
- Markham, SK; Ward, SJ; Aiman-Smith, L; Kingon, AI. (2010). The Valley of Death as Context for Role Theory in Product Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 27(3), 402- 417. Doi: 10.1111/j.1540-5885.2010.00724.x
- Shoonmaker, M., Carayannis, E. & Rau, P. (2013). The role of marketing activities in the fuzzy front end of innovation: a study of the biotech industry. *Journal of Technology Transfer*, 38, pp. 850-872.
- Tassey, G. (2014). Competing in Advanced Manufacturing: The Need for Improvement Growth Models and Policies. *Journal of Economic Perspectives*, 28 (1), pp. 27-48.
- Navarro Arancegui, M., Aranguren Querejeta, M. J., & Magro Montero, E. (2011). Estrategias de

especialización inteligente: el caso del País Vasco. Orkestra Working Paper Series in Territorial Competitiveness Number 2011-R06 (CAS). Retrieved from file:///C:/Users/DAVID/Downloads/Estrategias_de_especializacion_inteligente_el_caso.pdf
Zerda Sarmiento, A. (2018). La opción por la institucionalidad en el pacto CTI del Plan Nacional de Desarrollo. Retrieved from <http://www.cid.unal.edu.co/wp-content/uploads/2019/02/ALVARO-ZERDA.pdf>

Análisis de tendencias de investigación en agricultura y su relación con el desarrollo sostenible

Juan Camilo Navarro-Herrera

Candidato a Magíster en Gestión y Desarrollo Rural. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá

jcnarroh@unal.edu.co

Rodrigo Chaves-Ladino

Candidato a Magíster en Gestión y Desarrollo Rural. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá

rochavesl@unal.edu.co

Claudia Nelcy Jiménez-Hernández

Profesora asociada, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá

cnjimenezh@unal.edu.co

Resumen

Considerando la creciente importancia de la agricultura y su impacto definitivo en el logro del desarrollo sostenible en los próximos años, así como el papel y utilidad de las herramientas de gestión tecnológica en el análisis del avance científico y tecnológico de organizaciones y países, esta ponencia se orienta a estudiar las tendencias de investigación en agricultura tanto a nivel internacional como en Colombia mediante un ejercicio cuantitativo, y analizar su relación con los objetivos de desarrollo sostenible. Los resultados corroboran que los temas relativos a la sostenibilidad están presentes en la investigación en agricultura, destacándose el componente social en el caso de Colombia. Se concluye que las tendencias identificadas se orientan a temas clave en la implementación de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030.

Palabras clave

Agricultura, cuantitativa, desarrollo sostenible.

1. Introducción

La agricultura es una actividad de gran importancia estratégica y base fundamental para el desarrollo autosuficiente y la generación de beneficios económicos en regiones y países, que se enfrenta en el presente siglo a diversos retos como la producción de más alimentos para una población en constante crecimiento, la seguridad alimentaria, una fuerza rural más pequeña y las amenazas del cambio climático, entre otros. Tales retos son mayores para los países en vías de desarrollo, con poblaciones cada vez más elevadas y una marcada desigualdad social, por lo que el desarrollo científico y tecnológico tiene un papel clave en el mejoramiento y la adaptación de la agricultura a la realidad actual, y para lograr mayor competitividad del sector agrario (Díaz *et al*, 2014; Mateos *et al*, 2014).

Estos retos han dirigido a los gobiernos a plantear estrategias que permitan mejorar la competitividad y desarrollo de las naciones. Así mismo, diferentes organizaciones como el Centro Internacional de Agricultura Tropical y el Banco Interamericano de Desarrollo, han unido esfuerzos para apoyar la planeación estratégica para la agricultura en América Latina y el Caribe, y han hecho énfasis en la necesidad de continuar con estudios prospectivos y de análisis de tendencias, que contribuyan a dilucidar los retos y oportunidades emergentes

para la región, principalmente en temas ambientales (CIAT, 2014). En este sentido, la gestión tecnológica enfocada en la agricultura puede aportar mediante la aplicación de herramientas como la prospectiva y la vigilancia tecnológica, en la identificación de alternativas de desarrollo y en la orientación de las acciones con base en las fortalezas y la amplia disponibilidad de recursos de la biodiversidad en países como Colombia, para hacer frente a los desafíos planteados por el contexto actual, y contribuir al logro de los objetivos de desarrollo sostenible, considerando que los países de Latinoamérica aún tienen mucho por hacer para lograr la resiliencia y sostenibilidad en la agricultura, su adaptación al cambio climático, la conservación de la biodiversidad y la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (FAO, 2019).

El objetivo de esta ponencia es identificar el panorama general y las tendencias actuales de investigación en temáticas relacionadas con la agricultura en el nivel mundial y en Colombia en los últimos años, con base en un ejercicio de cienciometría, como una técnica en el marco de la gestión tecnológica que facilita este estudio, y analizar la relación de estas tendencias con los objetivos de desarrollo sostenible.

2. Metodología

Entre las herramientas de gestión de tecnología e innovación disponibles actualmente, la vigilancia tecnológica se destaca en los ámbitos académicos y empresariales, definida por Marulanda, Hernández y López (2016) como un proceso sistemático para obtener información externa y de la organización sobre ciencia y tecnología, para convertirla en conocimiento como base en la toma de decisiones con menor riesgo e incertidumbre. Como lo señalan Ortiz y Nagles (2014), existen varias técnicas que permiten estructurar las actividades de vigilancia tecnológica en un ambiente organizacional, como la bibliometría y la cienciometría.

En el presente trabajo se realizó un ejercicio de cienciometría sobre el tema de la agricultura, dado que el empleo de esta técnica facilita el análisis de tendencias y permite organizar la información científica para extraer conocimiento orientado a la innovación con el fin de obtener conocimientos y evaluar desarrollos pertinentes para satisfacer la demanda de algunos nichos de mercado (Castellanos, Fúquene, & Ramírez, 2011).

Este ejercicio se desarrolló mediante una metodología de tres etapas principales (Castellanos, Jiménez, Sinitsyn, Montañez, & Sinitsyna, 2006), la cual consiste en un análisis de las fuentes de información en bases de datos de artículos científicos, seguida por la definición de las ecuaciones de búsqueda y descarga de información en el formato adecuado para su tratamiento. Finalmente, la preparación del corpus de información y el análisis de resultados a partir de los cuales se estructuran los mapas y gráficos que muestran las tendencias predominantes y la situación actual de los principales desarrollos científicos alrededor del concepto de agricultura.

2.1 Selección de fuentes de información

Se seleccionó la base de datos de información científica SCOPUS® ya que comprende la temática de interés de manera amplia y que permite tener acceso a varias bases de datos empleando la misma ecuación de búsqueda. El acceso a esta base se obtuvo a través de un convenio (campus agreement) con la Universidad Nacional de Colombia. Esta base de datos cuenta con una amplia cantidad de revistas científicas asociadas multidisciplinarias, siendo la base con mayor número de revistas indexadas a la fecha (37,500 títulos – Información tomada

directamente de la página web de SCOPUS®, actualizada a octubre de 2018). El ejercicio de búsqueda se concentró en la ventana de observación correspondiente al periodo de enero de 2014 a octubre de 2018.

2.2 Ecuaciones de búsqueda

En la construcción de las ecuaciones para la búsqueda de información en la base de datos SCOPUS® se tuvieron en cuenta aspectos como la definición de los temas asociados al concepto de agricultura, y el término como tal. Las palabras clave fueron evaluadas mediante el denominado test de adherencia¹¹ y su asociación lógica (Tabla 1), proporcionando resultados relevantes en el campo de la agricultura. Con el Test de adherencia se descartaron otras palabras por ser poco empleadas en la literatura (no se muestran en la Tabla 1).

Tabla 1. Test de adherencia de términos para la búsqueda en bases de datos

Categoría	Término	SCOPUS	R%	Google Académico	R%
1	Agriculture	274.624	32,6%	4.610.000	24,9%
1	Agricultural	420.206	49,9%	5.120.000	27,7%
2	Agrarian	11.985	1,4%	837.000	4,5%
2	Agronomy	16.680	2,0%	978.000	5,3%
3	Crop Science	44.603	5,3%	3.080.000	16,7%
3	Rural Development	74.712	8,9%	3.860.000	20,9%
-	Total	842.810	100,0%	18.485.000	100,0%

Periodo de búsqueda: 2014 – 2018. R% = representatividad porcentual.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los temas descritos anteriormente, se generó una ecuación general para la búsqueda de artículos relacionados con agricultura de forma global y luego se agregó un filtro para el país Colombia, las cuales se muestran a continuación:

Ecuación de búsqueda 1:

(TITLE (agriculture) OR KEY (agriculture) OR TITLE (agricultural) OR KEY (agricultural) OR TITLE (agrarian) OR KEY (agrarian) OR TITLE (agronomy) OR KEY (agronomy) OR TITLE (crop AND science) OR KEY (crop AND science) OR TITLE (rural AND development) OR KEY (rural AND development)) AND DOCTYPE (ar OR re) AND PUBYEAR > 2013 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI"))

Ecuación de búsqueda 2:

(TITLE (agriculture) OR KEY (agriculture) OR TITLE (agricultural) OR KEY (agricultural) OR TITLE (agrarian) OR KEY (agrarian) OR TITLE (agronomy) OR KEY (agronomy) OR TITLE (crop AND science) OR KEY (crop AND science) OR TITLE (rural AND development) OR KEY (rural AND development)) AND DOCTYPE (ar OR re) AND PUBYEAR > 2013 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI")) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Colombia"))

¹ Según Ruthes y da Silva (2015), el *Test de adherencia* se emplea para verificar la importancia de las palabras clave usadas para la investigación y evaluar de forma cuantitativa la pertinencia de un término; el objetivo es eliminar las palabras clave no adherentes a un tema, es decir, que son poco representativas del área de investigación.

La primera ecuación permitió encontrar 34.910 registros relacionados con el concepto de agricultura en el nivel mundial, mientras que con la segunda ecuación se identificaron 310 documentos de origen colombiano (incluidos en los resultados de la búsqueda con la primera ecuación). Los registros fueron exportados en formato RIS (Research Information Systems - file format), para ser procesados con el uso del software bibliométrico VOSviewer®.

2.3 Preparación del corpus de información

Los primeros 2000 registros encontrados en SCOPUS® (número máximo de registros que esta base permite exportar en formato RIS), con la ecuación de búsqueda No. 1, fueron ordenados por relevancia de número de citas y exportados al software de minería de texto LEXOS®, desarrollado por el National Endowment For The Humanities (NEH) y el Wheaton College (Norton, MA), al igual que los 310 registros hallados con la segunda ecuación, para la limpieza de caracteres especiales y edición de mayúsculas y minúsculas. Para este proceso se incluyeron todos los campos de las categorías ‘Citation information’ y ‘Abstract & keywords’ en las configuraciones de exportación de documentos de SCOPUS®. Posteriormente, se exportaron los resultados de LEXOS® al software bibliométrico VOSviewer® en formato RIS, el cual además de realizar construcciones visuales de redes, permite una mejor organización de la información para su posterior manejo en gestores bibliográficos como MENDELEY®. Luego se realizaron tres procedimientos para simplificar el procesamiento de la información: eliminación de registros duplicados, filtrado o eliminación de registros que no se consideran relevantes, y sinonimización o unión de términos similares en un único término representativo (Castellanos *et al.*, 2006).

En el proceso de preparación del corpus de información se procedió a encontrar la relación entre las temáticas que se abordan en este ejercicio, empleando el análisis de clústeres por agrupamiento, así como identificación de tendencias a través del tiempo a partir de los resultados del software VOSviewer®.

2.4 Obtención de mapas de conocimiento

La construcción de los mapas de conocimiento en VOSviewer® se basó en los datos bibliográficos de SCOPUS®, empleando un tipo de análisis de co-ocurrencia con un método de conteo completo. El número mínimo de co-ocurrencias para el contexto mundial se estableció en 45, con una cantidad de palabras clave encontradas de 23.934, para un total de 155 términos relevantes (104 términos luego de ser filtrados). En cuanto al contexto nacional, el número mínimo de co-ocurrencias se estableció en 12, con una cantidad de palabras clave encontradas de 7.931, para un total de 137 términos relevantes (102 términos luego de ser filtrados); ambas salidas se filtraron por su significado, importancia en la búsqueda y agrupamiento de sinónimos. El proceso de definición de clústeres de temáticas y áreas tecnológicas se hizo a partir de la distribución espacial de los resultados arrojados por VOSviewer, para lo cual se identificaron los resultados en el mapa bidimensional, se estimaron los límites de cada uno de los clústeres mediante colores dados por el software, y se trazaron 200 líneas rectas relacionales con una variación de tamaño de 0,5.

3. Resultados

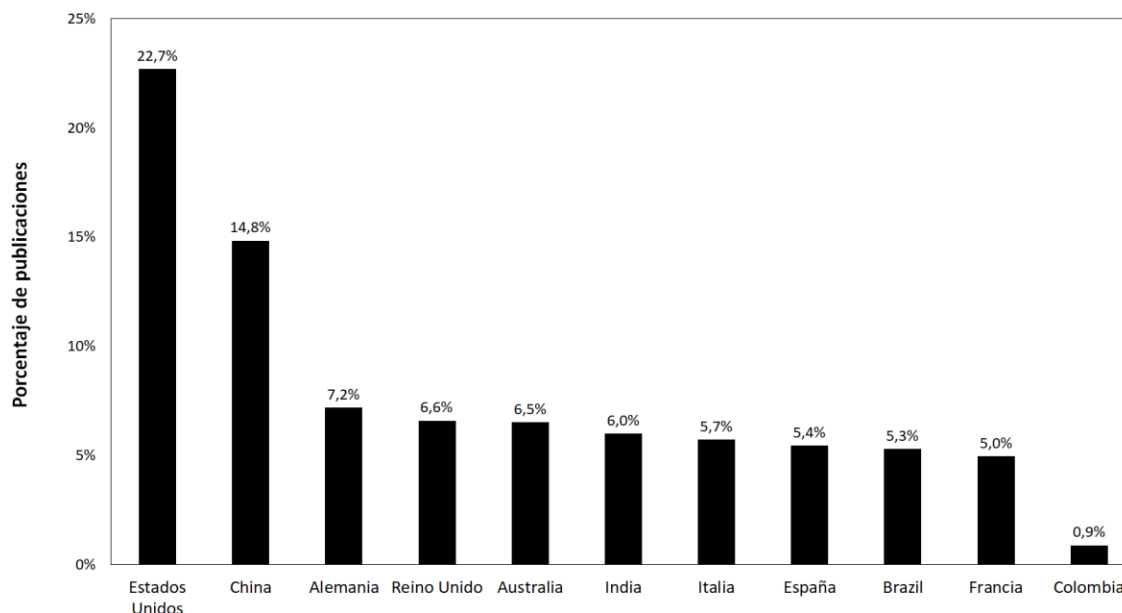
A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través del empleo de las dos ecuaciones de búsqueda descritas en la base de datos SCOPUS®. Se agrupan y analizan los

resultados en dos ámbitos: el mundial que permite tener un panorama general de la temática estudiada, y los resultados a partir del corpus con los registros de origen colombiano, para caracterizar el panorama nacional sobre las tendencias en investigación en agricultura.

3.1. Panorama Global

Para este análisis se trabajó con un corpus de 34.910 registros. En la Figura 1 se muestra el origen de las publicaciones relacionadas con agricultura en la ventana de observación, en donde se aprecia que más de la tercera parte (37,5%) de las investigaciones en este tema han sido realizadas en Estados Unidos (22,7%) y China (14,8%), mientras que el aporte de Colombia es apenas de un 0,9%. Se destaca la presencia en este grupo de países emergentes como India y Brasil, en donde los avances de la investigación en agricultura son indispensables por la creciente necesidad de alimentación y seguridad alimentaria para su enorme cantidad de habitantes.

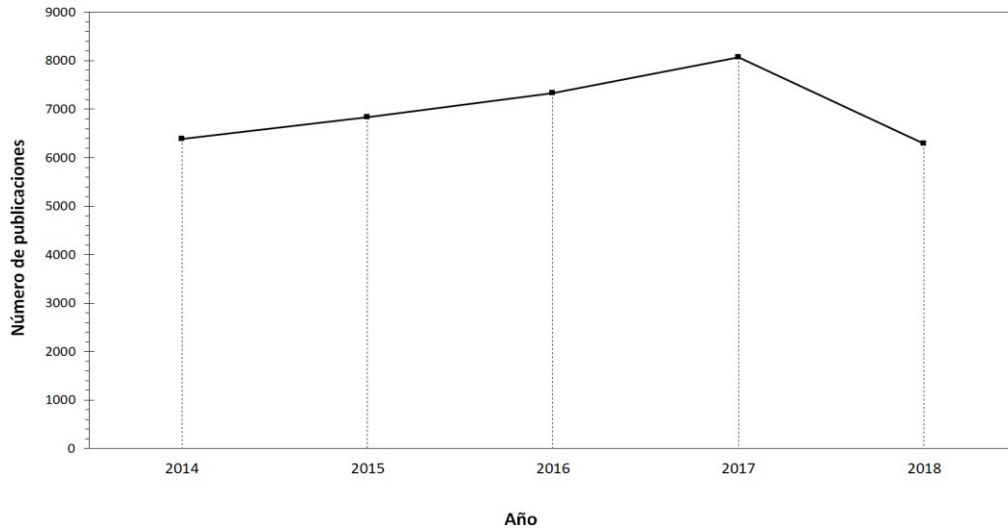
Figura 1. País de origen de las publicaciones sobre agricultura – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

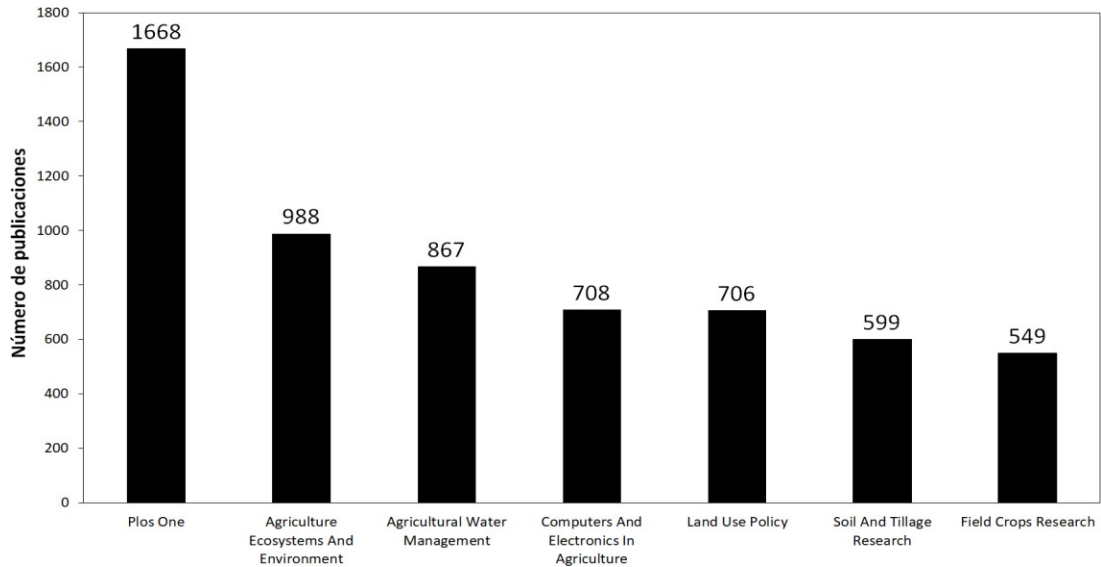
La Figura 2 presenta la tendencia de publicación en el tema de la agricultura en los últimos 5 años, donde se puede observar que es creciente, haciendo la aclaración de que, para el año 2018, solamente se incluyeron las publicaciones entre enero y octubre. Esta tendencia en aumento señala la importancia cada vez mayor del tema analizado y los esfuerzos de los investigadores por encontrar alternativas para hacer frente a los retos que la agricultura debe enfrentar, así como posibles soluciones a las problemáticas asociadas a la producción agrícola y al uso, manejo y cuidado de la biodiversidad.

Figura 2. Cantidad de publicaciones sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

Figura 3. Revistas con la mayor cantidad de publicaciones sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.

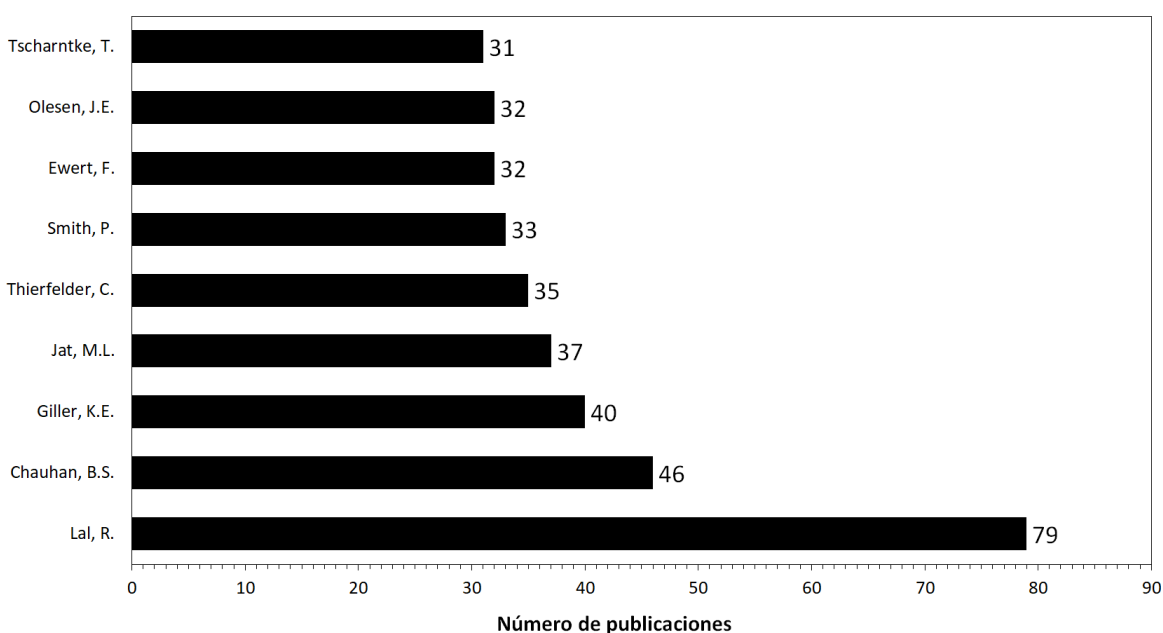


Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

La Figura 3 muestra las revistas indexadas que contienen la mayor cantidad de publicaciones sobre agricultura en los últimos cinco años. La revista Plos one es editada por The Public Library of Science y es una de las más grandes en volumen en el mundo, teniendo como temas centrales la ciencia y la medicina. El segundo lugar, y muy alejada de la primera, se encuentra la revista

Agriculture Ecosystems and Environmental que, como su nombre lo indica, tiene como temas centrales las interacciones en entornos naturales y agroecosistemas. Las siguientes revistas presentadas en la Figura 3 abordan la agricultura desde diferentes perspectivas: el manejo del agua en la agricultura (Agricultural Water Management), aplicaciones de hardware y software en la producción agraria (Computers and Electronics in Agriculture), planificación del uso del suelo urbano y rural, revisando temas como agricultura, geografía, silvicultura, riego, conservación del medio ambiente, entre otros (Land use policy), desarrollos en labranza del suelo para lograr un equilibrio sostenible entre productividad y calidad ambiental (Soil and Tillage Research) e investigación en temas de fitomejoramiento, fisiología de cultivos y su impacto en términos económicos (Field Crops Research).

Figura 4. Autores con mayor cantidad de publicaciones sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.

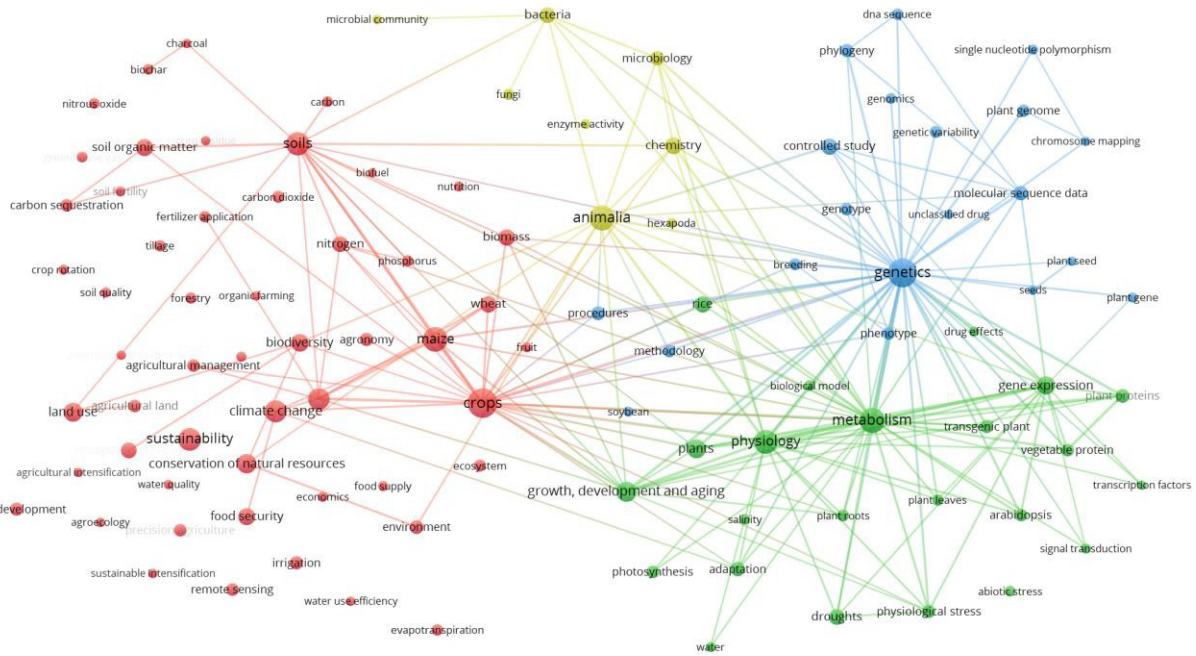


Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

La Figura 4 condensa la información sobre los autores con mayor cantidad de publicaciones en temas de agricultura en la ventana de observación. Rattan Lal es profesor de la Universidad de Ohio, y se posiciona como el autor más prolífico con 79 publicaciones en este intervalo de tiempo, que se orientan al estudio del suelo y su composición química, y al cambio climático (Gelaw, Singh, & Lal, 2015; Kahlon, Lal, & Ann-Varughese, 2013; Lal, 2013; Lenka & Lal, 2013; Lorenz & Lal, 2014), con un promedio de 15,8 publicaciones por año. En segundo lugar está Bhagirath Singh Chauhan, investigador de la Universidad de Queensland con 46 publicaciones sobre agricultura en 5 años, específicamente en trabajos sobre el cultivo de arroz (Baghel et al., 2018; Jabran, Mahajan, Sardana, & Chauhan, 2015; Mahajan, Chauhan, & Gill, 2013; Mishra et al., 2015; Nascente, Crusciol, & Cobucci, 2013), dando así un promedio de 9,2 publicaciones por año; en tercer lugar se encuentra Ken E. Giller, investigador de la Universidad de Wageningen, con 40 publicaciones el periodo analizado relacionadas con degradación del suelo, fertilidad del suelo y agricultura de conservación (Bashagaluke, Logah, Opoku, Sarkodie-Addo, & Quansah, 2018; Baudron & Giller, 2014;

Giller et al., 2015; Tiftonell & Giller, 2013; Vanlauwe et al., 2014), y con un promedio de 8 publicaciones al año; en cuarto lugar está Mangi Lal Jat, investigador del Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, con 37 publicaciones desde 2014 hasta la fecha, y un promedio de 7,4 publicaciones por año, orientadas principalmente a cereales como arroz, maíz y trigo (Gathala et al., 2013; M. L. Jat et al., 2013; R. K. Jat et al., 2014; Kumar et al., 2013; Powlson, Stirling, Thierfelder, White, & Jat, 2016). Se evidencia que los investigadores de instituciones en países desarrollados o apoyadas por gobiernos de estos países, han logrado una cantidad mayor de publicaciones sobre agricultura en revistas indexadas, frente a investigadores trabajando en otros contextos.

Figura 5. Mapa de relaciones temáticas en las publicaciones sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en VOSviewer.
Fecha de búsqueda: 31/10/18.

En la Figura 5 se aprecian las temáticas más ampliamente estudiadas a nivel mundial en la ventana de observación. Se pueden diferenciar cuatro grandes clústeres los cuales se describirán de acuerdo con su aparición en la figura 5 de izquierda a derecha.

- Clúster Cultivos, suelos y sustentabilidad: Rojo

El primero de los clústeres, representado en la Figura 5 con color rojo, aparece en el mapa en una posición central. Tiene temas de interés fundamental como cultivos en general, y cultivos específicos de gran importancia a nivel mundial como maíz y trigo (Ali & Rahut, 2018; Crespo- Herrera & Ortiz, 2015; Reynolds et al., 2018). Otra subtemática se refiere a la investigación en suelos, como materia orgánica del suelo, fertilidad del suelo, calidad del suelo, entre otros (Khan et al., 2013; Plaza-Bonilla, Nogué-Serra, Raffailac, Cantero-Martínez, & Justes, 2018; Varshney et al., 2018). Finalmente se encuentra una sub-agrupación que abarca temas de sustentabilidad como cambio climático, conservación de recursos naturales, biodiversidad, seguridad alimentaria, ambiente, y aspectos relacionados (Halinski, Dos Santos, Kaehler, & Blochtein, 2018; Klemm & McPherson, 2017; Li, Chang, Tian, & Zhang, 2018;

Materechera, 2014; Rasmussen, Watkins, & Agrawal, 2017).

- Clúster Animalia: Amarillo

Este clúster es el más pequeño del mapa, y abarca los temas relacionados con animales de importancia agronómica como la subespecie hexapoda (Kamthan, Chaudhuri, Kamthan, & Datta, 2015; Woodcock et al., 2013) e incluye investigaciones sobre microbiología, bacterias y hongos (Balmer, De Papajewski, Planchamp, Glauser, & Mauch-Mani, 2013; Campos et al., 2016; Gekenidis et al., 2018; Neher, Weicht, Bates, Leff, & Fierer, 2013).

- Clúster Genética: Azul

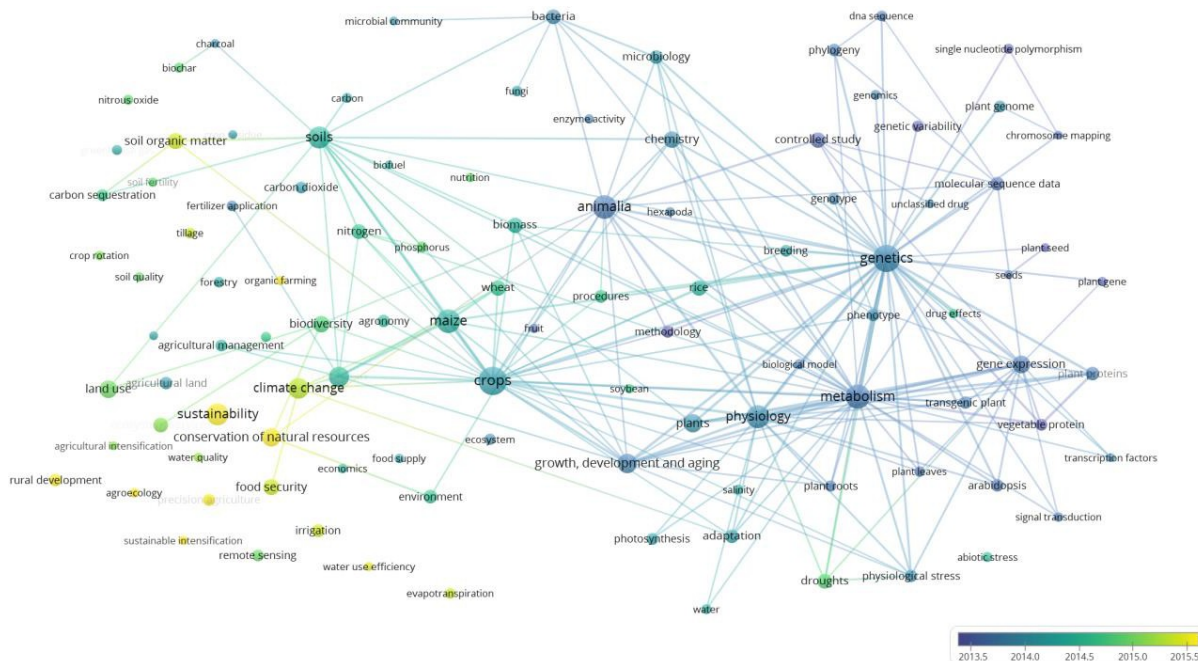
Esta agrupación está representada con color azul. Algunos de los temas que se encuentran se relacionan con conceptos como: semillas, genotipo, fenotipo, variabilidad genética, genómica y secuencia de ADN (Balmer, De Papajewski, Planchamp, Glauser, & Mauch-Mani, 2013; Campos et al., 2016; Gekenidis et al., 2018; Neher, Weicht, Bates, Leff, & Fierer, 2013).

- Clúster Metabolismo y fisiología: Verde

Esta agrupación se divide en dos subtemáticas: la primera está compuesta por investigaciones relacionadas con el metabolismo, particularmente en plantas transgénicas, proteínas vegetales, arabidopsis, factores de transcripción y expresión genética (De Coninck, Timmermans, Vos, Cammue, & Kazan, 2015; Galili & Amir, 2013; Jiang et al., 2013).

La segunda subtemática en este clúster aborda aspectos relacionados con la fisiología como las hojas y raíces de las plantas, crecimiento, desarrollo y envejecimiento (Adem, Roy, Zhou, Bowman, & Shabala, 2014; Parry et al., 2013; Xiao & Tao, 2014).

Figura 6. Mapa de tendencias de las temáticas sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en VOSviewer.
Fecha de búsqueda: 31/10/18

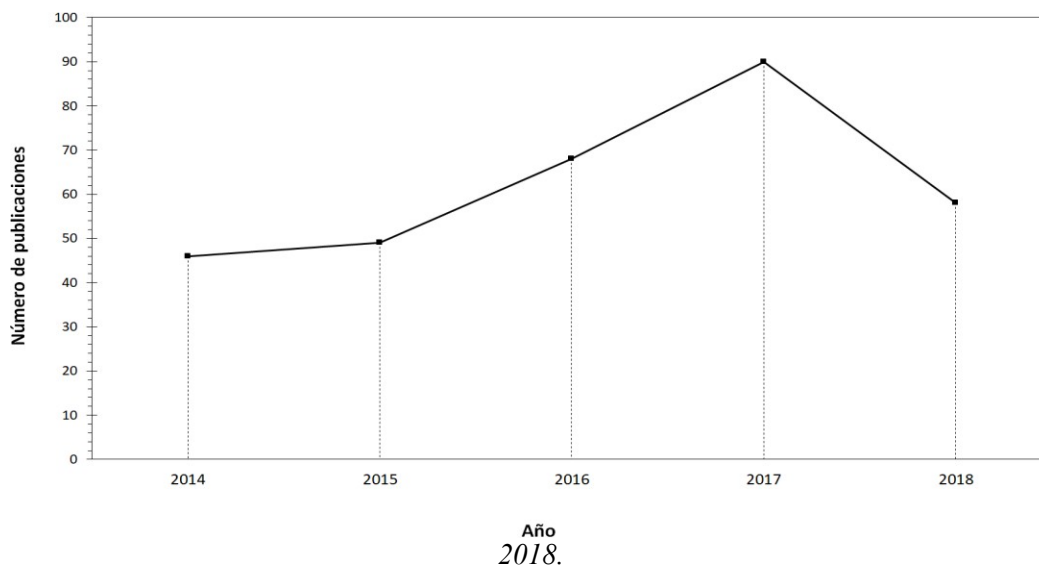
En la Figura 6 se observan las tendencias en investigación, pero a diferencia de la Figura 5, aquí se aprecian por colores según sean más antiguas (azul oscuro) o recientes (amarillo) en

el periodo analizado. A partir de la clasificación descrita en la figura 5, se puede observar que los clústeres de genética, metabolismo y fisiología y animalia tuvieron un auge a mediados de 2013 y principios del 2014. Para mediados de 2014 los temas como cultivos y suelos fueron predominantes. Para el año 2015 y más recientes, los temas que han liderado la investigación relacionada con agricultura están los relacionados con la sustentabilidad: el cambio climático, la conservación de los recursos naturales, el uso eficiente del agua, el uso del suelo y la agroecología. Empero, esto no significa que el cambio climático sea un tópico emergente en la literatura internacional, solamente algunos subtemas asociados a este, ya que se tiene evidencia de que, desde hace varios años, su estudio abarca muchas perspectivas, incluida la agrícola (IDEAM & Observatorio de Ciencia y tecnología, 2016).

3.2. Panorama nacional

En los siguientes acápite se presentan los resultados de la segunda ecuación de búsqueda, que corresponde a un filtro de los resultados de la ecuación inicial, considerando solamente las publicaciones procedentes de Colombia. Se trabajó con 310 registros en total.

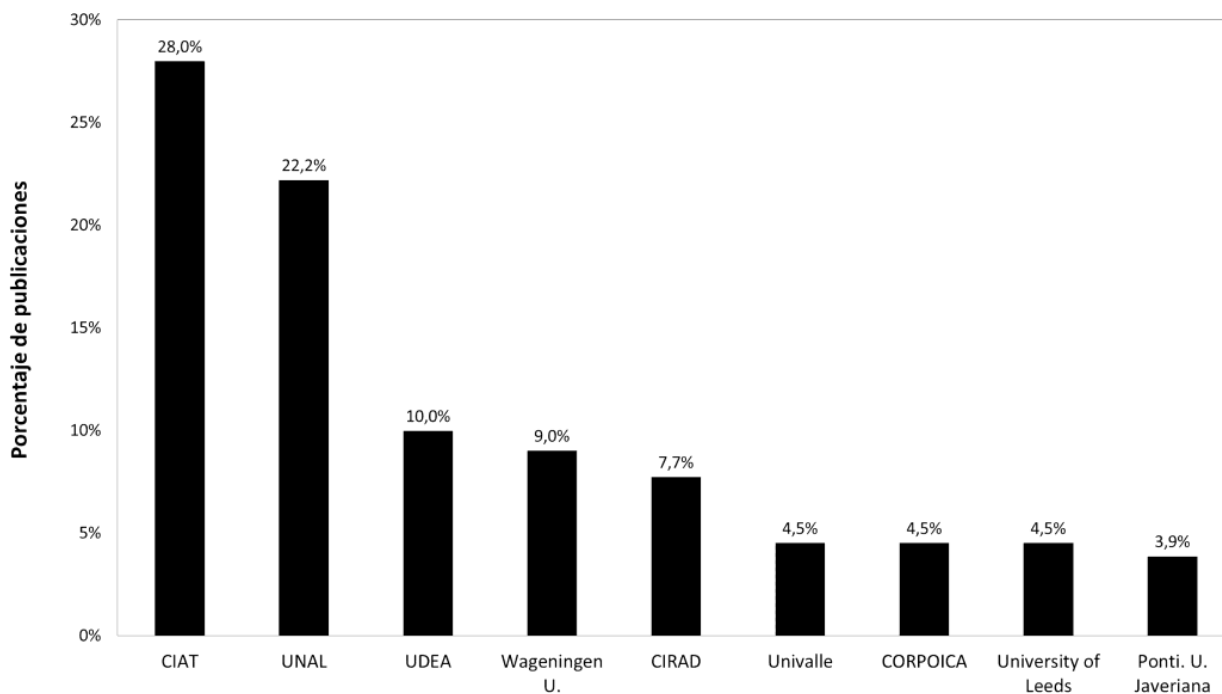
Figura 7. Cantidad de publicaciones sobre agricultura en Colombia – enero 2014 a octubre



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel.
Fecha de búsqueda: 31/10/18.

La figura 7 muestra una tendencia de aumento en la cantidad de publicaciones relacionadas con agricultura en Colombia pasando en 2014 con 46 publicaciones, a 2017 con 90 publicaciones, que corresponde a un aumento de casi el 100%, esperando un comportamiento similar a diciembre de 2018. Esto permite señalar que, así como a nivel mundial el tema agrícola es fundamental para enfrentar los desafíos actuales, la investigación en Colombia que se publica en revistas indexadas refleja que el interés también es creciente en este contexto.

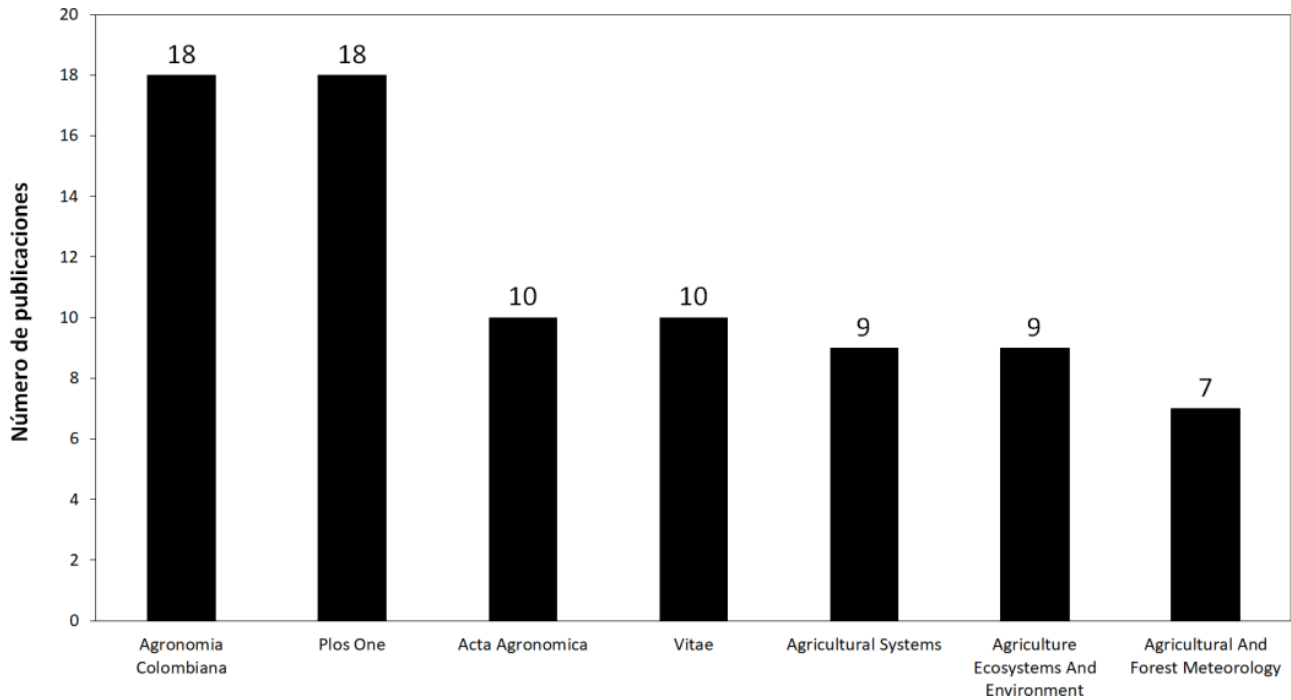
Figura 8. Cantidad de publicaciones sobre agricultura en Colombia por filiación institucional de los autores– enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel.
Fecha de búsqueda: 31/10/18.

En la figura 8 se muestran las instituciones con mayor volumen de publicaciones sobre agricultura en Colombia, de acuerdo con la filiación institucional de los autores; al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) le corresponde el 28% de las publicaciones en revistas indexadas en el intervalo de tiempo contemplado, seguido por la Universidad Nacional de Colombia con un 22,2% de las publicaciones; en tercer lugar, con un 10% de las publicaciones, está la Universidad de Antioquia y luego la Universidad de Wageningen que, aunque es una institución europea, hace grandes aportes investigativos enfocados en la agricultura, con el 9% de las publicaciones. Igual ocurre con el Centro de cooperación internacional en investigación agronómica para el desarrollo (CIRAD, por sus iniciales en francés), que tiene el 7.7% de las publicaciones analizadas. Se observa entonces, que la investigación colombiana en agricultura publicada en revistas indexadas ha sido financiada principalmente por organismos internacionales y con recursos del Estado a través de las universidades públicas.

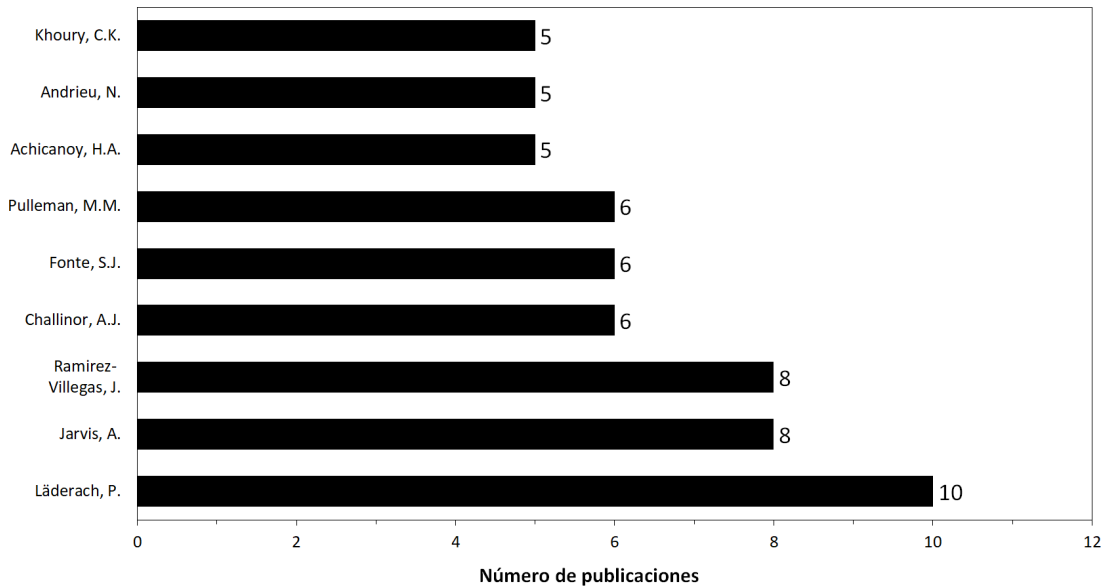
Figura 9. Revistas con la mayor cantidad de publicaciones en Colombia sobre agricultura – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

En la Figura 9 se observan las revistas con la mayor cantidad de publicaciones colombianas sobre agricultura en los últimos 5 años, estando en primer lugar Agronomía Colombiana, revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, así como Plos One, que en el análisis del panorama global se destacó como la principal revista en la temática estudiada. En el panorama nacional, con 10 publicaciones cada una, también se encuentran la revista Acta Agronómica de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y Vitae, de la Universidad de Antioquia. Lo anterior permite afirmar que las revistas indexadas de universidades públicas del país son los medios preferidos por los investigadores para divulgar los resultados de sus trabajos, así como las revistas internacionales de alto impacto en la temática analizada.

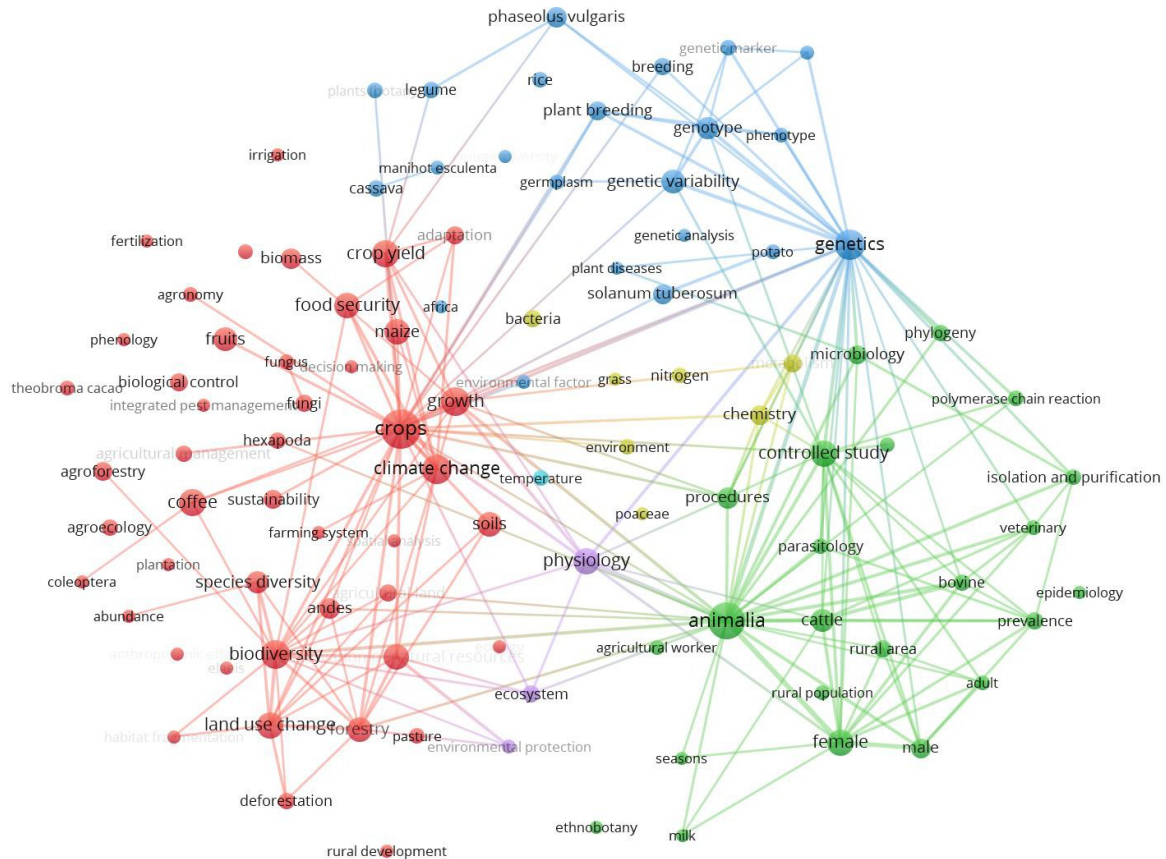
Figura 10. Autores con mayor cantidad de publicaciones en Colombia sobre agricultura – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

En la figura 10 se exponen los principales autores relacionados con publicaciones colombianas en temas de agricultura en los últimos 5 años; el autor más prolífico es Peter Laderach, investigador del CIAT con 10 publicaciones en los últimos 5 años, relacionadas con cambio climático y con café (Avelino et al., 2015; Gourджи, Läderach, Valle, Martinez, & Lobell, 2015; Ramirez-Villegas, Jarvis, & Läderach, 2013; Shikuku et al., 2017); en segundo lugar está Andy Jarvis, también investigador del CIAT, con 8 publicaciones y con un promedio de 1,6 publicaciones por año que se asocian a temas como recursos genéticos, conservación y biodiversidad (Castañeda-Álvarez et al., 2016; Khoury et al., 2013; Poppy et al., 2014). En el tercer puesto se encuentra Julián Ramírez Villegas, quien también hace parte del del CIAT, seguido por Andy Challinor de la Universidad de Leeds del Reino Unido con 6 publicaciones, Steven Fonte, de la Universidad Estatal de Colorado (Estados Unidos), y Mirjam M. Pulleman, de la Universidad de Wageningen (Holanda), los tres con un promedio de 1,2 publicaciones por año. Se destaca el hecho de que ninguno de los autores líderes, por tener 6 o más publicaciones, pertenece a una organización colombiana. Además, se evidencia la gran diferencia en la cantidad de trabajos de estos autores en el periodo analizado, respecto a los autores líderes a nivel mundial.

Figura 11. Mapa de relaciones temáticas en las publicaciones colombianas sobre agricultura – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en VOSviewer.
Fecha de búsqueda: 31/10/18.

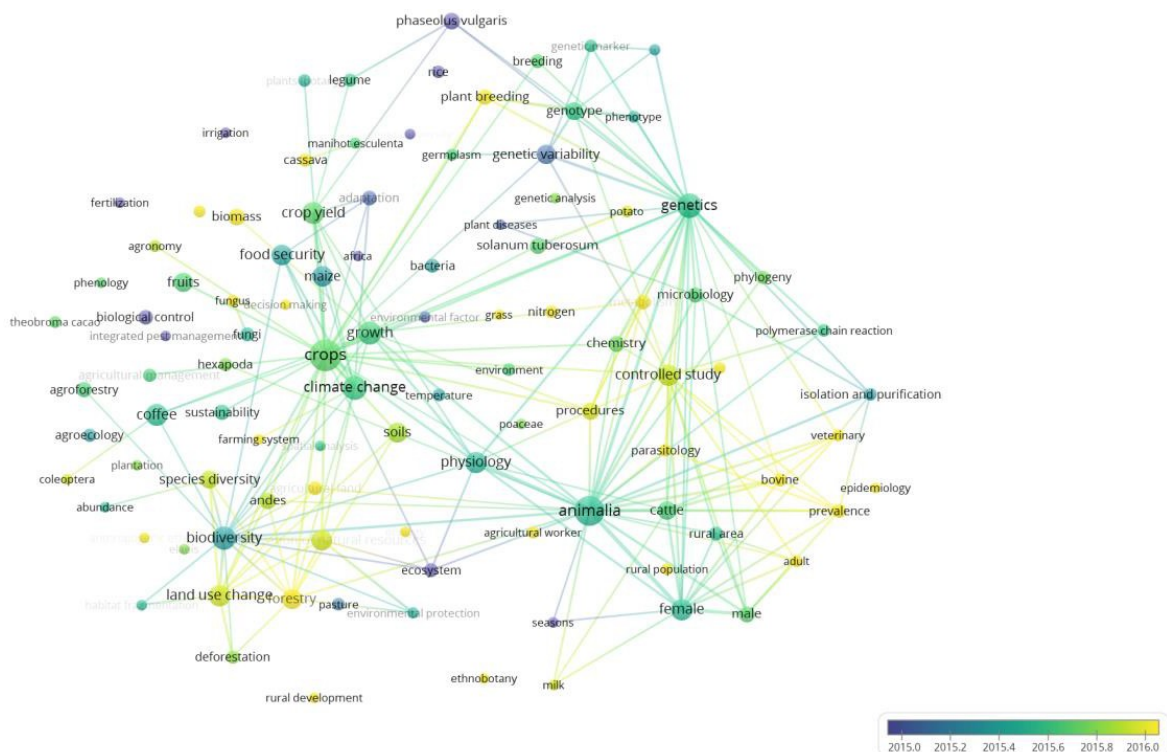
La Figura 11 presenta el agrupamiento de las temáticas abordadas por los artículos colombianos analizados. En esta figura se pueden ver tres clústeres:

Clúster Rojo: abarca una gran variedad de temáticas, entre ellas, cultivos específicos como maíz y café, de gran interés para el país (Chará-Serna, Chará, Giraldo, Zúñiga, & Allan, 2015; Sanseverino et al., 2015). Toca temas sobre sostenibilidad como cambio climático, seguridad alimentaria, biodiversidad, cambio del uso del suelo y deforestación (Heubes et al., 2013; Van Wart et al., 2015).

Clúster Azul: agrupa términos enfocados en la genética, como fenotipo, genotipo, enfermedades de las plantas, variabilidad genética. Se destaca la inclusión de términos sobre estudios genéticos en papa (López, Gómez, & Rodríguez, 2014).

Clúster Verde: tiene términos más enfocados en la parte pecuaria que en la agrícola, como ganadería, bovinos, leche y veterinaria. Es destacable que también se nombran temas como población rural, área rural y agricultor, mostrando un interés de las investigaciones en el componente social de la agricultura (Baca, Läderach, Haggar, Schroth, & Ovalle, 2014; Bünemann et al., 2018; Liebig et al., 2016).

Figura 12. Mapa de tendencias de las temáticas sobre agricultura en Colombia – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en VOSviewer.
Fecha de búsqueda: 31/10/18

Considerando la escala de colores de la Figura 12, que señala las temáticas emergentes en color amarillo, se evidencia que particularmente los temas sobre el impacto humano (trabajadores agrícolas, etnobotánica, cambio en el uso del suelo), así como la silvicultura y la diversidad de especies, recientemente se comenzaron a nombrar en las investigaciones con mayor frecuencia, mientras que términos como cambio climático, sustentabilidad, agroecología y agroforestería tienen un crecimiento importante en los trabajos desde 2015 aproximadamente, y tópicos como el arroz y el control biológico tienen investigaciones desde el inicio del periodo analizado, es decir, 2014.

3.3. Tendencias de investigación en agricultura y su relación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

La agricultura ha tenido un papel fundamental tanto en la definición como en el cumplimiento de los ODS, al ser prácticamente transversal en la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, dado que sus actividades tienen relación con lo planteado por objetivos como el ODS 6 Agua limpia y saneamiento, el ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres, o el ODS 13 Acción por el clima, también con una estrecha relación con la alimentación y la nutrición (ODS 2), el fin de la pobreza (ODS 1), y el trabajo decente (ODS 8), entre otros (Acuña, 2018). De acuerdo con Cortés (2015), la agricultura debe ser parte de la solución al problema de la sostenibilidad.

Las tendencias identificadas en el panorama mundial permiten corroborar que la

comunidad científica ha incluido dentro de sus prioridades de investigación, temáticas relativas a la sostenibilidad, como la conservación de recursos naturales y biodiversidad, la seguridad alimentaria y el cambio climático. La investigación en suelos y cultivos relevantes como el maíz, así como los desarrollos en genética relativos a semillas, también tienen un efecto evidente en aspectos como la alimentación y los ecosistemas, incluidos en la Agenda 2030.

Para el caso colombiano, considerando que fue uno de los países líderes en el impulso de la Agenda 2030 y ha sido pionero en definir acciones para su implementación (DNP, 2018), las tendencias de investigación en agricultura contribuyen a estas dinámicas, y se encuentran en consonancia con las temáticas de interés en el ámbito mundial, en lo relativo a sostenibilidad (cambio climático, seguridad alimentaria, biodiversidad, cambio del uso del suelo, deforestación) y estudios genéticos en cultivos como la papa, de gran importancia en la suficiencia alimentaria actual (Bonnett, 2019).

La relación con los ODS de la investigación vinculada a Colombia también puede evidenciarse en temas como la ganadería o la leche, dado su papel en la alimentación, pero también por los impactos negativos que conllevan las actividades pecuarias. Se destaca nuevamente la identificación del subtema relativo al componente social de la agricultura (agricultores, población rural, entre otros términos- Figura 11), que permite observar el interés de los investigadores en aspectos que hacen parte de la Agenda 2030, como la reducción de la pobreza, el bienestar y las condiciones dignas de trabajo.

4. Conclusiones

El ejercicio cuantitativo realizado permitió identificar las tendencias de investigación en agricultura en años recientes, tanto en el contexto global como en Colombia, partiendo de información procedente de revistas indexadas en la base SCOPUS. En este sentido, es importante señalar que es posible que no se hayan tenido en cuenta investigaciones publicadas en otros medios con menor visibilidad o que no están incluidos en la fuente de información aquí utilizada.

Los resultados muestran una relación parcial entre las tendencias de investigación nacional y la investigación mundial, destacándose la baja participación de Colombia en el contexto investigativo y científico a nivel mundial. Así mismo, es posible evidenciar la concordancia en el crecimiento de las publicaciones sobre agricultura a nivel mundial y a nivel nacional, que demuestra un aumento en el interés por investigar en estos temas.

Con relación a los objetivos de desarrollo sostenible, la agricultura tiene un papel fundamental para el logro de las metas fijadas a 2030. En el análisis realizado, se evidencia que la investigación en agricultura ha tomado como base la búsqueda de aportes al cumplimiento de estas metas, en temas destacados como cambio climático, conservación de recursos naturales, biodiversidad y seguridad alimentaria, entre otros aspectos asociados con los ODS.

En el contexto colombiano, se encontró que las áreas principales de investigación también apuntan a temas clave en la Agenda de Desarrollo Sostenible, ya que son similares a las identificadas a nivel mundial, pero con énfasis en temas de interés local como los cultivos de café, uno de los productos insignia del país, y en papa, de importancia fundamental en la alimentación. Así mismo, los asuntos sociales en el sector rural son cada vez más relevantes en la investigación en agricultura y tienen incidencia directa en el cumplimiento de los ODS.

5. Referencias

Acuña, D. (2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible y el sector agrícola chileno*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura. Chile.

- Adem, G. D., Roy, S. J., Zhou, M., Bowman, J. P., & Shabala, S. (2014). Evaluating contribution of ionic, osmotic and oxidative stress components towards salinity tolerance in barley. *BMC Plant Biology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899965457&doi=10.1186%2F1471-2229-14-113&partnerID=40&md5=5dc48f3c1ab491716c4b7f2250e0417a>
- Ali, A., & Rahut, D. B. (2018). Farmers willingness to grow GM food and cash crops: empirical evidence from Pakistan. *GM Crops and Food*, 9(4), 199-210. <https://doi.org/10.1080/21645698.2018.1544831>
- Allard, M. W., Luo, Y., Strain, E., Pettengill, J., Timme, R., Wang, C., ... Brown, E. W. (2013). On the Evolutionary History, Population Genetics and Diversity among Isolates of Salmonella Enteritidis PFGE Pattern JEGX01.0004. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84873486628&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0055254&partnerID=40&md5=b10fe50047074e598de9a02c37c a72f2>
- Anderson, K. E., Sheehan, T. H., Mott, B. M., Maes, P., Snyder, L., Schwan, M. R., ... Corby-Harris, V. (2013). Microbial ecology of the hive and pollination landscape: Bacterial associates from floral nectar, the alimentary tract and stored food of honey bees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84891372560&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0083125&partnerID=40&md5=9d78729b93ccef6013898c74430 1a1dd>
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., ... Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84939941176&doi=10.1007%2Fs12571-015-0446-9&partnerID=40&md5=c7be69bad5b4c8bfe8349efdaa632ba3>
- Baca, M., Läderach, P., Haggard, J., Schroth, G., & Ovalle, O. (2014). An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in mesoamerica. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84896275057&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0088463&partnerID=40&md5=c0bf84b1851a99a50be6e6d819a ee892>
- Baghel, J. K., Das, T. K., Rishi, R. A. J., Paul, S., Mukherjee, I., & Bisht, M. (2018). Effect of conservation agriculture and weed management on weeds, soil microbial activity and wheat (*Triticum aestivum*) productivity under a rice (*Oryza sativa*)-wheat cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88(11), 1709-1716. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85056785758&partnerID=40&md5=c3494ebf57ca0e589c0a4ca10e7e1c54>
- Balmer, D., De Papajewski, D. V., Planchamp, C., Glauser, G., & Mauch-Mani, B. (2013). Induced resistance in maize is based on organ-specific defence responses. *Plant Journal*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84876297367&doi=10.1111%2Ftpj.12114&partnerID=40&md5=d19ffc30883dc813a5315305bcb0d414>
- Bashagaluke, J. B., Logah, V., Opoku, A., Sarkodie-Addo, J., & Quansah, C. (2018). Soil nutrient loss through erosion: Impact of different cropping systems and soil amendments in Ghana. *PLoS ONE*, 13(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208250>
- Baudron, F., & Giller, K. E. (2014). Agriculture and nature: Trouble and strife? *Biological Conservation*, 170, 232-245. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.009>
- Bonnett, D. (2019). “Resurgencia” y recolonización de la papa. Del mundo andino al escenario alimentario mundial, siglos XVI- XX. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*. 46(1). p. 27-57. doi: 10.15446/achsc.v46n1.75552
- Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., de Goede, R., ... Brussaard, L. (2018). Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85041833715&doi=10.1016%2Fj.soilbio.2018.01.030&partnerID=40&md5=0da6b9c2a22bec95eca999499 cdc 5c92>
- Campos, S. B., Lisboa, B. B., Camargo, F. A. O., Bayer, C., Sczyrba, A., Dirksen, P., ... Wendisch, V. F. (2016). Soil suppressiveness and its relations with the microbial community in a Brazilian subtropical agroecosystem under different management systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 96, 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.02.010>
- Castañeda-Alvarez, N. P., Khoury, C. K., Achicanoy, H. A., Bernau, V., Dempewolf, H., Eastwood, R. J., ... Toll, J. (2016). Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

- 84973404983&doi=10.1038%2FNPLANTS.2016.22&partnerID=40&md5=873daa54fa95b2d1c658b0fd1c33c4d5
- Castellanos, O., Fúquene, A., & Ramírez, D. (2011). Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos, O., Jiménez, C. N., Sinitsyn, A., Montañez, V. M., & Sinitsyna, O. (2006). Análisis del desarrollo tecnológico en la aplicación de enzimas en la industria textil. *Ingeniería y competitividad*, 8(1), 37–46. <http://doi.org/10.25100/iyc.v8i1.2511>
- Chará-Serna, A. M., Chará, J., Giraldo, L. P., Zúñiga, M. D. C., & Allan, J. D. (2015). Understanding the impacts of agriculture on Andean stream ecosystems of Colombia: A causal analysis using aquatic macroinvertebrates as indicators of biological integrity. *Freshwater Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84953742716&doi=10.1086%2F681094&partnerID=40&md5=5b2e0f7da8260b7b4e02a232ba13a19c>
- Cortés, F. (2015). La agricultura y los ODS. *Diario El País*. Madrid, España. Recuperado de: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2015/11/19/empresas/1447963422_115634.html
- Crespo-Herrera, L. A., & Ortiz, R. (2015). Plant breeding for organic agriculture: Something new? *Agriculture and Food Security*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40066-015-0045-1>
- De Coninck, B., Timmermans, P., Vos, C., Cammue, B. P. A., & Kazan, K. (2015). What lies beneath: Belowground defense strategies in plants. *Trends in Plant Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84922721302&doi=10.1016%2Fj.tplants.2014.09.007&partnerID=40&md5=88c5a8ecce9a3493e363334355100966>
- Díaz-Bonilla, E., Saini, E., Henry, G., Creamer, B., & Trigo, E. (2014). Tendencias Estratégicas Mundiales e Investigación y Desarrollo Agrícola en América Latina y el Caribe: Un Marco para Análisis. (E. Díaz-Bonilla, E. Saini, H. Guy, B. Creamer, & E. Trigo, Eds.) (CIAT No. 4). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. Recuperado a partir de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/TENDENCIAS_ESTRATEGICAS_MUNDIALES_E_ID_AGRICOLA_EN_ALC_lowres.pdf
- DNP (2018). Las 16 grandes apuestas de Colombia para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Portal web Departamento Nacional de Planeación. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Las-16-grandes-apuestas-de-Colombia-para-cumplir-los-Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible.aspx>
- FAO. (2019). Un llamado a la Transformación: Agricultura Sostenible y resiliente para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado 31 de agosto de 2019, a partir de <http://www.fao.org/americas/eventos/ver/es/c/1187090/>
- Fekih, R., Takagi, H., Tamiru, M., Abe, A., Natsume, S., Yaegashi, H., ... Terauchi, R. (2013). MutMap+: Genetic Mapping and Mutant Identification without Crossing in Rice. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84879999401&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0068529&partnerID=40&md5=d88396abfa0c5286a3ec585f02828e2c>
- Galili, G., & Amir, R. (2013). Fortifying plants with the essential amino acids lysine and methionine to improve nutritional quality. *Plant Biotechnology Journal*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84873202247&doi=10.1111%2Fpbi.12025&partnerID=40&md5=61ad44c02069b065f59c1f881c38979d>
- Gathala, M. K., Kumar, V., Sharma, P. C., Saharawat, Y. S., Jat, H. S., Singh, M., ... Ladha, J. K. (2013). Reprint of «Optimizing intensive cereal-based cropping systems addressing current and future drivers of agricultural change in the Northwestern Indo-Gangetic Plains of India». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187, 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.011>
- Gekenidis, M.-T., Qi, W., Hummerjohann, J., Zbinden, R., Walsh, F., & Drissner, D. (2018). Antibiotic-resistant indicator bacteria in irrigation water: High prevalence of extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing *Escherichia coli*. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207857>
- Gelaw, A. M., Singh, B. R., & Lal, R. (2015). Organic Carbon and Nitrogen Associated with Soil Aggregates and Particle Sizes Under Different Land Uses in Tigray, Northern Ethiopia. *Land Degradation and Development*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924278811&doi=10.1002%2Fldr.2261&partnerID=40&md5=2ea63d5cc2c30f661858515790219de1>
- Giller, K. E., Andersson, J. A., Corbeels, M., Kirkegaard, J., Mortensen, D., Erenstein, O., & Vanlauwe, B. (2015). Beyond conservation agriculture. *Frontiers in Plant Science*. Recuperado a partir de

- <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84947417164&doi=10.3389%2Ffpls.2015.00870&partnerID=40&md5=86f0e5fd0ea85c6aa6ce2c55e8b69c6e>
- Gourdji, S., Läderach, P., Valle, A. M., Martinez, C. Z., & Lobell, D. B. (2015). Historical climate trends, deforestation, and maize and bean yields in Nicaragua. *Agricultural and Forest Meteorology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84912083610&doi=10.1016%2Fj.agrformet.2014.10.002&partnerID=40&md5=87136fd7c6e458e01deb669a405b4bb5>
- Halinski, R., Dos Santos, C. F., Kaehler, T. G., & Blochtein, B. (2018). Influence of wild bee diversity on canola crop yields. *Sociobiology*, 65(4), 751-759. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3467>
- Heubes, J., Schmidt, M., Stuch, B., García Márquez, J. R., Wittig, R., Zizka, G., ... Hahn, K. (2013). The projected impact of climate and land use change on plant diversity: An example from West Africa. *Journal of Arid Environments*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84878126998&doi=10.1016%2Fj.jaridenv.2013.04.008&partnerID=40&md5=bb4c7558005c60cbe4a0eae6aa038e6a>
- IDEAM, & Observatorio de Ciencia y tecnología. (2016). *Cienciometría del cambio climático en Colombia*. Bogotá.
- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924566033&doi=10.1016%2Fj.cropro.2015.03.004&partnerID=40&md5=68e0bc75e9561c731a7727cfcea33496>
- Jat, M. L., Gathala, M. K., Saharawat, Y. S., Tatarwal, J. P., Gupta, R., & Yadvinder-Singh. (2013). Double no-till and permanent raised beds in maize-wheat rotation of north-western Indo-Gangetic plains of India: Effects on crop yields, water productivity, profitability and soil physical properties. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84879541785&doi=10.1016%2Fj.fcr.2013.04.024&partnerID=40&md5=241fc1408a386d0f27e77921b6339094>
- Jat, R. K., Sapkota, T. B., Singh, R. G., Jat, M. L., Kumar, M., & Gupta, R. K. (2014). Seven years of conservation agriculture in a rice-wheat rotation of Eastern Gangetic Plains of South Asia: Yield trends and economic profitability. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84903585208&doi=10.1016%2Fj.fcr.2014.04.015&partnerID=40&md5=6f265796275a98e5315c5a78c50a82c4>
- Jiang, W.-B., Huang, H.-Y., Hu, Y.-W., Zhu, S.-W., Wang, Z.-Y., & Lin, W.-H. (2013). Brassinosteroid regulates seed size and shape in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84881019749&doi=10.1104%2Fpp.113.217703&partnerID=40&md5=8bbc599c4c75d7929ab9e0d1c4027f3c>
- Kahlon, M. S., Lal, R., & Ann-Varughese, M. (2013). Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. *Soil and Tillage Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84867770915&doi=10.1016%2Fj.still.2012.08.001&partnerID=40&md5=cd368c7577cf88d98b9d0aa1c591a4b9>
- Kamthan, A., Chaudhuri, A., Kamthan, M., & Datta, A. (2015). Small RNAs in plants: Recent development and application for crop improvement. *Frontiers in Plant Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84928169088&doi=10.3389%2Ffpls.2015.00208&partnerID=40&md5=08ce76bb300925f9393bd49f0e0c246>
- Khan, K., Lu, Y., Khan, H., Ishtiaq, M., Khan, S., Waqas, M., ... Wang, T. (2013). Heavy metals in agricultural soils and crops and their health risks in Swat District, northern Pakistan. *Food and Chemical Toxicology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84879297128&doi=10.1016%2Fj.fct.2013.05.014&partnerID=40&md5=234e1f29879b57e3a55a9c2683894aa3>
- Khoury, C. K., Greene, S., Wiersema, J., Maxted, N., Jarvis, A., & Struik, P. C. (2013). An inventory of crop wild relatives of the United States. *Crop Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

- 84878768675&doi=10.2135%2Fcrops.2012.10.0585&partnerID=40&md5=6a87462ee3220841fb42954cc21c1699
- Klemm, T., & McPherson, R. A. (2017). The development of seasonal climate forecasting for agricultural producers. *Agricultural and Forest Meteorology*, 232, 384-399. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.09.005>
- Kumar, V., Saharawat, Y. S., Gathala, M. K., Jat, A. S., Singh, S. K., Chaudhary, N., & Jat, M. L. (2013). Effect of different tillage and seeding methods on energy use efficiency and productivity of wheat in the Indo-Gangetic Plains. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84871862637&doi=10.1016%2Fj.fcr.2012.11.013&partnerID=40&md5=aace546d3e72a00f61e9bbe3a17434b5>
- Lal, R. (2013). Food security in a changing climate. *Ecohydrology and Hydrobiology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84882449073&doi=10.1016%2Fj.ecohyd.2013.03.006&partnerID=40&md5=b1da2a4a3adfb91b6c6abb6972c8bd8a>
- Lenka, N. K., & Lal, R. (2013). Soil aggregation and greenhouse gas flux after 15 years of wheat straw and fertilizer management in a no-till system. *Soil and Tillage Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84867835361&doi=10.1016%2Fj.still.2012.08.011&partnerID=40&md5=dbe47043eb52020766653d68c66fb42c>
- Li, Y., Chang, S. X., Tian, L., & Zhang, Q. (2018). Conservation agriculture practices increase soil microbial biomass carbon and nitrogen in agricultural soils: A global meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 121, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.02.024>
- Liebig, T., Jassogne, L., Rahn, E., Läderach, P., Poehling, H.-M., Kucel, P., ... Avelino, J. (2016). Towards a collaborative research: A case study on linking science to farmers' perceptions and knowledge on Arabica Coffee Pests and Diseases and Its Management. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84983734655&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0159392&partnerID=40&md5=51b4c882995058148b4d836ad01865ec>
- López, A., Gómez, M. I., & Rodríguez, L. E. (2014). Effect of edaphic and foliar applications of different doses of zinc on the yield of the Criolla Colombia cultivar. *Agronomía Colombiana*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84901017250&doi=10.15446%2Fagron.colomb.v32n1.38673&partnerID=40&md5=f836fb76191fe6eac6f54ff612314f71>
- Lorenz, K., & Lal, R. (2014). Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899110089&doi=10.1007%2Fs13593-014-0212-y&partnerID=40&md5=838e55eacf12d6bfd57c62aee7ea3efa>
- Mahajan, G., Chauhan, B. S., & Gill, M. S. (2013). Dry-seeded rice culture in Punjab State of India: Lessons learned from farmers. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84874403219&doi=10.1016%2Fj.fcr.2013.01.008&partnerID=40&md5=2cb0b22c393d1a35b63327607c65bd>
- Marulanda, C. E., Hernández, A., & López, M. (2016). Vigilancia Tecnológica para Estudiantes Universitarios. El Caso de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. *Formación Universitaria*, 9(2), 17-27. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000200003>
- Mateos, F., & Rodríguez, S. (2014). Tendencias en el Sector Agrícola. (M. & C. CLarke, Ed.), Informe de vigilancia tecnológica. Madrid. Recuperado a partir de www.eoi.es
- Materechera, S. A. (2014). Influence of agricultural land use and management practices on selected soil properties of a semi-arid savanna environment in South Africa. *Journal of Arid Environments*, 102, 98-103. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.11.012>
- Mishra, A. K., Aggarwal, P., Bhattacharyya, R., Das, T. K., Sharma, A. R., & Singh, R. (2015). Least limiting water range for two conservation agriculture cropping systems in India. *Soil and Tillage Research*, 150, 43-56. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.01.003>
- Nascente, A. S., Crusciol, C. A. C., & Cobucci, T. (2013). The no-tillage system and cover crops-Alternatives to increase upland rice yields. *European Journal of Agronomy*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84871753047&doi=10.1016%2Fj.eja.2012.09.004&partnerID=40&md5=da5f66f1c89f934dd78b7cd730b303d0>

- Neher, D. A., Weicht, T. R., Bates, S. T., Leff, J. W., & Fierer, N. (2013). Changes in bacterial and fungal communities across compost recipes, preparation methods, and composting times. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84894331132&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0079512&partnerID=40&md5=cb20e04dd1f0406dc7be0118c9a aa39c>
- Ortiz, E. y Nagles, N. (2014). *Gestión de Tecnología e Innovación. Teoría, proceso y práctica*. Ediciones Universidad EAN. Bogotá. <https://doi.org/10.21158/9789587562552>
- Parry, M. A. J., Andralojc, P. J., Scales, J. C., Salvucci, M. E., Carmo-Silva, A. E., Alonso, H., & Whitney, S. M. (2013). Rubisco activity and regulation as targets for crop improvement. *Journal of Experimental Botany*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84875734663&doi=10.1093%2Fjxb%2Fers336&partnerID=40&md5=41936e3131f7a341dde0f35f25cc27e7>
- Plaza-Bonilla, D., Nogué-Serra, I., Raffaillac, D., Cantero-Martínez, C., & Justes, É. (2018). Carbon footprint of cropping systems with grain legumes and cover crops: A case-study in SW France. *Agricultural Systems*, 167, 92-102. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.09.004>
- Poppy, G. M., Chiotha, S., Eigenbrod, F., Harvey, C. A., Honzák, M., Hudson, M. D., ... Dawson, T. P. (2014). Food security in a perfect storm: Using the ecosystem services framework to increase understanding. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84894103415&doi=10.1098%2Frstb.2012.0288&partnerID=40&md5=b97aafc2846faa084391231f66148af2>
- Powelson, D. S., Stirling, C. M., Thierfelder, C., White, R. P., & Jat, M. L. (2016). Does conservation agriculture deliver climate change mitigation through soil carbon sequestration in tropical agro-ecosystems? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84955240975&doi=10.1016%2Fj.agee.2016.01.005&partnerID=40&md5=484cb012e6547a76bd80a258ce6cef a9>
- Ramirez-Villegas, J., Jarvis, A., & Läderach, P. (2013). Empirical approaches for assessing impacts of climate change on agriculture: The EcoCrop model and a case study with grain sorghum. *Agricultural and Forest Meteorology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84872918107&doi=10.1016%2Fj.agrformet.2011.09.005&partnerID=40&md5=8e3e52c2391febce3b9581286 6bbe577>
- Rasmussen, L. V., Watkins, C., & Agrawal, A. (2017). Forest contributions to livelihoods in changing agriculture-forest landscapes. *Forest Policy and Economics*, 84, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.04.010>
- Reynolds, M., Kropff, M., Crossa, J., Koo, J., Kruseman, G., Molero Milan, A., ... Vadez, V. (2018). Role of modelling in international crop research: Overview and some case studies. *Agronomy*, 8(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy8120291>
- Ruthes, S., & da Silva, C. (2015). O uso de estudos prospectivos na análise de políticas públicas: uma análise bibliométrica. En XVI Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica – ALTEC 2015. Porto Alegre, Brasil: Asociación Latino Iberoamericana de Gestión Tecnológica ALTEC.
- Sanseverino, W., Hénaff, E., Vives, C., Pinosio, S., Burgos-Paz, W., Morgante, M., ... Casacuberta, J. M. (2015). Transposon insertions, structural variations, and SNPs contribute to the evolution of the melon genome. *Molecular Biology and Evolution*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84943377646&doi=10.1093%2Fmolbev%2Fmsv152&partnerID=40&md5=a75753183450c12b67c69ed9d030 a2c9>
- Shewry, P. R., Hawkesford, M. J., Piironen, V., Lampi, A.-M., Gebruers, K., Boros, D., ... Ward, J. L. (2013). Natural variation in grain composition of wheat and related cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84883738688&doi=10.1021%2Fjf3054092&partnerID=40&md5=55adc06fabffad03c63b9ea79f2b2b8a>
- Shikuku, K. M., Valdivia, R. O., Paul, B. K., Mwangera, C., Winowiecki, L., Läderach, P., ... Silvestri, S. (2017). Prioritizing climate-smart livestock technologies in rural Tanzania: A minimum data approach. *Agricultural Systems*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85006489310&doi=10.1016%2Fj.agsy.2016.06.004&partnerID=40&md5=074070b12f697771eb04b603b656d9d1>
- Tittonell, P., & Giller, K. E. (2013). When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de

- <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84875530000&doi=10.1016%2Fj.fcr.2012.10.007&partnerID=40&md5=f19d9dd758165571e04a2561bc1098b0>
- Van Wart, J., Grassini, P., Yang, H., Claessens, L., Jarvis, A., & Cassman, K. G. (2015). Creating long-term weather data from thin air for crop simulation modeling. *Agricultural and Forest Meteorology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84961287966&doi=10.1016%2Fj.agrformet.2015.02.020&partnerID=40&md5=78eea31c95ce68f46eb23f7ff9684e50>
- Vanlauwe, B., Wendt, J., Giller, K. E., Corbeels, M., Gerard, B., & Nolte, C. (2014). A fourth principle is required to define Conservation Agriculture in sub-Saharan Africa: The appropriate use of fertilizer to enhance crop productivity. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84888198563&doi=10.1016%2Fj.fcr.2013.10.002&partnerID=40&md5=767add1e23f42d1e7592dfef621ac6b8>
- Varshney, R. K., Thudi, M., Pandey, M. K., Tardieu, F., Ojiewo, C., Vadez, V., ... Bergvinson, D. (2018). Accelerating genetic gains in legumes for the development of prosperous smallholder agriculture: Integrating genomics, phenotyping, systems modelling and agronomy. *Journal of Experimental Botany*, 69(13), 3293-3312. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery088>
- Woodcock, B. A., Edwards, M., Redhead, J., Meek, W. R., Nuttall, P., Falk, S., ... Pywell, R. F. (2013). Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84876723477&doi=10.1016%2Fj.agee.2013.03.005&partnerID=40&md5=f187f26c54eb6086a5daf40bdd3104f1>
- Xiao, D., & Tao, F. (2014). Contributions of cultivars, management and climate change to winter wheat yield in the North China Plain in the past three decades. *European Journal of Agronomy*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84888371696&doi=10.1016%2Fj.eja.2013.09.020&partnerID=40&md5=acdac355bf33dea6d672832cbf6b9785>

Vinculación gobierno-academia-sector productivo en Brasil: el caso de la convocatoria pública MCTI/CNPq-ISTPCanada n°19/2012.¹

Silmary J. Gonçalves-Alvim
Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico-CNPq
silmaryalvim@uol.com.br

André Tortato Rauen
Instituto de Investigación Económica Aplicada-IPEA
andre.rauen@ipea.gov.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo avaliar a interação do CNPq, uma agência de fomento do governo brasileiro, com outros elementos do Sistema Nacional de Inovação, sob a perspectiva do modelo de tripla hélice. A partir da avaliação de resultados dos projetos aprovados na Chamada Pública MCTI/CNPq/ISTP Canadá n°19/2012 e da utilização de indicadores amplamente conhecidos, pretende-se identificar a relevância desse modelo em uma ação do CNPq e identificar quais as contribuições dos projetos aprovados ao Sistema Nacional de Inovação. Alguns indicadores de interação com empresas foram apresentados e analisados, ressaltando os resultados obtidos a partir do modelo de Tripla Hélice.

Palavras chaves

avaliação de resultados, CNPq, modelo de tripla hélice, sistema nacional de inovação.

1. Introducción

Al reconocer que la innovación es un proceso acumulativo y interactivo, varios autores (e.g., Etzkowitz, 1994; Freeman, 1987; Lundvall, 1985; Sutz, 1997) propusieron los sistemas nacionales de innovación (SNI), como un arreglo organizacional más evolucionado para promover las relaciones entre la academia, el gobierno y el sistema de producción y comprender las asimetrías de conocimiento e innovación entre las diferentes realidades (Ávila et al., 2010).

De los modelos más difundidos de interacción entre los agentes del proceso de innovación, el de la Triple Hélice, propuesto por Etzkowitz (1994), prevé que la interacción entre universidad-industria-gobierno es fundamental para crear condiciones para la innovación en la economía del conocimiento. De acuerdo con este modelo, la industria debe actuar en la esfera de la producción, el gobierno debe especializarse en la esfera institucional, creando, por ejemplo, un ambiente de negocios favorable y proporcionando aporte de recursos, y la universidad debe concentrarse en la generación de conocimientos y tecnologías.

De acuerdo con Bueno (2017), a lo largo del tiempo este concepto ha avanzado en la dirección de que haya una mayor intersección en el papel de cada institución con la innovación haciéndose más amplia e involucrando todas las esferas, de modo sistémico. De ese modo, la investigación académica crecientemente se relaciona con el avance industrial y con la política de desarrollo gubernamental. El gobierno se convierte entonces en un socio en el proceso de

¹ Este estudio contiene parte del trabajo final del curso sobre Gestión en Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CT&I) realizado por el primer autor en la Escuela de Administración Pública (ENAP).

elaboración de políticas industriales, ya que tales políticas son resultados de interacciones entre los agentes componentes de la Triple Hélice. En este sentido, Gama Mota (1999) enfatiza además que el gobierno debe ser el responsable de fomentar políticas públicas que incentiven el proceso de innovación, así como por gran parte del financiamiento necesario para la realización de investigaciones. En el modelo de la Triple Hélice, el gobierno debe asumir un papel preponderante en el estímulo y implementación de acciones y leyes, así como en la creación de mecanismos considerados fundamentales al proceso de cooperación.

Entre las iniciativas nacionales más robustas, que consideran el modelo de la triple hélice, ejecutadas por el CNPq, están los Programas de Formación de Recursos Humanos en Áreas Estratégicas (RHAE), creado en 1987, y de los Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología (INCTs), que se creó en 2008. Mientras el Programa RHAE utiliza un conjunto de modalidades de becas de fomento tecnológico, especialmente creado para agregar personal altamente calificado en actividades de I&D en las empresas, los INCTs movilizan y agregan los mejores grupos de investigación en áreas de frontera de la ciencia y en áreas estratégicas para el desarrollo sostenible del país, así como estimulan el desarrollo de investigación científica y tecnológica de punta asociada a aplicaciones para promover la innovación y el espíritu emprendedor, en estrecha articulación con empresas innovadoras, en las áreas del Sistema Brasileño de Tecnología (Sibratec). En los últimos años se han realizado algunas acciones más puntuales, nacionales e internacionales con énfasis en este modelo, algunas convocatorias públicas más recientes incluyen el Programa Start-Up Brasil en asociación con la Secretaría de Políticas de Informática del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (SEPIN/MCTIC); y iniciativas en asociación con SWISSNEX Brasil, empresas VALE S.A y Petrogal S.A.

Este también fue el caso de la Convocatoria Pública MCTI/CNPq-ISTPCanada n° 19/2012 en colaboración con las "Asociaciones Internacionales en Ciencia y Tecnología de Canadá" (International Science and Technology Partnerships Canada - ISTP/Canada). Esta convocatoria tuvo como objetivo general apoyar proyectos conjuntos de investigación en el ámbito de la Cooperación CNPq-ISTPCanada, con el objetivo de intensificar y promover nuevas alianzas entre los sectores industrial, académico y de investigación entre Brasil y Canadá. Además, estableció que los proyectos a ser financiados deberían: i) atender a una necesidad específica o demanda del mercado; ii) demostrar potencial comercial, y iii) proporcionar beneficios a todos los participantes y, más concretamente, a los dos países que financiaron las iniciativas. Por lo tanto, se trata de una acción del CNPq elaborada a partir del modelo de triple hélice, cuyos proyectos ya finalizaron, y sus resultados están disponibles para una evaluación a medio plazo. Por este motivo fue seleccionada como objeto de estudio de este trabajo.

Este artículo tiene por objeto analizar la interacción del CNPq con otros elementos del Sistema Nacional de Innovación, bajo la perspectiva del modelo de la triple hélice. A partir de la evaluación de resultados de los proyectos aprobados en la convocatoria pública MCTI/CNPq/ISTP Canadá n° 19/2012, se pretende identificar la relevancia de ese modelo en esta acción reciente del CNPq y verificar cuáles son las contribuciones de los proyectos aprobados al SNI.

2. Metodología

2.1 Historia y caracterización de la convocatoria MCTI/CNPq-ISTPCanada n° 19/2012

El Acuerdo Marco² Brasil-Canadá para la Cooperación en Ciencia, Tecnología e Innovación (CT&I), ratificado en 2010, marcó el inicio de una nueva etapa en la colaboración

entre Brasil y Canadá con el objetivo de servir como catalizador para el fomento a la innovación en áreas de interés y especialización comunes. El Comité Conjunto para la Cooperación en CT&I Brasil-Canadá (2012), reunido por primera vez en junio de 2011, llegó a un consenso de que juntos, los dos países podrían extraer valor social y comercial de los esfuerzos de cooperación, en beneficio de ambas economías nacionales. La elaboración de un Plan de Trabajo permitió que Brasil y Canadá explorasen de manera amplia la oportunidad derivada de la creación de una agenda de cooperación en la que representantes del gobierno, de la academia y del sector privado pudieran colaborar de manera consistente y completa.

A través de sus grupos de trabajo sectoriales, el Comité estableció que las oportunidades para los esfuerzos conjuntos deberían ocurrir en cuatro áreas específicas que están directamente ligadas a las estrategias de CT&I de los dos países, a saber:

i) Ciencias de la vida (CV), con especial énfasis en el desarrollo de herramientas de diagnóstico, productos farmacéuticos y biofarmacéuticos relativos a enfermedades neurodegenerativas e infecciosas;

ii) Ciencia y Tecnología para los Océanos (CTO), incluyendo tecnología de sensores de última generación y plataformas oceánicas, sistemas de observación oceánica y costera y tecnologías de gestión de datos;

iii) Energías renovables y las tecnologías limpias (ERTL), con énfasis en el desarrollo de recursos hidroeléctricos y de hidrógeno, redes inteligentes (*smart grid*), minería verde y la introducción de nanotecnología para la energía verde;

iv) Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), con énfasis en la computación en nube (*cloud computing*), redes de banda ancha inalámbrica y tecnologías de juegos.

Se propuso una agenda conjunta que incluía, entre otras actividades específicas, los lanzamientos de Convocatorias Públicas tanto por el CNPq como en cooperación con algunas Fundaciones de Amparo a la Investigación Estaduales, como las de los Estados de Minas Gerais (FAPEMIG) y de São Paulo (FAPESP).

En la esfera del CNPq, la convocatoria pública 19/2012 pretendía apoyar proyectos conjuntos de investigación en el ámbito de la cooperación internacional bilateral Brasil-Canadá. Se destinaron cerca de cinco millones de reales (\$ 2.5 millones de dólares) para la financiación de los proyectos aprobados en dicha convocatoria, provenientes de cuatro fuentes diferentes del gobierno federal, según detalle en la Figura 1. Después del plazo de presentación en la convocatoria, las propuestas siguieron las etapas de evaluación *ex ante* del CNPq, ya ampliamente conocidas: análisis de los criterios de elegibilidad por los técnicos, evaluación por consultores *ad hoc* y por el Comité Temático - formado por los expertos en las diversas áreas de conocimiento contempladas en la convocatoria, que realizaron la clasificación de las propuestas e indicaron aquellas prioritarias, dentro del límite de recursos financieros disponibles en la acción, para ser aprobadas por la Dirección Ejecutiva del CNPq.

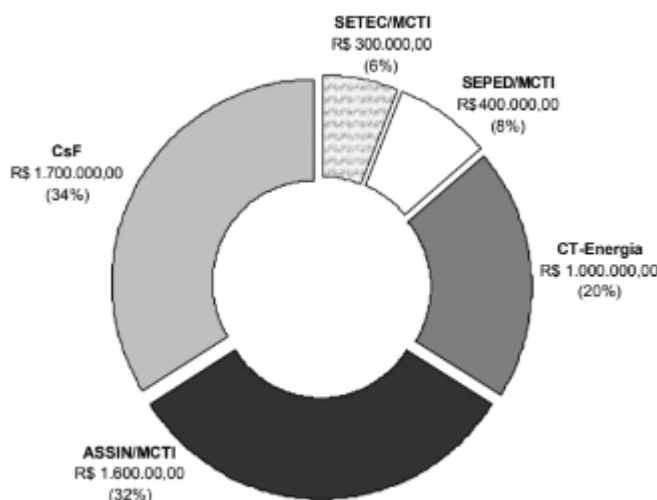
Los criterios utilizados para la evaluación *ex ante* de las propuestas presentadas

² El Acuerdo Marco o Acuerdo Básico es el instrumento firmado entre Brasil y un gobierno extranjero u organismo internacional, debidamente aprobado por el Consejo Nacional, y que da apoyo formal a la ejecución de programas y proyectos de cooperación (BRASIL, 2014)

incluyeron: a) mérito científico y originalidad; b) el potencial para la explotación y/o la comercialización de los resultados; c) experiencia y calificación de los investigadores; d) claridad y concisión de los objetivos de la investigación; e) beneficios e investigaciones conjuntas futuras que podrían resultar de la cooperación; y f) participación en el equipo del proyecto de científicos al inicio de su carrera y oportunidad de intercambio.

Los proyectos de investigación desarrollados por las instituciones de investigación científica, tecnológica y de innovación (ICTs) tenían una previsión de plazo de hasta 36 meses (2012-2015), siendo el valor máximo por proyecto establecido de cuatrocientos mil reales, para gastos con artículos permanentes, costes y becas en Canadá. En la Figura 1, la mayor parte de los recursos fueron destinados a becas por el Programa Ciencia sin Fronteras (34% de los recursos), el resto se originó a partir de los presupuestos federales de la Asesoría de Asuntos Internacionales (32%) del antiguo Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), de la Secretaría de Desarrollo Tecnológico e Innovación del Fondo Sectorial de Energía (20%), de la Secretaría de Políticas y Programas de Investigación y Desarrollo/MCTI (8%) y de la Secretaría de Desarrollo Tecnológico e Innovación/MCTIC (6%).

Figura 1 - Distribución por fuente de los recursos públicos federales (en reales) disponibles para la Convocatoria 19/2012.



Nota: CsF = Programa Ciencia sin Fronteras; ASSIN/MCTI = Asesoramiento de Asuntos Internacionales del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; SEPED/MCTI = Secretaria de Políticas y Programas de Investigación y Desarrollo; SETEC/MCTI = Secretaría de Desarrollo Tecnológico e Innovación; y CT-Energía = Fondo Sectorial de Energía.

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Obtención de datos

Además de la investigación bibliográfica sobre el tema, se realizó un levantamiento de los datos existentes y disponibles en el CNPq sobre los proyectos aprobados en la convocatoria 19/2012 y de los resultados generados. Todos los informes parciales y finales de los proyectos enviados al CNPq por los 17 coordinadores de los proyectos aprobados, referentes al período 2013-2018, fueron analizados y las informaciones confrontadas y complementadas con aquellas descritas en el Curriculum Vitae (CV) Lattes hasta la fecha de 09 de octubre de 2018.

En la evaluación de resultados (Furtado et al., 2008, Rauen et al., 2013, Castro et al., 2016) fue adoptada una perspectiva ex post y evaluadas las contribuciones de cada proyecto de investigación en las diferentes áreas de conocimiento (CV, CTO, ERTL y TIC), verificándose los datos sólo de aquellos proyectos aprobados que indicaron la vinculación de una o más empresas durante la presentación de la propuesta o presentaron algún grado de interacción con empresas durante el período analizado (2013-2018), verificada por medio de los *outputs* generados por los proyectos. Asimismo, se accedió a los documentos enviados al CNPq, los cuales fueron analizados, incluyendo planes de los trabajos y CV *Lattes* de todos los becarios de las modalidades ofrecidas en la Convocatoria 19/2012, a saber: Prácticas profesionales en el Exterior- SPE (sustituida por la modalidad Desarrollo Tecnológico e Innovación en el Exterior - DEJ), Post-Doctorado en el Exterior -PDE y Doctorado-sándwich en el Exterior - SWE.

3. Resultados y Discusión

La evaluación de resultados e impactos de la investigación es un tema relevante en el área de política y gestión de CT&I, siendo fundamentales para el aprendizaje colectivo de los actores involucrados con la investigación en evaluación, así como para la toma de decisiones relacionadas con la planificación y gestión de las mismas (Furtado *et al.*, 2008). Entre los resultados obtenidos por los proyectos investigados, fue posible registrar un total de 186 artículos publicados en revistas indexadas, 440 trabajos publicados y presentados en eventos nacionales e internacionales, 20 capítulos de libros, 2 libros y 2 manuales técnicos (Tabla 1).

Tabla 1 - Indicadores de resultados de la convocatoria MCTI / CNPq-ISTPCanada n° 19/2012, en el periodo de 2013-2018 (n=17).

Áreas	NA	NTE	NL	NCL	MT	COA	COE	NPE	NCE
ERTL	61	154	1	3	1	7	7	1	0
CV	46	97	0	2	0	11	13	0	0
TIC	54	149	1	7	0	36(31*)	36(33*)	2	4
CTO	25	40	0	8	1	1	4	3	8
Total	186	440	2	20	2	55	60	6	12

Nota: NA = número de publicaciones en revistas; NTE = número de publicaciones en anales de eventos; NL = número de libros publicados; NCL = número de capítulos de libros publicados; MT = número de manuales técnicos; COA = n° de coautorías (colaboraciones) con el investigador canadiense (s) en artículos; COE = coautorías (colaboraciones) con el investigador (s) canadiense (s) en eventos; NPE = n° de proyectos en alianzas con las empresas indicadas en la propuesta inicial; NCE = número total de coautorías (colaboraciones en artículos y publicaciones en anales de eventos) con empresas indicadas en la propuesta.

* Valores encontrados para un solo proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente, entre los 14 proyectos presentados en la Convocatoria 19/2012, se aprobaron seis proyectos que indicaron vinculación con empresas (Tabla 1). Entre los proyectos aprobados, sólo el área de CV no indicó vinculación con empresas en la propuesta inicial. Además, las áreas de TIC y CTO presentaron publicaciones conjuntas con una o dos empresas indicadas en la propuesta (Tabla 1). Conforme la Tabla 1, se encontraron 12

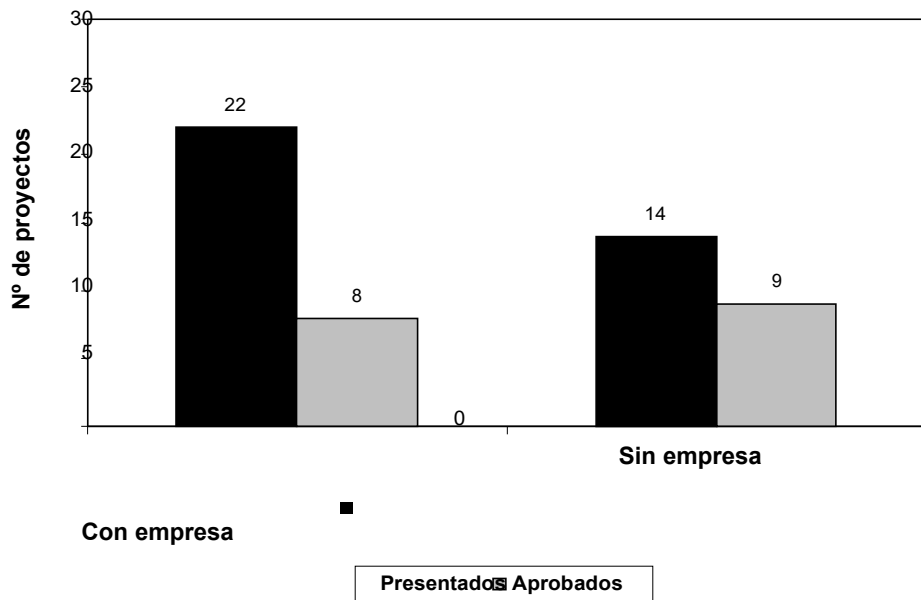
colaboraciones en artículos y publicaciones en anales de eventos, evidenciando la importancia del modelo de la triple hélice para las áreas mencionadas, inclusive involucrando empresas canadienses.

Sin embargo, al concluir la ejecución de la acción en 2018, se constató, por medio de los documentos enviados al CNPq y de la realización de averiguaciones en el CV Lattes de los investigadores brasileños, que otros tres proyectos aprobados (total de 9) presentaron algún tipo de interacción con el sector productivo identificada en forma de colaboración en artículos publicados en revistas, capítulos de libros y trabajos presentados y publicados en anales de eventos (Figura 2). La Tabla 2 señala algunos indicadores que evidencian esas interacciones.

Webster y Etzkowitz (1991 es citado en Dagnino, 2003) señalan algunos motivos que explicarían la ampliación de las relaciones entre empresas e instituciones de investigación:

- a) el coste creciente de la investigación asociada al desarrollo de productos y servicios necesarios para asegurar posiciones ventajosas en un mercado cada vez más competitivo;
- b) la necesidad de compartir el costo y el riesgo de las investigaciones precompetitivas con otras instituciones que disponen de apoyo financiero gubernamental;
- c) elevado ritmo de introducción de innovaciones en el sector productivo y la reducción del intervalo de tiempo que transcurre entre la obtención de los primeros resultados de investigación y su aplicación; y
- d) disminución de los recursos gubernamentales para investigación en sectores antes profusamente fomentados. (p. 272)

Figura 2 - Datos sobre las demandas total y aprobada de la convocatoria MCTI / CNPq-ISTPCanada n° 19/2012.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, de acuerdo con De Negri (2018) sólo el 7% de las patentes solicitadas al Instituto de Propiedad Intelectual (INPI) son realizadas por empresas instaladas en el país, hecho que repercute en lo que se considera una de las principales debilidades de nuestro SNI: la baja actividad innovadora y de registro de patentes de las empresas brasileñas. Como se

puede evidenciar por los resultados derivados de los proyectos realizados, en cierto modo, la Convocatoria 19/2012 contribuyó a modificar ese cuadro, pues cerca de 8 empresas presentaron algún grado de participación con los proyectos aprobados, siendo producidas 12 publicaciones en colaboración con los coordinadores y miembros del equipo de estos proyectos. Además, esos números casi se triplicaron cuando se consideran las empresas que participaron en la ejecución de los proyectos, independientemente de que fueron indicadas en la presentación de las propuestas. Se identificaron 18 alianzas, que rindieron 32 publicaciones durante el período investigado (Tabla 2).

Además, es importante señalar que las dos solicitudes de depósito de patentes y una de registro de software tienen relación directa con los resultados de los proyectos aprobados en la convocatoria 19/2012, apuntando a un alto impacto económico y social futuro. Estos resultados corroboran la creciente importancia del conocimiento generado en universidades e instituciones de investigación para la promoción de la innovación y, consecuentemente, aumento de la competitividad empresarial (Freeman, 1995; Perez, 2013), así como para ampliar el papel de las TIC en la sociedad, que es, en gran medida, la responsable del mantenimiento de esas instituciones (Dagnino, 2003).

Tabla 2 - Resultados de los proyectos aprobados en la convocatoria MCTI / CNPq-ISTPCanada n° 19/2012 que presentaron vinculación con empresas, en el período de 2013-2018 (n=9).

Áreas	NP	NE	NTP	NCE	NCO	NTC
ERTL	1	6	7	0	3	3
CV	0	2	2	0	7	7
TIC	3	1	4	4	9	13
CTO	4	1	5	8	1	9
Total	8	10	18	12	20	32

Nota: NP = número de alianzas con empresas indicadas en la propuesta inicial; NE = número de alianzas con otras empresas; NTP = número total de alianzas con empresas; NCE = número de coautorías con las empresas indicadas en la propuesta inicial; NCO = número de coautorías con otras empresas; y NTC = número total de coautorías con empresas.

Fuente: Elaboración propia.

Brasil invierte en I&D aproximadamente el 1,24% de su Producto Interno Bruto (PIB), cerca del 42% corresponden a los desembolsos empresariales, siendo el resto de origen gubernamental (BRASIL, 2016). En los Estados Unidos, este valor es de aproximadamente el 70% (De Negri & Sequeff, 2014), mientras que en Corea del Sur, que invierte el 4,29% de su PIB en I&D, el esfuerzo realizado por el sector privado llega a casi el 80% (CNI, 2016). Martin y Torkomian (2001) también observaron una correlación positiva entre la inversión empresarial en I&D en los países seleccionados y el número de patentes depositadas.

Los resultados obtenidos en este trabajo apuntan que para cada patente producida por los proyectos aprobados en la Convocatoria 19/2012, hubo una inversión de cerca de 1,2 millones de dólares (alrededor de 2,5 millones de reales) por parte del gobierno brasileño, mientras que para cada artículo publicado (en revista o anales de los eventos), con el libro o el manual técnico se gastaron alrededor de 2 mil dólares (cerca de 5 mil reales), indicando que se necesitan menos inversiones para obtener resultados en C&T que en I&D. Sin embargo, no se puede verificar si hubo el llamado efecto de adicionalidad o de apalancamiento, como se

observa en el trabajo realizado por Avellar (2009), es decir, cuando las inversiones públicas estimulan a las empresas involucradas en los proyectos a ampliar sus gastos con innovación. Se sabe que las actividades de I&D son esenciales en la creación de nuevos productos y procesos, permitiendo además que las empresas puedan ajustarse a los cambios de mercado, manteniéndolas competitivas en el mundo globalizado y de constante avance tecnológico (Martín & Torkomian, 2001).

De acuerdo con Porto (2000), en el modelo de la triple hélice existen varias barreras, que pueden obstaculizar su progreso o incluso provocar su interrupción, siendo cuatro tipos de variables involucradas en las posibles barreras: i) Estructurales: naturaleza de la investigación "precompetitiva"; necesidad de confidencialidad; falta de administración de los proyectos de forma profesional en las universidades; altos costes implicados; aumento de incertidumbres debido a la falta de política institucional clara de relación con el ambiente externo; y falta de flexibilidad en los tres eslabones; ii) Motivacionales: existencia, por parte de las empresas de desconfianza; duda sobre el valor de la cooperación; los procedimientos que implican el acuerdo de cooperación se ven como exceso de trabajo; poca transparencia entre los participantes potenciales; aspectos culturales de los empresarios; y falta de tiempo por parte de la empresa debido a la presión de los negocios; iii) Procedimientos: técnicas de mercado inadecuadas; complejidad de los contratos a negociar; falta de experiencia en trabajos interdisciplinarios; distancia física y psicológica entre los involucrados en el proyecto; y barreras legales, inherentes a la contratación de transferencia de tecnología; y iv) Información: carencia de difusión de la información sobre la producción de los centros de investigación; falta de servicios técnicos complementarios, indispensables para que lleguen al mercado los resultados de la I&D; restricciones en cuanto a la disponibilidad de la información, libros y resultados de investigaciones.

Segatto (1996) apunta, como una de las principales barreras, la búsqueda del conocimiento fundamental por la universidad, enfocando la ciencia básica en vez de invertir también en lo desarrollo o la comercialización de productos/servicios. También afirma que esto implica, a menudo, en resultados que sólo se alcanzarán a largo plazo, mientras que algunas empresas no tienen esta disponibilidad de tiempo. Esta divergencia ha sido uno de los aspectos más discutidos en el medio académico, pues atenúa la participación del gobierno como fomentador del proceso innovador.

Ambos autores indican que esas barreras necesitan ser superadas y debe ocurrir la valoración de los factores facilitadores, que pueden crear un estímulo al surgimiento de nuevas alianzas. Neves (2015) señala además que la relación entre los actores de innovación (ICTs, empresa y gobierno) ofrece ventajas y complementación de actuación para todos y, consecuentemente, para el SNI, que a su vez involucra a otros participantes, como incubadoras, Núcleos de Innovación Tecnológica (NIT), Parques Tecnológicos, *startups*, y varios órganos del gobierno que necesitan tecnologías para ejercer sus funciones.

Cabe recordar que algunos cambios recientes en la legislación brasileña alteraron de manera positiva el marco que rige la colaboración entre ICTs y empresas en el país. La ley de innovación y sus últimas modificaciones permitieron un gran avance en el sentido de promover y estimular el mejor funcionamiento de los tres eslabones de la hélice. De Negri (2018) enfatiza que actualmente se permite que las ICTs puedan celebrar contratos de investigación o de prestación de servicios con empresas privadas, recibir por ello y remunerar a los investigadores que participan en esos contratos. Además, hubo la reglamentación para que profesores de universidades públicas, incluso en régimen de dedicación exclusiva, puedan

realizar actividades de consultoría, siempre que no perjudiquen el ejercicio de sus funciones.

Martin y Torkomian (2001) señalan que debido a la baja inversión del sector empresarial en I&D y ante el impacto que la globalización viene ejerciendo sobre las empresas, éstas están obligadas a mejorar su productividad y calidad invirtiendo en innovación, haciéndose fundamental la búsqueda de interacción o asociaciones con ICTs. En este contexto, las empresas ven en las ICTs, socios ideales, ya que la dimensión tecnológica, basada en el conocimiento científico y tecnológico, asume una importancia estratégica para el buen desempeño económico. Por lo tanto, buscan en las universidades o institutos de investigación recursos humanos calificados, soportes técnicos de excelencia y también acceso a los laboratorios, para acompañar la evolución del conocimiento en C & T. Según estos autores, el sector productivo es consciente de que un proceso de innovación sin capacitación tecnológica propia es inconcebible en la actual coyuntura, de donde deriva la importancia de la interacción con ICTs.

4. Conclusiones

En este trabajo, se constató que a pesar de existir un esfuerzo de las ICTs en formar profesionales calificados para el mercado y la creación de estructuras complejas dentro de las universidades, con el objetivo de aumentar la vinculación entre empresarios e investigadores, es innegable el relevante papel del gobierno federal por medio de acciones puntuales y programas de incentivo a estas alianzas. La evaluación de los resultados generados por la convocatoria 19/2012 permitió, de forma inédita, obtener un panorama general de una acción específica del CNPq envolviendo el modelo de triple hélice. Entre los principales resultados encontrados, se incluyen: la internacionalización de los grupos de investigación por medio de la participación de investigadores brasileños en proyectos conjuntos bilaterales, involucrando distintas universidades y empresas brasileñas y canadienses; la alta producción de conocimiento científico y tecnológico en las áreas definidas por el plan de acción Brasil-Canadá (2012); el aumento de la colaboración en las producciones en CT&I entre ICTs y empresas; y la generación de patentes y de nuevos *softwares*, atendiendo a los objetivos de la Convocatoria 19/2012.

Es importante señalar que, aún teniendo como principal foco la innovación, los proyectos aprobados en la convocatoria 19/2012 se encontraban en diferentes etapas de madurez tecnológica, incluyendo algunos en fase inicial de prospección de tecnologías y lejos del mercado, pasando por otros proyectos con un grado de madurez intermedia y promoción de desarrollo tecnológico, hasta aquellos más avanzados con aplicación de tecnologías y generación de patentes. Sin embargo, no se puede olvidar que el camino entre la producción de conocimiento por la universidad y su amplio aprovechamiento por la sociedad debe pasar necesariamente por el mercado y las empresas, como afirman Pérez (2013) y De Negri (2018), pues la innovación tecnológica es, eminentemente, desarrollada dentro de la empresa. Estas autoras argumentan que nuevas tecnologías son productos o servicios que deben llegar al mercado para que sean útiles a las personas y por lo tanto ninguna estrategia de desarrollo tecnológico podrá ser exitosa sin la implantación de un vigoroso sistema de investigación en el ambiente empresarial.

Además, quedó evidenciado que el CNPq, como agencia de fomento, ha cumplido su misión, y también ha actuado activamente como uno de los eslabones de la triple hélice al fomentar la investigación científica y tecnológica además de inducir la innovación, que son

aspectos fundamentais para garantir el mantenimiento del SNI. Sin embargo, fue verificado por los resultados de la Convocatoria 19/2012 que aún queda mucho por hacer en relación a la aproximación del sector productivo con las ICT's brasileñas. Los resultados obtenidos demostraron que este tipo de iniciativa, en algunos aspectos, se reveló como una novedad entre los actores del SNI y, por lo tanto, debería multiplicarse en otras agencias de fomento, con el fin de convertirse en una experiencia plenamente exitosa. Por lo tanto, los resultados de estos estudios tienen implicaciones directas tanto para el diseño de políticas de CT&I como para las organizaciones participantes.

5. Referencias

- Avellar, A. P. (2009). Impacto das políticas de fomento à inovação no Brasil sobre o gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas. *Estudos Econômicos*, 39 (3), 629-649.
- Ávila, L. B., Diniz, C. R., & Boostel, I. (2010). Empreendedorismo acadêmico no contexto da interação Universidade - Empresa - Governo. *Cadernos EBAPE*, 8 (4), 676-693.
- Brasil. (2014). Ministério das Relações Exteriores & Agência Brasileira de Cooperação. *Diretrizes para o desenvolvimento da cooperação técnica internacional multilateral e bilateral* (4ª ed, 180 pp.). Brasília, Brasil: Agência Brasileira de Cooperação, Ministério das Relações Exteriores.
- Brasil. (2016). Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). *Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação 2016–2022*. Brasília, Brasil: MCTIC.
- Bueno, N.P. (2017). Instituições e políticas para o desenvolvimento tecnológico regional na nova economia do conhecimento: uma análise para o Brasil utilizando o modelo da tripla hélice. *Revista Gestão & Tecnologia* 17 (4), 13-42.
- Castro, P.F.D.; Salles-Filho, S.L.M.; Bin, A. & Vonortas, N. (2016). Multidimensional evaluation framework for science technology and innovation instruments: GEOPI Impact Evaluation Approach. In *The Transformation of Research in the South: policies and outcomes*. Paris, Francia: IDRC/IFRIS/IRD/Universidade Paris Descartes/OECD.
- Comitê Conjunto Brasil-Canadá para Cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação. *Plano de Ação Inaugural* (Minuta el 23 de Abril de 2012). Recuperado de http://www.canadainternational.gc.ca/brazil-bresil/bilateral_relations_bilaterales/STIActionmPlan_PalnActionCSTI.aspx?lang=por/2/12
- Confederação Nacional da Indústria (2016). *Competitividade Brasil 2016: comparação com países selecionados*. Brasília, Brasil: CNI.
- Dagnino, R. (2003). A relação Universidade-Empresa no Brasil e o “Argumento da Tripla Hélice”. *Revista Brasileira de Inovação*, 2 (2), 267-307.
- Dauscha, R. (2011). A inovação na empresa: imperativo para uma mudança estratégica. In Sennes, R. U.; Brito Filho, A. (Org.). *Inovações tecnológicas no Brasil – desempenho, políticas e potencial*. São Paulo, Brasil: Cultura Acadêmica.
- De Negri, F. (2018). *Novos caminhos para a inovação no Brasil*. Wilson Center & Interfarma (Orgs). Washington, DC, Estados Unidos da América: Wilson Center.
- De Negri, F. & Sequeff, F.H.S. (2014). Investimentos em P&D do governo Norte-Americano: Evolução e principais características. *Boletim Radar*, 36, pp. 9-16. Recuperado de http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/radar_36_11122014_cap_2.pdf
- Etzkowitz, H. (1994). Academic-Industry Relations: A Sociological Paradigm for Economic Development, pp.139-151. In Leydesdorff, L. & van den Besselaar, P. (Eds.), *Evolutionary Economics and Chaos Theory: New Directions in Technology Studies*. London, England: Pinter Publishers.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance*. Lessons from Japan. London, England: Pinter Publishers.
- Freeman, C. (1995). The national system of innovation, In *Historical Perspective of Economics*, 10 (1), 5-25.
- Furtado, A.T., Bin, A., Bonacelli, M.B.M., Paulino, S.R, Miglino, M.A., Castro, P.F.D. (2008). Avaliação de resultados e impactos da pesquisa e desenvolvimento: avanços e desafios metodológicos a partir de estudo de caso. *Gestão e Produção*, 15 (2), 381-392.
- Gama Mota, T. L. N. da. (1999). Interação Universidade-Empresa na sociedade do conhecimento: reflexões e realidades. *Revista Ciência da Informação*, Brasília, 28 (1), 79-86.

- Lundvall, B. (1985). *Product innovation and user-producer interaction*. Aalborg, Denmark: Aalborg University Press.
- Martin, A.R. & Torkomian, A.L.V. (2001). A atividade de P&D na Empresa: o Caso da Indústria Petroquímica. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 11 (2), 4-9.
- Neves, H. P. (2015). *Editais de Inovação da Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais- FAPEMIG, sob a ótica da hélice triplíce* (tesis de Maestria). Faculdade de Ciências Empresariais, Belo Horizonte, Brasil.
- Pérez, C. (2013). Financial bubbles, crises and the role of government in unleashing Golden Ages (pp. 11-25) In Pyka, A. & Burghof, H.P. (Eds.) *Innovation and Finance*. London, England: Routledge.
- Porto, G. S. (2000). *A decisão empresarial de desenvolvimento tecnológico por meio da cooperação Universidade- Empresa* (tesis de Doctoral). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Rauen, A.T.; Ribeiro, L.; Dias, R.; Souza, T.L. de; Araújo, T.F. (2013). Avaliação de impactos da P&D pública: uma análise baseada em método multicritério. *Parcerias Estratégicas*, 18 (37), 127–150.
- Segatto, A. P. (1996). *Análise do processo de cooperação universidade-empresa: um estudo exploratório* (tesis de Maestria). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Sirilli, G. (1998). Conceptualising and measuring technological innovation. *IDEA Papers*, n. 1, STEP Group, Oslo.
- Sutz, J. (1997). *Innovación y desarrollo em América Latina*. Venezuela, Caracas: Nueva Sociedad.

Financiamiento público para la Universidad. Implicaciones para la industria 4.0

Humberto Merritt
Instituto Politécnico Nacional, CIECAS, México
hmerritt@ipn.mx

Janeth Rodríguez Galván
Instituto Politécnico Nacional, CECyT 12, México
jane_esc@yahoo.com.mx

Resumen

Las universidades públicas han enfrentado fluctuaciones recurrentes en el nivel de apoyo gubernamental desde la crisis económica mundial de 2008, lo que las ha obligado a buscar recursos alternos. Este deterioro del financiamiento público afecta la viabilidad del cumplimiento de la misión institucional de las universidades, lo que a su vez socava la capacidad de mejorar la calidad de la enseñanza, así como la relevancia de la investigación, especialmente ante los avances de la robótica y la digitalización. Esta situación es particularmente grave para las universidades públicas latinoamericanas pues su dependencia del financiamiento estatal es muy alta; por lo que en este trabajo nos proponemos dar respuesta al siguiente cuestionamiento: ¿cómo pueden las universidades hacer frente al doble efecto de las restricciones presupuestarias y las presiones crecientes para ser más competitivas y más rentables, especialmente en relación con su contribución a la creación y difusión de conocimiento en apoyo para la industria? El planteamiento que hacemos es que se deben reforzar los vínculos universidad-sector privado para ofrecer a las universidades públicas una salida a la restricción presupuestal. La colaboración universidad- industria en áreas como la investigación aplicada puede además incentivar el desempeño de los investigadores al promover la colaboración interinstitucional en el tema de la revolución tecnológica que plantea el modelo 4.0. Las universidades deberán, por lo tanto, adecuarse a las nuevas condiciones de la división intelectual del trabajo colaborativo con la industria.

Palabras clave

Universidades; Presupuesto; Investigación Aplicada; Colaboración Universidad-Empresa;

1. Situación actual del financiamiento a la universidad

En los países que comprenden el área OCDE, alrededor de un tercio del gasto total se dedica a la educación universitaria porque el gasto por estudiante es muy alto (OECD, 2018). Esto porque el elevado nivel de calificación profesional requerido para el personal docente de nivel terciario y la prevalencia de actividades de investigación y desarrollo experimental (I+DE) en la educación universitaria contribuyen a incrementar el gasto operacional de las universidades (Glass, 2014; Aparicio, López y Santín, 2018).

Para aliviar la presión sobre los presupuestos públicos, ya de por sí ajustados, un número creciente de gobiernos están trasladando el peso de financiar la educación terciaria hacia las familias. En esta tendencia sobresalen los casos de los Estados Unidos de América (EEUU) (Elliott y Lewis, 2015), España (Aguila, 2016) y Chile (Torres, 2016).

De acuerdo con la OECD (2017), el 30 por ciento del gasto en instituciones de educación superior proviene, en promedio, de fuentes privadas, lo que genera una

participación mucho mayor que la observada para los niveles de educación más bajos; siendo además de que dos tercios de ese financiamiento sale de los hogares a menudo en forma de cuotas de inscripción; por lo que resulta interesante saber que un sinnúmero de administraciones universitarias están siendo tentadas a considerar las cuotas de matriculación como la fuente más confiable para garantizar sus ingresos (Aguila, 2016; Hanson y Noterman, 2017; Li, 2017).

Estas tendencias están ocasionando problemas en una perspectiva institucional, pues la solicitud de que las universidades sean más eficaces y eficientes en la consecución de sus misiones en el campo de la docencia, la investigación, la innovación y el desarrollo regional ha provocado ya fuertes tensiones debido a que los desafíos financieros empiezan a amenazar la sostenibilidad operativa a largo plazo (Glass, 2014).

Estas tensiones son causadas por factores que van desde el aumento en el costo de la operación propiamente dicha hasta las limitaciones fiscales e institucionales, que siempre han existido, para asegurar fuentes alternas a la financiación pública. Esto porque tratar de llevar a las universidades públicas a manejarse bajo las mismas reglas que rigen a las instituciones privadas es más fácil de decir que de hacer dadas las enormes diferencias en enfoques, metas, misiones y orígenes entre ambas (Torres, 2016).

Existe además otro tema que comienza a ser crítico: el creciente endeudamiento de muchos estudiantes debido a la solicitud de créditos bancarios para sufragar los gastos derivados de cursar estudios universitarios.

En los EEUU esta situación está tomando tintes dramáticos pues ha crecido el número de familias con dificultades financieras derivadas de las deudas contraídas para pagar las costosas matrículas universitarias (Elliott y Lewis, 2015; Caplan, 2018).

En el caso latinoamericano, Chile destaca porque el gobierno otorga subvenciones bajo esquemas competitivos, haciéndolos la principal fuente de financiación de la investigación universitaria. Estos apoyos se canalizan a través de cuatro fuentes: FONDECYT, que proporciona apoyo basado en proyectos. FONDAPE, que apoya a grupos de investigadores. La Iniciativa Científica Millennium, que financia institutos científicos y núcleos de excelencia en determinadas áreas temáticas y FONDEF, que apoya la colaboración academia-industria (OECD, 2013; Torres, 2016). Es así que parece apropiado preguntarse cómo pueden las universidades hacer frente al doble efecto de las restricciones presupuestarias y las presiones crecientes para ser más competitivas y más rentables, especialmente en relación con su contribución a la creación y difusión de conocimiento. En este trabajo, argumentamos que las universidades deben idear alternativas creativas al financiamiento público aumentando su colaboración con el sector privado, sin que esto pase por volver prohibitivo el acceso a la educación superior.

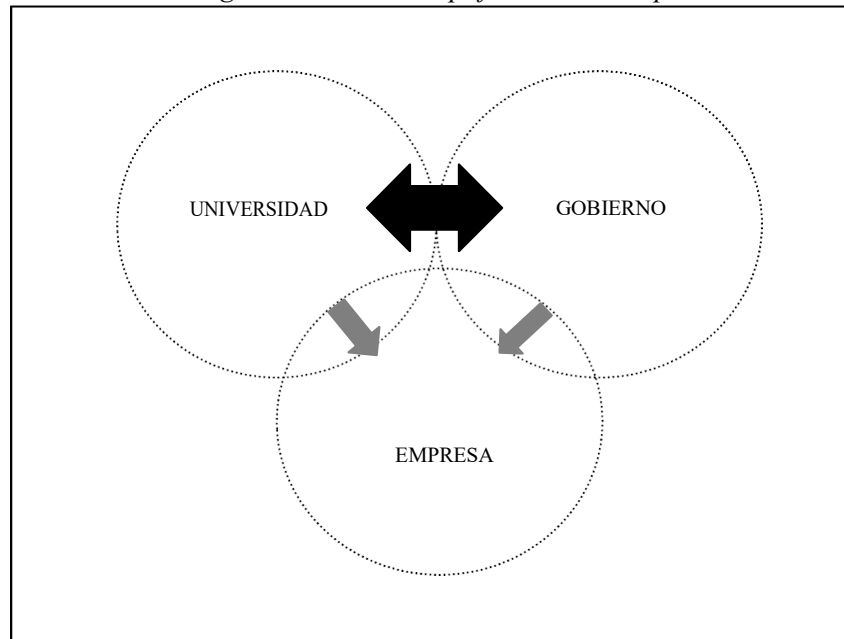
2. La estructura de la investigación universitaria

A finales de la década de los noventa comenzó a analizarse el papel que juega la universidad en la llamada “era del conocimiento”. La línea dominante de estos estudios se ubica en el llamado “modelo de la triple hélice de las relaciones academia/industria/gobierno” (Etzkowitz, Webster, Gebhardt y Terra, 2000).

La representación de la triple hélice es útil para describir el paradigma emprendedor emergente en el que la universidad desempeña un papel destacado en la innovación tecnológica (Hazelkorn, 2005). Bajo este modelo, los gobiernos alentaron esta transición académica como

una estrategia de desarrollo económico que también reflejó los cambios en la relación entre los productores de conocimiento y los usuarios (Merritt, 2015). La figura siguiente muestra una concepción del flujo de relaciones entre los agentes involucrados.

Figura 1. Modelo simplificado de la triple hélice



Fuente: Elaboración de los autores

El modelo de la triple hélice sirvió en un inicio para representar a la “universidad emprendedora” porque estaba fuertemente asociado con la visión de que cada institución operaba como una empresa individual dentro de un mercado competitivo que buscaba eficiencia y ganancias de mercado (Etzkowitz et al., 2000).

No obstante, la aplicación de estas prácticas frecuentemente requirió introducir cambios institucionales tales como la gestación de mecanismos de mercado y el fomento de la competencia establecida. Estos cambios dieron lugar a la concentración de recursos en algunas universidades, cuyos departamentos se volvieron el dominio de nichos investigación bajo un enfoque de ver al usuario como pagador y cliente. El énfasis se puso, entonces, en promover actividades empresariales y dedicar esfuerzos significativos para fomentar la transferencia y comercialización del conocimiento (Hazelkorn, 2005).

Hoy en día, el modelo emprendedor se ha alejado de la búsqueda de beneficios hacia un enfoque más consciente de la sociedad en el que los acuerdos de colaboración con el sector privado deberían ponerse en práctica. En particular, sostenemos que los vínculos entre la universidad y la industria pueden compensar la caída de los fondos públicos siempre que los fondos privados se utilicen para alentar la creación de conocimiento dentro de la universidad y este proceso pueda compartirse con todos los actores involucrados (Merritt, 2015).

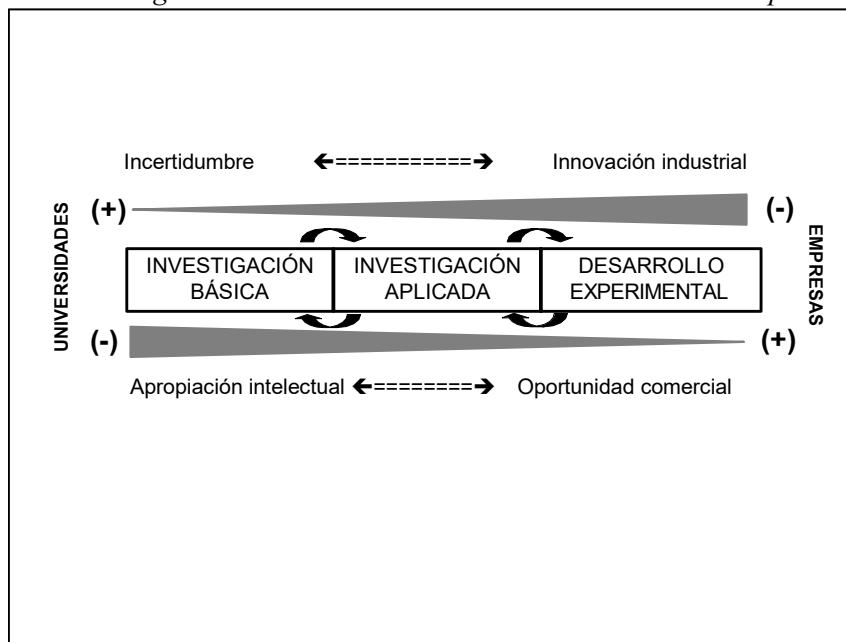
Aunque este enfoque puede parecer apropiado, hay algunos inconvenientes que vale la pena mencionar. Un desafío potencial para desarrollar y comunicar una propuesta de valor clara es que la universidad atiende a una amplia gama de agentes productivos cuyos intereses no siempre están alineados. Las partes interesadas incluyen estudiantes, pero también está el gobierno y los filántropos en general (tanto públicos como privados, lo que incluye a familias y

organizaciones sin fines de lucro), así como la industria y el sector productivo en general. Desde una perspectiva institucional, también hay agentes extraeconómicos que se relacionan con la universidad, lo que incluye a la comunidad académica y otras categorías de personal institucional.

Bajo la modelación de la triple hélice se puede visualizar con mayor facilidad cómo pueden trabajar las universidades con socios externos. En el entorno de una mayor competitividad, las universidades públicas están siendo obligadas a demostrar que pueden generar valor para acrecentar los vínculos productivos con, por ejemplo, otros tipos de instituciones educativas, empresas privadas y sus departamentos de investigación y desarrollo, así como con diversos organismos gubernamentales. Es importante señalar que algunos de estos agentes estén probablemente más interesados en proponer esquemas colaborativos de largo plazo para disminuir el enorme grado de incertidumbre que es propio de las actividades de innovación industrial (Merritt, 2015).

A este respecto, la figura siguiente esquematiza el tipo de actividades que le son propias a la universidad, pero que pueden servir de punto de enlace con el sector empresarial. Es importante señalar, que la división del trabajo intelectual es crucial para el devenir exitoso de la relación pues cada agente tiene ventajas competitivas propias que son muy difíciles de copiar, o incluso omitir.

Figura 2. Mecanismo de colaboración universidad-empresa



Fuente: Elaboración de los autores

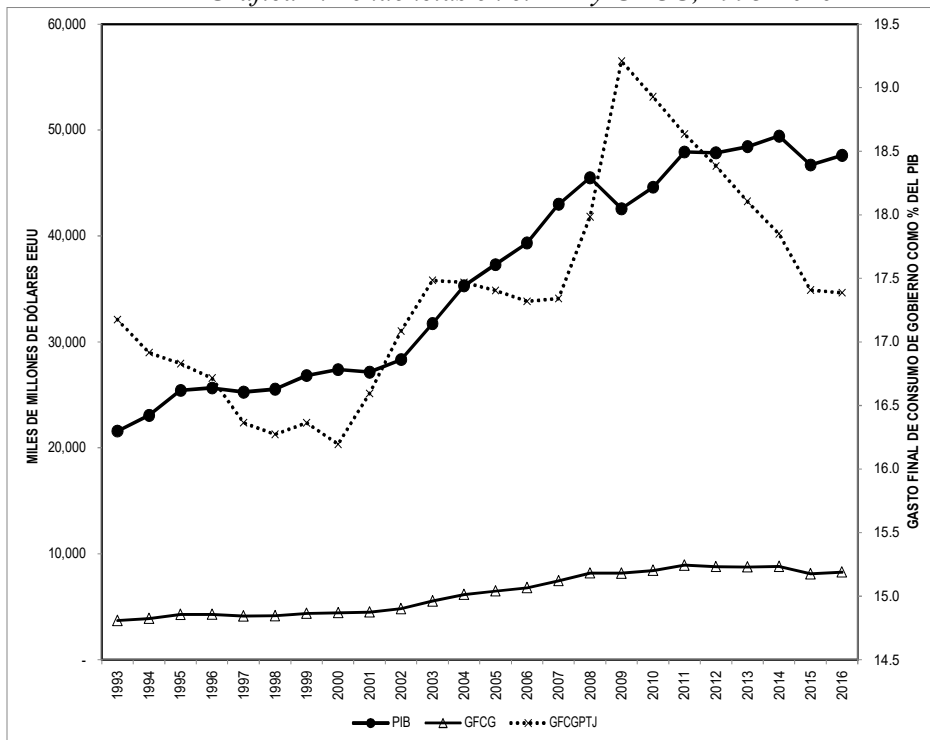
Emprenderemos a continuación el análisis de los desafíos que enfrentan las universidades modernas a partir del análisis de los gastos en I+DE que hacen estas instituciones dentro del grupo de países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

3. Tendencias del gasto gubernamental en I+DE en países de la OCDE

En este trabajo analizamos el Gasto Universitario en I+DE (GUIDE) que ejercieron 28

países de la OCDE entre 1993 y 2016. Una revisión preliminar de estos datos sugiere que tanto el Producto Interno Bruto (PIB) como el Gasto de Consumo Final del Gobierno (GCFG) crecieron en el periodo. Sin embargo, la tasa de crecimiento del gasto de gobierno fue claramente menor a la tasa de crecimiento del PIB, lo que implica una ralentización del gasto gubernamental en esos 24 años. Lo que se confirma en la gráfica siguiente.

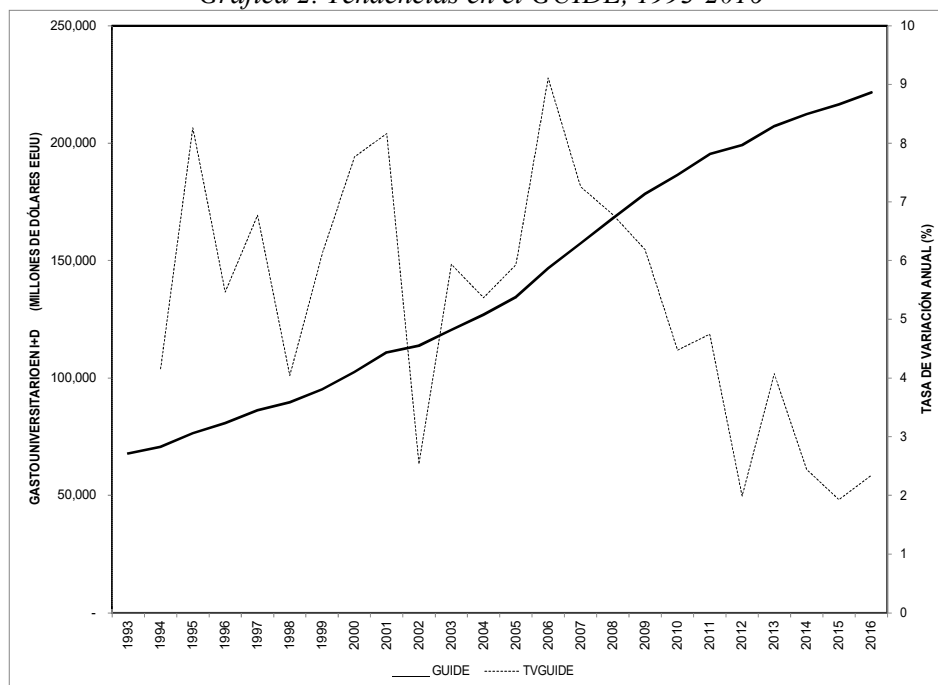
Gráfica 1. Tendencias en el PIB y GFCG, 1993-2016



Fuente: Elaboración de los autores a partir de la información obtenida de la OCDE y del Banco Mundial

El monto que la mayoría de los países de la OCDE destinan a sus universidades para I+DE también subió en el periodo. Sin embargo, la tasa de crecimiento cambió su tendencia a partir de 2006 cuando comenzó a disminuir el ritmo, tal y como lo muestra la gráfica siguiente.

Gráfica 2. Tendencias en el GUIDE, 1993-2016



Fuente: Elaboración de los autores a partir de la información obtenida de la OCDE y del Banco Mundial

Las tendencias mostradas en los gráficos anteriores permiten identificar un cambio en el ritmo de crecimiento de ambas variables, lo que confirma la caída relativa del apoyo gubernamental a la investigación.

4. El gasto universitario en actividades de I+DE en países de la OCDE

El análisis del gasto universitario en I+DE también se puede hacer a partir de la evaluación que cada país reporta en este rubro. Por principio de cuentas, de los 28 países involucrados sólo la mitad

(14) reportaron datos para todos los años del periodo. Así, el GUIDE total de la OCDE en 1993 ascendió a 67 mil 891 millones de dólares, mientras que para 2016 la cifra fue de 221 mil 527 millones, lo que significa un incremento del 223,3 por ciento.

Por otra parte, el GUIDE de los Estados Unidos representó en términos absolutos el 30,5 por ciento del gasto total de la OCDE en 2016; mientras que los siguientes dos países en importancia (Alemania y Japón) representaron el 9,6 y 9,4 del GUIDE total respectivamente. La tabla siguiente presenta el monto de esta variable para 21 países de la OCDE en 2016.

Tabla 1. Gasto universitario en I+DE (GUIDE) en 21 países de la OCDE¹, 1993-2016
(millones de dólares EEUU)

País	GUIDE	País	GUIDE	País	GUIDE
EE UU	67,520	Turquía	6,883	Dinamarca	2,551
Alemania	21,314	España	5,505	Noruega	2,038
Japón	20,773	Países Bajos	5,122	Finlandia	1,645
Francia	13,647	Austria	3,203	Irlanda	1,005
Reino Unido	11,600	Suecia	4,236	Grecia	926
Canadá	10,700	México	2,950	Hungría	352
Italia	7,639	Bélgica	2,639	Islandia	113

Fuente: Elaboración de los autores a partir de los datos del cuadro 45 de los indicadores principales de ciencia y tecnología de la OCDE (OECD, 2018)

Como se puede observar en los datos anteriores, los siete países más grandes de la OCDE representan casi el 70 por ciento del gasto total de la GUIDE. Esta situación conlleva dos particularidades importantes. Primero, una disminución del gasto en este grupo tiende a reflejarse en el resto del sistema por el peso tan grande que representa, y segundo, los montos están en proporción directa con el tamaño de cada país, de tal forma que los países más pequeños tienden a sufrir menos por una disminución del apoyo gubernamental, salvo cuando la reducción es considerable.

Para tener una mejor idea de este impacto, la tabla siguiente muestra la tasa media de crecimiento anual compuesto (TMCAC) del gasto universitario en I+DE. Esta información sirve para entender cómo los cambios en la GUIDE han afectado a las universidades de los países del área OCDE.

Tabla 2. Tasa media de crecimiento anual compuesto (TMCAC) del gasto universitario en I+DE (GUIDE)

País	TMCAC	País	TMCAC	País	TMCAC
Japón	1,37	Francia	5,05	Canadá	6,43
Hungría	2,80	Suecia	5,11	Finlandia	6,55
EE UU	4,09	Alemania	5,18	Noruega	6,64
Italia	4,17	España	5,60	Dinamarca	7,93
Bélgica	4,72	Austria	5,95	Turquía	8,44
Países Bajos	4,86	Grecia	6,14	Islandia	8,53
Reino Unido	4,96	México	6,18	Irlanda	8,95

Fuente: Elaboración de los autores a partir de los datos del cuadro 45 de los indicadores principales de ciencia y tecnología de la OCDE (OECD, 2018)

Como se aprecia en la tabla anterior, el ritmo de crecimiento del GUIDE es distintivo para tres grandes grupos de países. En el primer grupo están los países grandes de la OCDE (exceptuando a Hungría) que han mostrado tasas moderadas de crecimiento en sus gastos de investigación universitaria. En el segundo grupo se encuentran países importantes, pero con tasas medias de crecimiento. Finalmente, en el tercer grupo de siete naciones se observa el esfuerzo por acrecentar el GUIDE, donde sobresalen los países nórdicos que siempre han impulsado las actividades científicas y tecnológicas, lo que les posibilita liderar la mayoría de

los indicadores de bienestar e innovación.

Estas condiciones tienden a tener un impacto muy notable en las actividades de vinculación y en particular en las posibilidades de establecer lazos duraderos con las empresas. Si el financiamiento público disminuye, la capacidad de las universidades para realizar investigación básica se ve disminuida. Dado el riesgo inherente que conlleva la investigación de este tipo, la probabilidad de que se cancelen proyectos de largo plazo crece.

Por otra parte, las empresas requieren de certeza en la viabilidad de los proyectos que ejecutarán con las universidades; de ahí que la inminente entrada de las tecnologías basadas en la robótica y la inteligencia artificial; de ahí la importancia de mantener fuentes estables de financiamiento.

5. Conclusiones

Las universidades son tradicionalmente vistas como centros superiores de educación. Sin embargo, la realización de actividades de investigación es una de sus tareas más importantes, tanto por el prestigio que acarrea como por los ingresos que genera.

La investigación básica crea las bases para la aparición de futuros productos y procesos, algunos de los cuales han llegado a dominar el mercado en relativamente poco tiempo, mostrando así las ventajas de la comercialización del conocimiento. Esto es porque, junto con la creación de nuevos conocimientos, las universidades utilizan sus actividades de investigación para educar a los estudiantes que se convertirán en los científicos e ingenieros de las siguientes generaciones. Sin embargo, las fluctuaciones en el apoyo financiero gubernamental han obligado a las universidades públicas a buscar alternativas para cubrir sus gastos operativos y mejorar la preparación de los estudiantes.

En algunos países, la solución más común ha sido aumentar las cuotas de inscripción cobradas a los estudiantes. En el caso de universidades en Chile, el Reino Unido y los Estados Unidos, la disminución del apoyo financiero gubernamental ha sido compensada con incrementos en las tarifas de matriculación estudiantil.

En este contexto, la exploración de mecanismos basados en el financiamiento empresarial para las actividades de investigación básica debería ser primordial pues la contribución del sector privado es importante. El fomento de la cooperación universidad-empresa a través de asociaciones de investigación puede lograr dos objetivos importantes: mejorar el perfil competitivo y ampliar su frontera comercial mediante el aprovechamiento del conocimiento y la experiencia de la universidad.

Finalmente, los retos que presenta la economía basada en las tecnologías de la información y las comunicaciones aplicadas a la industria (el llamado modelo de industria 4.0) requieren de una universidad fuerte y estable, donde el financiamiento sea una fortaleza y no una debilidad. Los retos que enfrenta la universidad pública bajo esta perspectiva no son menores. Queda pues que la sociedad impulse mecanismos que garanticen el financiamiento de proyectos destinados a incrementar la productividad y la calidad de vida.

6. Agradecimientos

Este trabajo surge de una investigación financiada por el Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México a través del proyecto SIP-20190098. Los autores agradecen el apoyo institucional brindado.

7. Referencias

- Aguila, S. (2016). En Busca de la Suficiencia Financiera en la Universidad Pública Española. *Intangible Capital*, 12(1), 17-50.
- Aparicio, J., López, L., y Santín, D. (2018). Economic Crisis and Public Education. *Economic Modelling*, 71, 34-44.
- Banco Mundial (World Bank), World Development Indicators. Accesible a través de la URL:
<http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>
- Caplan, B. (2018). *The Case against Education: Why the Education System Is a Waste of Time and Money*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Elliott, W., y Lewis, M. K. (2015). *The Real College Debt Crisis: How Student Borrowing Threatens Financial Well-Being and Erodes the American Dream*. Santa Barbara CA: Praeger.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., y Terra, B. R. C. (2000). The Future of the University and the University of the Future. *Research Policy*, 29(2), 313-330.
- Glass, A. (2014). *The State of Higher Education*. Paris: OECD.
- Hanson, L., y Noterman, E. (2017). Speculating on the University: Disruptive Actions in Today's Corporate University. *Ephemera*, 17(3), 653-670.
- Hazelkorn, E. (2005). *University Research Management: Developing Research in New Institutions*. Paris: OECD.
- Merritt, H. (2015). The Role of Human Capital in University-Business Cooperation. *Journal of the Knowledge Economy*, 6(3), 568-588.
- OECD. (2013). *Quality Assurance in Higher Education in Chile*. Paris: OECD. [9789264190597] OECD. (2017). *Education at a Glance*. Paris: OECD.
- OECD. (2018). *Main Science and Technology Indicators*. Paris: OECD.
- Torres, E. (2016). Universidad y Contingencia en Chile. *POSTData*, 21(1), 243-267.

Results and impacts evaluation of the coffee social network¹

Sérgio Parreiras Pereira

Center for Coffee, Agronomic Institute, IAC, Campinas, São Paulo, Brazil.
sergiopereira@iac.sp.gov.br

Luiza Maria Capanema

Center for Grains and Fibers, Agronomic Institute, IAC, Campinas, São Paulo, Brazil.
luiza@iac.sp.gov.br

Adriana Bin

School of Applied Science, University of Campinas, São Paulo, Brazil
adriana.bin@fca.unicamp.br

Cibele Maria Garcia de Aguiar

University of Campinas, São Paulo, Brazil
cibele.aguiar2@gmail.com

Abstract

The evaluation of results and impacts is a hard task due to the specificities of the studied objects. Another complex point is the measurement of causality and additionality from the definition of a baseline. This paper aims to present a method of evaluating the results and impacts of the Coffee Social Network. The method is supported by a set of indicators and multidimensional metrics. In the construction of dimensions, indicators and evaluation metrics we considered a study of the institutional trajectory of the Coffee Social Network and the analysis of the primary information obtained in its databases. The results obtained from the application of the method will allow measuring the impacts of the main characteristics of the network. Future assessments of social networks related to agribusiness can be supported by the method presented and discussed in this article.

Keywords

Coffee Social Network, Impact Assessment, Multidimensional, Agribusiness.

1. Introduction

The organization of the coffee research in Brazil, as well as the institutional trajectory of some public research institutes may be blended with the country's history of socioeconomic and cultural development. This historical connection is evidenced in the literature by several classic works. As an example of the importance of the coffee culture in Brazil, in 1887, the Agronomic Institute of Campinas (IAC) was created to lead research on this culture. The research developed by IAC can be considered pioneers in the institutionalization process of the agricultural research in Brazil. Important results regarding to the coffee culture R&D were achieved by IAC (Turco et al., 2013).

In Brazil, the coffee innovation ecosystem is well structured and stands out due to the intense use of technology. The search for innovations is an intrinsic feature of this ecosystem;

¹ Research support for Brazilian Consortium for Coffee Research and Development.

an example of this aim was the development of a digital information platform named the Coffee Social Network (CSN) (Bliska et al., 2015; Conceição, Ellery Junior, Conceição, & others, 2017; Pereira & Aguiar, 2013; Turco et al., 2013; Vegro, Fronzaglia, & Veiga Filho, 2009).

CSN is a different innovation when compared to other technologies present in agricultural innovation ecosystems. It is a communication tool based on social media concepts, which organizes and disseminates information on the Internet about the coffee innovation ecosystem. CSN was developed and implemented in 2006 as a social media platform, and it was conceived within the scope of the Brazilian Consortium for Coffee Research and Development (RCC). At that time this type of tool was not usual in the Brazilian agribusiness environment. These elements characterize CSN as an innovation that have contributed to the development of Brazilian agriculture.

CSN is connected to the RCC; this link strengthened the legitimacy and reliability this tool. RCC is an important institution in the coffee innovation ecosystem in Brazil; it was created in 1997 and now is coordinated by the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). Other actors have participated in this institutional arrangement, such as Universities and Research Institutes, which together plan and execute the National Coffee Research and Development Program (Araújo, Antonialli de Brito, & Guerrini, 2010).

CSN is supported by the Peabirus platform. In 2006, Peabirus brought together virtual networks aligned with a common goal, i.e., networks aiming at to promote collaboration, knowledge and business. The Peabirus' virtual environment has provided channels for professional and institutional visibility, by attracting new users. At the beginning of its activities there were 25 thematic networks on coffee, which rose to 50 in 2008. The number of thematic networks linked to Peabirus has declined over the years. In 2016 only the CSN remained. CSN was also based on requirements specified by Peabirus and RCC (Pereira & Aguiar, 2013).

In the context of the information economy, dynamic networks of cooperation involve social actors and can be considered organizational forms. These formats allow conceiving learning environments supported by intensive communication processes. This learning and interactivity environment, enrich the transfer of knowledge and contribute to innovation (Cohen, 2002). In the case of CSN, the forms of interaction allow an articulation between the actors who seek to achieve results on R&D, education, production, business and social welfare.

- The Coffee Social Network

Information from the Peabirus database (from 2006 to 2018) showed the CSN received 21 million hits to its page. Users have searched for more than 50,000 different terms related to the coffee innovation ecosystem. Among the sought-after terms were the related to technology, agricultural supply, market, events, consumption, services, legislation, climate, among others.

Google Analytics was used to analyze CSN aiming at to provide the rates of views and clicks as well as the geographic location of visitors. These access indicators show the effectiveness in the sharing process of news, experiences and diffusion of agricultural technologies for the coffee innovation ecosystem.

Figure 1: Accesses to the Coffee Social Network, Brazil, 2009-2018



Source: Research data.

According to Google Analytics, in 10 years (2009-2018) CSN achieved 637,175 hits, 1,856,124 sessions and 3,470,231 page views. In this long period, users from 178 different countries accessed the network, with emphasis on Brazil, which accounted for 94.27% of accesses. The 5 first countries in quantity of accesses were Brazil, United States, Colombia, Portugal and Nicaragua. We highlight that these countries have an important participation in the global market of coffee.

In Brazil, the states that most look for information on CSN are Minas Gerais and São Paulo, which accounted for 53.42% and 24.59% of hits, respectively. Although the national comprehensiveness of CSN, more than half of accesses arise from Minas Gerais, due to it is the state with higher production of Brazilian coffee. We highlight São Paulo because there is a concentration of several actors of the coffee innovation ecosystem in this state, such as roasters, factories, traders, infrastructure and logistics for exporting the Brazilian coffee (Figure 1).

CSN has positively influenced the innovation ecosystem of coffee, especially in Brazil, over 13 years of uptime activity. CSN was selected as the object of study due to it is an innovation and by the great potential of digital influence. Hence, this article aims to present a method for evaluating the results and impacts of the CSN.

2. Methodology

This study was based on the guidelines for the results and impacts evaluation of agricultural R&D activities proposed by Capanema et al 2018. The proposed reference framework arises from the research conducted in the Agronomic Institute and the guidelines for evaluation of results and impacts are: nature of the activities of C, T&I; R&D model; multifunctionality of agriculture and specificities of the case study (Capanema, Fredo, Bin, & Sachs, 2018).

The literature review shows that impact assessment studies should be supported by

multidimensional analyzes due to the need to capture a diversity of results, which are characteristic of C, T&I activities (Capanema et al., 2013; Gaunand, Hocdé, Lemarié, Matt, & De Turkheim, 2015; Gertler, Martinez, Premand, Rawlings, & Vermeersch, 2011; Matt, Gaunand, Joly, & Colinet, 2017; Penfield, Baker, Scoble, & Wykes, 2014; Salles-Filho, Avila, Alonso, & Colugnati, 2010). Thus, for evaluating CSN the multidimensional study was chosen due to the specificities of the results of the network. We highlight that these results are dynamic and it arises from the use of information by several categories of users of the network.

The use of the method presented by Capanema et. al (2018), as background for evaluating the impacts of CSN, is due to the network is part of the coffee innovation ecosystem, its strong connection with the Coffee Research Consortium as well as it is a tool for knowledge transfer.

A study of the context in which CSN is inserted was carried out by means the collection of information about the network's institutional trajectory. This phase was supported by a bibliographic review and a review of institutional documents. Interviews with manager and network users were also performed. Database information was used to map user profiles, interest topics, user interest areas, and products offered by the network². This set of information, together with the analysis of the data previously presented, supported the construction of the themes, dimensions, indicators and metrics for assessing impacts of the Coffee Social Network³.

3. Results and discussion

Assessment dimensions, indicators and metrics for measuring impacts compound the proposed method. The development of the proposed method was supported by strategic information that arises from the document review, the information collected in the social network database and the interviews with managers and users.

A classification of the CSN users was proposed and conceptualized, based on the mapping of user profiles and their search themes. We identified 8 main categories, which reflect the coffee innovation ecosystem in Brazil. The 8s main categories of the CSN users are:

- i. Research, Technical Assistance and Rural Extension: Users working on R&D, technical assistance and rural extension. They act in various links of the coffee production chain. They are researchers, agricultural assistance technicians, and agricultural extension workers.
- ii. Education: Users who teach and learn, e.g., teachers and students.
- iii. Trading: Users that work as brokers, by intermediating the trade between the farm production and the domestic and external market.
- iv. Commercialization: Users that perform various activities related to the distribution and commercialization of the product. They are, for instance, traders, baristas, managers of cooperatives, coffee crushers and tasters.
- v. Farm-level: Users who perform various activities related to agricultural production. They are farmers, traders of supply and agricultural machinery, rural managers, auditors and quality certifiers.

² SNC offers access to “News”, “Lecture Menu” and “Virtual Field Days”.

³ This phase was supported by the decomposition method, which combines deductive and inductive actions from information collected and validated by specialists(Salles-Filho et al., 2010).

- vi. Agro-Industrie: Users that work on the processing of coffee, e.g., factories that roast grains.
- vii. Consumption: Consumers of coffee and its byproducts.
- viii. Communication: Users that act in a transversal manner in the coffee innovation ecosystem. They are working on media and publicity, among other communication roles; for example, they act in magazines, radio, TV, Web sites, etc.

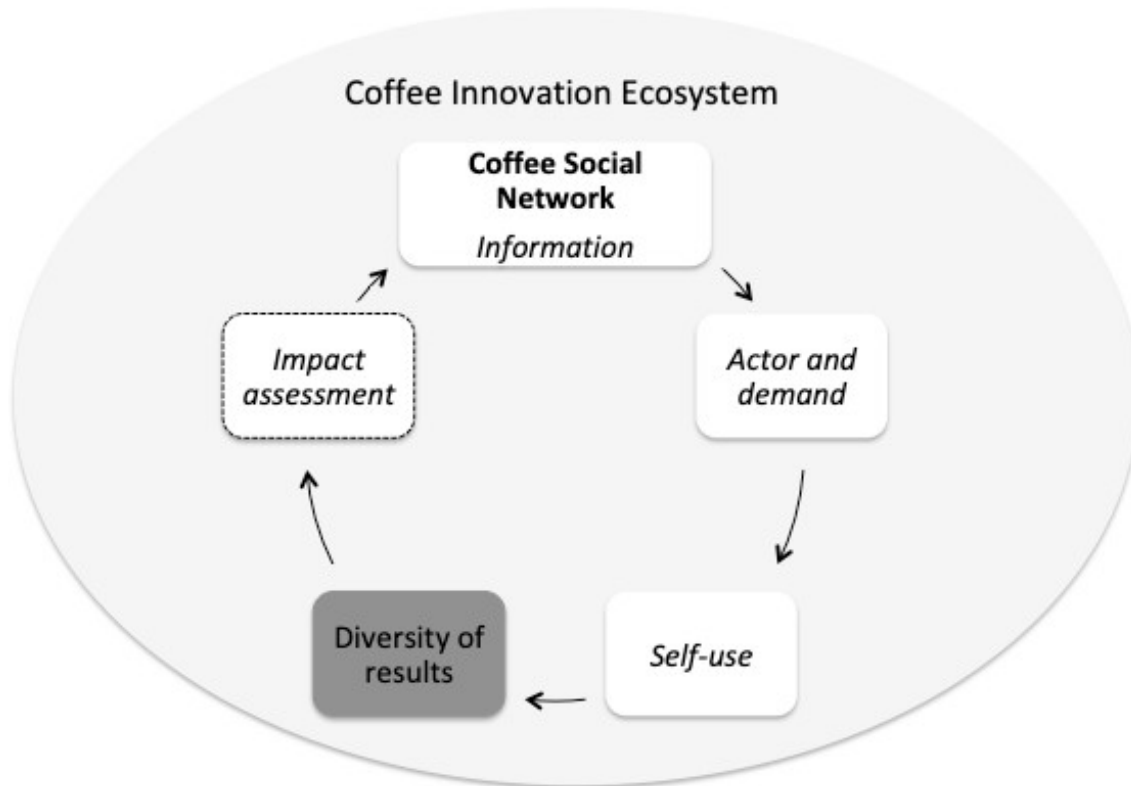
After the classification and conceptualization of the categories of users, a study of searching terms was carried out. This study allows us to define the dimensions of impact analysis. In the process of defining the impact dimensions we considered the elements identified in the bibliographical and documentary review, namely: frequency, novelty, quality, aligned with users' demands.

We observed the generation of information in the CSN has its own structure. The facts, information, and skills acquired by the CSN user, and its results, are shaped according to the users' experience, which results in a diversity of impacts to be evaluated. In this case, the results of applying the proposed method can be characterized as information inputs in the social network framework. In Figure 2 we present the information frame of the Coffee Social Network.

The method for evaluating the results and impacts of the CSN depict that the dimensions of the analysis should be in line with the previously presented categories of users. Therefore, the evaluation dimensions and their conceptualization are:

- Outline of CSN information
This dimension aims to quantify information from users, such as a professional activity, motivation for access the network, interest in coffee species, search topics, preference of information formats, period and frequency of access.
- Products of CSN
This dimension aims to quantify and qualify the interest and access to the network products (News, Lecture Menu and Virtual Field Day).
- Credibility and reliability of CSN
This dimension aims to quantify and qualify users' perceptions of aspects related to the reliability, such as novelty of information, problem solving, sharing with third parties, reading and comments.
- Outcomes of CSN
This dimension aims to find out information on the outcomes identified by the network users, such as learning, capacity building, income variations, business, life quality, sensory quality of coffee, farm management, agricultural sustainability, partnerships, productivity, adoption and diffusion of technologies.
- Improvement of CSN
This dimension aims to identify and qualify the CSN improvement needs.

Figure 2: Generation of information in the Coffee Social Network.



Source: Research data.

From the definitions of the evaluation dimensions, a set of indicators aligned the dimensions and user categories were defined. In Table 1 we present the dimensions and indicators, which support the measurement of the results and impacts of the CSN.

The evaluation dimensions allow us to collect primary data by user categories by means of a survey. In this survey, the respondent will have access to groups of questions by categories, which means access to a reduced number of questions. This survey format is important to ensure a quantity of responses that allows the analysis.

Table 1: Dimensions and indicators for assessment results and impacts of the CSN

Dimension	Indicator
Outline of CSN information	Occupation field Occupation field localization Motivation for network access

	<p>Search topics</p> <p>Interest in coffee species</p> <p>Device used to access</p> <p>Main format for access to the contents</p> <p>Main platform for access or redirection to the contents</p> <p>Access information on the site</p> <p>Access frequency</p> <p>Time of access</p>
Products of CSN	<p>Access frequency the Virtual Field Day</p> <p>Access frequency the Lecture Menu</p> <p>Access frequency the News</p>
Credibility and reliability of CSN	<p>Novelty of information</p> <p>Reliability of information</p> <p>Quality of information</p> <p>Problem solving</p> <p>Frequency of information sharing</p> <p>Frequency of comment writing</p> <p>Frequency of reading comments</p>
Outcomes of CSN	<p>Knowledge variation</p> <p>Income variation Quality</p> <p>life variation Business</p> <p>variation</p> <p>Sensory quality variation Farm</p> <p>management variation</p> <p>Agricultural sustainability variation</p> <p>Agricultural productivity variation</p> <p>Networking</p> <p>Technology adoption variation</p>

	Technology diffusion variation
Improvement of CSN	Topics news
	Improvements
	Other suggestion

Source: Research data.

4. Conclusions

The conceiving process of the proposed method, as well as its application in the Coffee Social Network, was a challenge due to the nature of the studied object: the knowledge. Knowledge, which is the main product of CSN, is transformed by its use and the individual interests of the network users shape it. The assimilating process of knowledge is interactive and results in a large quantity of results and impacts to be evaluated.

The survey conceived to collect primary information will consider the period from 2013 to 2018. Therefore, the proposed indicators can measure a five-years evolution of the knowledge generated by the CSN.

The evaluation is based on multidimensional indicators. In addition, the indicators and their metrics allow us to capture the causality and additionality aspects. These aspects are in general pointed out in the literature as an obstacle for the development of impact assessment methods. Identify causality and additionality, from the "information" object, is an advance in the knowledge on the agribusiness related social networks.

The proposed method is meant to support future assessments of the CSN as well as other similar research objects. Finally, the application of the proposed method allows us to create qualified and relevant information for social network managers and other actors interested in the development of the Brazilian coffee innovation ecosystem.

5. References

- Bliska, A., de Mello Bliska, F. M., Firetti, R., Turco, P. H. N., Correa, F. R. F., de Souza, F. A. B., & Leal, P. A. M. (2015). Relevance of management practices for support of Brazilian farming business growth and the regional development. Lisboa: Louvain-la-Neuve: European Regional Science Association (ERSA).
- Capanema, L. M., Fredo, C. E., Bin, A., & Sachs, R. C. C. (2018). *Resultados de pesquisa e desenvolvimento do IAC: proposição de método de avaliação de resultados e impactos multidimensionais*. Campinas: Instituto Agronômico.
- Capanema, L. M., Zackiewicz, M., de Mello, L. M. R., Caetano, S. F., Gianoni, C., & Tonietto, J. (2013). Avaliação de impactos multidimensionais de Indicações Geográficas: o caso do Vale dos Vinhedos, Rio Grande do Sul. *Revista de Economia Agrícola*, 60(2), 57–76.
- Cohen, M. F. (2002). Alguns aspectos do uso da informação na economia da informação. *Ciência Da Informação*, 31(3).
- Conceição, J. C. P. R. da, Ellery Junior, R. G. de, Conceição, P. H. Z. da, & others. (2017). Cadeia agroindustrial do café no brasil: uma análise do período recente.
- Gaunand, A., Hocdé, A., Lemarié, S., Matt, M., & De Turckheim, E. D. (2015). How does public agricultural research impact society? A characterization of various patterns. *Research Policy*, 44(4), 849–861. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.01.009>
- Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. J. (2011). *La evaluación*

- de impacto en la práctica*. <https://doi.org/978-0-8213-8681-1>
- Matt, M., Gaunand, A., Joly, P. B., & Colinet, L. (2017). Opening the black box of impact – Ideal-type impact pathways in a public agricultural research organization. *Research Policy*, 46(1), 207–218. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.09.016>
- Penfield, T., Baker, M. J., Scoble, R., & Wykes, M. C. (2014). Assessment, evaluations, and definitions of research impact: A review. *Research Evaluation*, 23(1), 21–32. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvt021>
- Pereira, S. P., & Aguiar, C. M. G. (2013). Rede Social do Café: articulação para a construção coletiva do conhecimento. In Embrapa (Ed.), *Transferência de Tecnologia e Construção do Conhecimento* (1a.). Brasília: Otavio Valentim Balsadi; Maria Clara da Cruz; Marina Caldas Verne; Vanessa da Fonseca Pereira; Assunta Helena Sicoli.
- Salles-Filho, S. L. M., Avila, A. F., Alonso, J. E. O. S., & Colugnati, F. A. B. (2010). Multidimensional assessment of technology and innovation programs: the impact evaluation of INCAGRO-Peru. *Research Evaluation*, 19(5), 361–372.
- Turco, P. H. N., Fronzaglia, T., Vegro, C. L. R., Firetti, R., Tôsto, S. G., & de Mello Bliska, F. M. (2013). TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA CAFEEIRA NO BRASIL, 1924 a 20121. *Revista de Economia Agrícola*, 60(2), 105–119.
- Vegro, C. L. R., Fronzaglia, T., & Veiga Filho, A. A. (2009). Impactos econômicos da tecnologia do café cereja descascado. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 26(1/3), 93–113.

As Universidades e o ambiente de acesso ao patrimônio genético no Brasil: Análise exploratória dos pedidos de patentes

Kelyane Silva

Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Brasil

kelyaneal@gmail.com

Alexandre Guimarães Vasconcellos

Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Brasil

alexguim@inpi.gov.br

Josealdo Tonholo

Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Brasil

tonholo@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise crítica das invenções oriundas das universidades que fazem uso da biodiversidade brasileira, sob a óptica da nova legislação de acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado, ora regulado pela Lei 13123/2015. A análise incidiu sobre os pedidos de patentes brasileiras que originaram pedidos PCT entre os anos de 2000 a 2005 detidos por universidades. O período estabelecido é o possível para a análise, em face ao backlog de exame de patentes no Brasil ser, em média, superior a 10 anos. Os resultados alcançados são pioneiros no que se refere ao Brasil e ratificam que, embora o Brasil seja um dos países com maior biodiversidade do planeta, pouco utiliza esta potencialidade para gerar inovações em saúde, alimentos e energia. São também apresentados aspectos retratando as dificuldades e resiliência dos pesquisadores brasileiros em fazer ciência no país, bem como as dificuldades das instituições reguladoras em implementar as novas diretrizes da lei de acesso ao patrimônio genético.

Palavras chaves

Patentes Universitárias, Patrimônio Genético; Biodiversidade brasileira.

1. Introdução

A literatura e a bibliometria patentária revelam um fenômeno mundial das universidades participando de forma significativa do processo de patenteamento, particularmente nas últimas décadas e nos principais mercados mundiais como EUA e Europa, o que tem atraído a atenção tanto do próprio ambiente acadêmico quanto do ambiente político (Mowery et al., 2001; Breschi et al., 2008; Perkmann et al., 2013).

Em se tratando do território brasileiro, as universidades têm apresentado claros sinais em favor da cultura da inovação, em grande parte estimulada pelas garantias e seguranças jurídicas aportadas pelas legislações relacionadas ao tema, como a Lei da Inovação (10903/2004), O Novo Marco Legal da CT&I (Lei 13243/2016) e sua regulamentação (Decreto 9283/2018). No entanto, de nada adianta a intensidade do sinal se o mercado, principalmente lastreado pelo setor industrial, não tiver a capacidade de absorção do conhecimento e tecnologias emanadas do ambiente acadêmico, e vice-versa. Por isso, é necessário existir uma sinergia entre a relação universidade-empresa, assim

como políticas de inovação que favoreçam o crescimento simultâneo da capacidade de emissão de sinais inovativos e, conseqüentemente, um ambiente favorável para transferência de tecnologias (TT) que não esbarre em insegurança jurídica (Silva e Vasconcellos, 2018).

As estatísticas de patentes têm sido utilizadas como indicadores de atividade inventiva e inovação e subsidiado estudos sobre o progresso tecnológico de regiões e países (Griliches, 1990; OCDE, 2005; Vasconcellos et al., 2018). Embora, exista divergência quanto a utilização de dados de patentes como proxy de inovação, cabe destacar também que as patentes podem representar “sinais” que o mercado recebe em relação ao potencial de inovação de uma empresa ou setor (Mazzucato e Tancioni, 2012).

Em estudo realizado por Silva (2014) foi observado que dentre um total de 3.106 pedidos de patentes publicados na via do Patent Cooperation Treaty (PCT), com prioridade brasileira, no período de 2002-2012, o ambiente acadêmico brasileiro representava 19,5%. E destes, 50% estão concentrados no domínio tecnológico de Farmácia-Biotecnologias (Silva, et al. 2017). Ao estratificar a maior propensão de proteção das universidades brasileiras, tem-se que, no subdomínio tecnológico de Biotecnologia, a dependência dos “sinais” emitidos ao mercado são ainda maiores, quando, dos 92 pedidos de patentes neste setor, 77 (81,9%) são patentes acadêmicas, superando, inclusive, as detidas pelo setor produtivo.

Assim, dado que a maior parte das patentes universitárias estão em áreas baseadas em ciência, ainda assim há algumas lacunas para esclarecimento: Como se comportam as Universidades na emissão de “sinais” de inovações advindas da Biodiversidade local? Existe relação destes pedidos com o acesso ao Patrimônio Genético? Com uma das maiores biodiversidades do mundo, mas em se tratando de benefícios tecnológicos, o Brasil tem se aproveitado dessa biodiversidade? (Silva, 2014).

A biodiversidade brasileira é subutilizada no que se refere ao desenvolvimento de inovações em saúde, alimentos e energia. Tendo em vista que o Brasil é um dos países com maior biodiversidade do mundo, poderia esta ter maior destaque como um fator de produção, trazendo para o debate o uso consciente e sustentável dos recursos naturais em sintonia com o desenvolvimento econômico e científico do país (Freire, 2017).

A Lei nº 13.123/2015, conhecida como a Lei da Biodiversidade brasileira, dispõe, dentre seus objetivos, sobre a regulamentação do Acesso ao Patrimônio Genético (APG) no país, bem como sobre o acesso ao conhecimento tradicional associado e repartição de benefícios. Em seu artigo 3º a lei estabelece:

O Acesso ao Patrimônio Genético existente no País ou ao conhecimento tradicional associado para fins de pesquisa ou desenvolvimento tecnológico e a exploração econômica de produto acabado ou material reprodutivo oriundo desse acesso somente serão realizados mediante cadastro, autorização ou notificação, e serão submetidos a fiscalização, restrições e repartição de benefícios nos termos e nas condições estabelecidos nesta Lei e no seu regulamento (Brasil, 2015).

A Lei de Biodiversidade busca tornar mais simples os procedimentos relacionados ao acesso aos recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados no país, de forma a não dificultar as pesquisas visando a inovação de novos produtos e processos e dar maior segurança jurídica.

Antes da entrada das novas regras de acesso ao Patrimônio Genético no país

estabelecidas pela Lei 13.123/2015, passou-se por alguns marcos legais, de onde destaca-se:

- 1) A Medida Provisória (MP) 2.052 publicada em 29 de junho de 2000, estabelecendo, em seu artigo 28, que a concessão da patente fica condicionada a apresentação, por parte do requerente, a origem do material genético ou conhecimento associado, quando o produto ou processo for obtido a partir de amostra de componente do patrimônio genético.
- 2) Posteriormente a MP 2.052 foi editada a MP 2.186 que sofreu, ao longo dos anos, 16 reedições, culminando na MP 2186-16/01. Cabia à época também, por meio do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), a emissão de autorização de APG ou ao conhecimento tradicional associado, e este, por sua vez, permitiu que órgãos como o CNPq, IBAMA e IPHAN também fossem credenciadas para a emissão de autorizações.

Portanto, o objetivo do artigo é analisar a situação dos pedidos brasileiros de patentes acadêmicas universitárias oriundos das Instituições de Ensino Superior (IES) que originaram pedidos na via do PCT, depositadas no Brasil no período de 2000 a 2005, bem como identificar os pedidos que foram obtidos em decorrência de acesso a amostra do componente do Patrimônio Genético nacional ou ao Conhecimento Tradicional Associado. Assim, busca-se trazer elementos de discussão de como as universidades participam deste processo de desenvolvimento econômico, por meio de pesquisas científicas e tecnológicas oriunda da Biodiversidade.

Na discussão são também abordadas as dificuldades e a resiliência dos pesquisadores brasileiros em fazer uso das ferramentas legais para acesso ao patrimônio genético no país, bem como as dificuldades das instituições reguladoras em implementar as novas diretrizes da lei a eles relacionados.

2. Metodologia

Na categorização e tratamento das informações, foram realizados os seguintes passos:

1. Foram selecionados todos os pedidos de patentes em propriedade de universidades que originaram pedidos PCT. Utilizou-se parte do banco de dados construído em Silva (2014), extraído a partir da base do *Espacenet*. Considerou-se como recorte o período de publicação do pedido de patente de 2001 a 2006, totalizando 77 documentos de patentes. A limitação do período de 2001 a 2006 é justificada com base no conhecido *backlog* de exames do escritório brasileiro (INPI), tendo em vista que o exame dos pedidos ultrapassa 10 anos em algumas situações e este trabalho objetiva também verificar as patentes que foram concedidas.
2. Para efeito de normalização dos dados, foi necessário classificar os pedidos de patentes pela data do depósito, visto que a extração dos documentos pelo *Espacenet* é realizada pela data de publicação. Tal normalização foi necessário de modo a possibilitar a retirada dos pedidos de patentes que foram depositados anteriormente à Medida Provisória 2.052 de 30 de junho de 2000. Assim, a análise incidiu sobre as patentes depositadas no Brasil a partir de 30/06/2000 a 31/12/2005. Nesta fase, foram excluídas 7 patentes com datas anteriores, restando a análise sobre 70 documento de patentes.
3. Dos 70 pedidos de patentes sob propriedade de universidades, analisou-se a

situação (status) desses pedidos na Base de dados pública do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), www.inpi.gov.br, classificando-os em:

- i. Concedido: Quando emitida a carta patente ou reconhecida a invenção por deferimento do pedido;
 - ii. Indeferido: pedido de patente negado;
 - iii. Em análise: processo em andamento quanto à análise do pedido de patente;
 - iv. Arquivado: processo de pedido de patente que possui despacho do INPI arquivando-o.
4. Para a análise quanto ao acesso ao Patrimônio Genético nacional no desenvolvimento da invenção, foi adotada a seguinte estratégia de busca:
- i. Na base do INPI-SINPI há um campo específico com o arquivo em *pdf* da declaração, na qual o requerente confirma se o pedido de patente acessou ou não ao PG.
 - ii. Na ausência de informação contida em declaração específica, retornamos à base do INPI na internet (disponível em www.inpi.gov.br) e verificamos as informações contidas nos despachos 9.1 (deferimento) e 9.2 (indeferimento).

Vale destacar que para a verificação quanto ao acesso ao patrimônio genético nas invenções, levou-se em consideração três fatores para a escolha do período de análise dos pedidos de patentes ser de 2000 a 2005:

- i. Somente a partir da Medida Provisória 2.052 de 30 de junho de 2000 é que se passou a exigir a apresentação de declaração de acesso ao patrimônio genético brasileiro, limitando, assim, o nosso período de análise inicial;
- ii. A declaração de acesso ao patrimônio genético deve ser apresentada espontaneamente, pelo requerente do pedido de patente, no momento de depósito da invenção no INPI, porém, quando isto não ocorre, o pedido de patente cai em exigência durante o exame de patente, no qual o examinador solicitava ao requerente, através do despacho 6.6, a devida apresentação da declaração que deveria ser respondida no prazo de 60 dias, sob pena de arquivamento do pedido de patente.
- iii. O período final foi estabelecido em 2005 em face de que para a análise da situação dos pedidos de patentes, objeto deste trabalho, fica prejudicada em utilizar dados de anos seguintes, uma vez que o INPI tem um atraso no exame de pedidos de patentes (conhecido como *backlog* de patentes) que pode chegar a mais de 10 anos (Vasconcellos e Silva, 2017; Jannuzzi e Vasconcellos, 2017). Assim, não faria sentido utilizar anos mais recentes, conforme explicado na tabela 1.

Tabela 1 Tempo de Exame dos pedidos de patentes da amostra

<i>Número de pedidos de patentes</i>	<i>70</i>
<i>Média de Tempo de Exame (anos)</i>	13,0
<i>Mín. de Tempo de Exame (anos)</i>	1,7
<i>Máx. de Tempo de Exame (anos)</i>	18,6
<i>Desvio Padrão de Tempo de Exame (anos)</i>	2,8

Nota: Para calcular o tempo de exame dos pedidos de patentes que ainda estão “em análise”, considerouse a data até 31/03/2019.

Fonte: Elaboração própria

Vale destacar que o tempo mínimo de exame registrado é de 1,7 (um ano e sete décimos) refere-se a um peculiar pedido de patente no qual foi arquivado por ausência de procuração para representar os inventores ou requerentes. De acordo com a LPI, a procuração deve ser apresentada em 60 dias após o depósito de patente, independente de notificação ou exigência, sob pena de arquivamento.

3. Resultados e discussões

A tabela 2 apresenta a relação dos pedidos de patentes universitárias brasileiras que originaram pedidos PCT, com depósitos realizados no Brasil no período de 2000 a 2005. Destaque-se que 89% dos pedidos da amostra já possuem parecer final do INPI, estando em análise apenas 8 (11%) dos 70 pedidos.

Tabela 2 Lista dos pedidos de patentes universitárias depositados no INPI-Brasil para o período de 20 de junho de 2000 a 31 de dezembro de 2005.

<i>ANO DE DEPÓSITO DE ORIGEM</i>	<i>Nº PEDIDO NACIONAL</i>	<i>DATA DE DEPÓSITO</i>	<i>STATUS DA PATENTE</i>	<i>DATA DO PARECER</i>	
2000	PI 0004436-9	25/08/2000	EM ANÁLISE	-	
	PI 0007101-3	16/10/2000	CONCEDIDO	19/10/2010	
2001		13/02/2001	INDEFERIDO	21/05/2013	
	PI 0101198-7	02/03/2001	CONCEDIDO	01/09/2015	
	PI 0102414-0	12/03/2001	CONCEDIDO	30/09/2014	
	PI 0106382-0	13/03/2001	CONCEDIDO	11/07/2017	
	PI 0101322-0	06/04/2001	CONCEDIDO	28/03/2017	
	PI 0102252-0	10/04/2001	CONCEDIDO	22/10/2013	
	PI 0103827-3	22/06/2001	CONCEDIDO	21/08/2012	
	PI 0103887-7	17/07/2001	CONCEDIDO	22/01/2019	
	PI 0104510-5	27/07/2001	CONCEDIDO	07/03/2017	
	PI 0105956-4	18/10/2001	INDEFERIDO	21/01/2014	
	PI 0105500-3	05/11/2001	ARQUIVADO	13/03/2018	
	PI 0105509-7	05/11/2001	CONCEDIDO	05/01/2016	
			05/11/2001	CONCEDIDO	08/11/2016
	2002	PI 0202157-9	06/02/2002	ARQUIVADO	30/07/2013
PI 0200751-7		06/02/2002	CONCEDIDO	23/10/2018	
PI 0201115-8		02/04/2002	ARQUIVADO	08/05/2018	
PI 0203098-5		30/07/2002	CONCEDIDO	16/11/2011	
PI 0203907-9		05/09/2002	EM ANÁLISE	-	
PI 0203534-0		06/09/2002	CONCEDIDO	28/05/2013	
PI 0204130-8		18/09/2002	CONCEDIDO	24/11/2015	
PI 0204060-3		03/10/2002	INDEFERIDO	14/02/2018	
PI 0205242-3		29/11/2002	CONCEDIDO	30/06/2015	
PI 0206903-2		20/12/2002	CONCEDIDO	08/09/2015	
PI 0205419-1		20/12/2002	CONCEDIDO	24/10/2017	

2003	PI 0300729-4	12/03/2003	CONCEDIDO	09/04/2013
	PI 0301126-7	28/04/2003	INDEFERIDO	03/04/2018
	PI 0301103-8	29/04/2003	INDEFERIDO	15/10/2013
	PI 0301254-9	06/05/2003	CONCEDIDO	02/05/2012
	PI 0301484-3	26/05/2003	CONCEDIDO	29/12/2015
	PI 0302176-9	30/06/2003	ARQUIVADO	05/09/2017
	PI 0305444-6	07/08/2003	INDEFERIDO	17/03/2015
	PI 0303014-8	29/08/2003	EM ANÁLISE	-
	PI 0303623-5	11/09/2003	INDEFERIDO	14/02/2017
	PI 0305646-5	22/10/2003	INDEFERIDO	10/02/2015
	PI 0305535-3	11/11/2003	ARQUIVADO	04/12/2007
	PI 0305197-8	13/11/2003	CONCEDIDO	02/04/2019
	PI 0307864-7	25/11/2003	CONCEDIDO	12/01/2016
2004	PI 0400115-0	23/01/2004	CONCEDIDO	30/10/2018
	PI 0400869-3	02/03/2004	CONCEDIDO	06/03/2018
	PI 0400735-2	23/03/2004	EM ANÁLISE	-
	PI 0401591-6	30/08/2004	EM ANÁLISE	-
	PI 0401592-4	15/04/2004	INDEFERIDO	22/09/2015
	PI 0401797-8	20/05/2004	ARQUIVADO	05/12/2017
	PI 0402330-7	14/06/2004	INDEFERIDO	30/06/2015
	PI 0402338-2	16/06/2004	CONCEDIDO	06/01/2015
	PI 0402659-4	23/06/2004	EM ANÁLISE	-
	PI 0402375-7	30/06/2004	CONCEDIDO	20/05/2014
	PI 0403363-9	20/08/2004	INDEFERIDO	17/05/2016
	PI 0403628-0	25/08/2004	INDEFERIDO	05/08/2014
	PI 0403713-8	30/08/2004	EM ANÁLISE	-
	PI 0405418-0	02/09/2004	INDEFERIDO	10/04/2018
	PI 0404152-6	17/09/2004	EM ANÁLISE	26/09/2006
	PI 0404130-5	20/09/2004	CONCEDIDO	02/10/2018
	PI 0406124-1	20/10/2004	ARQUIVADO	27/06/2006
	PI 0406040-7	21/10/2004	CONCEDIDO	11/09/2018
	PI 0406309-0	05/11/2004	CONCEDIDO	25/07/2017
PI 0404994-2	11/11/2004	CONCEDIDO	22/01/2019	
2005	PI 0500333-4	02/02/2005	INDEFERIDO	24/03/2015
	PI 05007275	03/03/2005	ARQUIVADO	14/08/2018
	PI 0500959-6	23/03/2005	EM ANÁLISE	-
	PI 0502411-0	31/03/2005	INDEFERIDO	26/02/2019
	PI 0503187-7	16/05/2005	CONCEDIDO	16/04/2019
	PI0501790-4	17/05/2005	CONCEDIDO	12/02/2019
	PI 0503122-2	30/05/2005	INDEFERIDO	16/08/2016
	PI 0502016-6	03/06/2005	CONCEDIDO	09/04/2019

Fonte: Elaboração própria

Ressalta-se que das 35 patentes concedidas, 2 (duas) estão com status atualmente de “extintas” por falta de pagamento de anuidade. São elas: PI 0007101-3 e PI 0301254-9, ambas sob titularidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Considerando que nosso estudo tem o objetivo de identificar os potenciais sinais de inovação emanados do ambiente universitário ao mercado, optou-se por permanecer com o status de

concedida na tabela 2, tendo em vista o mérito e o atendimento aos requisitos de patenteabilidade estabelecidos pelo INPI. Embora o “sinal” de inovação tenha sido emitido, o direito de propriedade decorrente da patente não teve continuidade nesses dois casos. Pode-se inferir que se devem a questões administrativas de gerenciamento do seu Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), questões financeiras da própria universidade ou até mesmo de perda de interesse no potencial da tecnologia. Situação muito parecida foi constatada em muitos pedidos de patentes com status de “arquivados”, seja por perda de prazos ou anuidades.

A tabela 3 apresenta o nível de interação dos pedidos de patentes analisados neste trabalho. A maioria dos pedidos (69%) está sob titularidade exclusivamente das universidades, enquanto que a colaboração com empresas é relativamente baixa (14%) para o período. E mesmo ao calcular o Índice de Concessão de Patentes (ICPat), a relação Universidade-Empresa tem desempenho inferior, mesmo quando os pedidos são realizados em colaboração com outras universidades brasileiras, Fundações de Amparos à Pesquisa (FAP) ou Instituições Públicas de Pesquisa (IPP). Esperava-se um desempenho melhor quando a patente é em cooperação com a empresa, porque, em via de regra, esta passa a ser o *locus* de teste e aplicação direta da invenção para gerar inovações (Querido et al., 2011).

Tabela 3 Interação e índice de concessão de patentes dos pedidos de patentes universitárias, depositadas no período de 2000-2005

Classificação do Requerente	Arquivado	Concedido	Em análise	Indeferido	Total Geral	ICPat
UNIV	6	25	5	12	48	14,53
UNIV-EMP	2	3	1	4	10	1,00
UNIV-FAP	1	4	1	1	7	2,67
UNIV-IPP		3	1		4	3,00
UNIV-ISFL		1			1	1,00
Total Geral	9	35	8	17	70	

Fonte: Elaboração própria

Dado que uma parte substancial (81%) dos pedidos de patentes das universidades, depositados no período de 2000 a 2005, está concentrado no setor de Química, conforme tabela 4, um sobre-esforço dos Núcleos de Inovação Tecnológica e gestores das universidades tem sido realizado com o intuito de disseminar, ou mesmo alertar, aos pesquisadores sobre as novas regras que implicam diretamente na realização de atividades de pesquisas e desenvolvimento tecnológico. A falta de clareza nos procedimentos para o acesso à Biodiversidade dificultou por muito tempo a sua utilização como insumo estratégico para produtos inovadores, com implicações igualmente negativas para a realização de pesquisas e desenvolvimento tecnológico no Brasil. Vale destacar que um cenário de insegurança jurídica pode levar também a retração de investimentos, por virem a ser considerados como inovação de alto risco (Freire, 2017).

Tabela 4 Setores e Áreas Tecnológicas dos pedidos de Patentes universitário, no período de 2000-2005

Setor / Área	Total de Patentes
Eletricidade - Eletrônica	4
Comunicação Digital	3
Processos Básicos de Comunicação	1
Engenharia Mecânica	6
Componentes Mecânicos	1
Motores, bombas e turbinas	2
Outras maquinarias especiais	2
Transporte	1
Instrumentação	3
Controle	1
Técnicas de Mensuração	2
Química	57
Biotecnologia	8
Engenharia Química	2
Materiais, Metalurgia	3
Produtos Farmacêuticos	14
Química de Alimentos	3
Química de Materiais	5
Química Macromolecular, Polímeros	3
Química Orgânica Fina	15
Tecnologia Ambiental	2
Tecnologia de Superfície, revestimento	2
Total Geral	70

Fonte: Elaborado pelos autores

Assistimos, em anos recentes, a ascensão de novos países na corrida da inovação mundial. Cita-se, por exemplo a Índia, com destaque na indústria farmacêutica, e a China como potência mundial em Ciência e Tecnologia (Vasconcellos et al. 2018; Godinho, 2019). Neste contexto o Brasil não deve se contentar com a posição de destaque

alcançada no agronegócio e como exportador de commodities (Morel e Hauegen, 2017) e devem ser envidados cada vez mais esforços para aumentar a densidade tecnológica da produção associada à biodiversidade, com a participação das universidades que já se destacam em várias áreas, inclusive no que tange ao patenteamento.

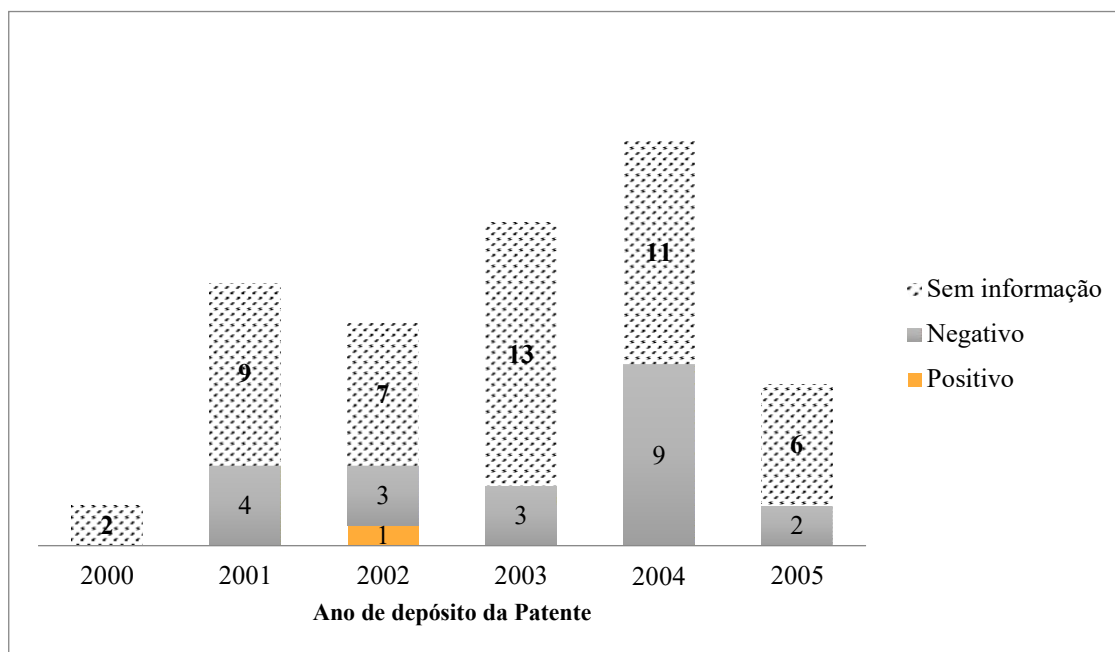
Vemos que as universidades têm alçado voos para áreas de fronteira do conhecimento, tendo o esforço de patenteamento se concentrado nas áreas de Química Orgânica Fina, Produtos Farmacêuticos e da Biotecnologia (Tabela 4). No entanto, conforme também apontado por França e Vasconcellos (2018) em estudo sobre o patenteamento de fitoterápicos no Brasil, observa-se que muito pouco deste esforço se converte em inovações no mercado com o adequado aproveitamento das vantagens naturais existentes no território brasileiro, em função de sua rica biodiversidade.

A Figura 1 apresenta a participação efetiva dos pedidos de patentes acadêmicas universitárias que declararam o desenvolvimento de invenção obtidos em decorrência de um acesso a amostras do componente do patrimônio genético nacional. Vale reforçar que toda a análise foi realizada considerando as patentes depositadas posteriormente à entrada em vigor da MP 2.052 de 30 de junho de 2000. Face que foi mediante esta legislação que o Brasil passou a regulamentar o acesso ao patrimônio genético no país, incluindo assim, a obrigatoriedade de cumprimento da referida medida provisória nos pedidos de patentes.

Assim, do total dos 70 pedidos de patentes analisados na base de dados do SINPI, apenas a patente de nº PI 0204130-8 declarou o desenvolvimento do invento mediante acesso ao Patrimônio Genético do país, com autorização do CGEN nº 02000.2004.60. A referida patente tem como titulares a Universidade de São Paulo (USP) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). A Figura 1 também exibe que 21 (30%) pedidos de patentes declararam não utilizar qualquer componente do Patrimônio Genético, e 48 (69%) pedidos de patentes não continham a informação na base de dados do SINPI.

Os pedidos de patentes sem qualquer informação quanto ao acesso ao patrimônio genético correspondem a 69% (48) do total dos 70 pedidos analisados. Porém, levando em consideração a legislação vigente à época, havia a obrigatoriedade de apresentação desta informação para que a patente fosse efetivamente concedida. Dos 48 pedidos sem informação, conforme Figura 2, 16 correspondem a patentes concedidas e outros 15 pedidos que estão em análise possuem o despacho 6.6, no qual o INPI fazia exigência de atendimento à MP 2.186-16/01, quando a informação não era apresentada espontaneamente pelo requerente do pedido de patente. Podemos sugerir que, para o caso das concessões e deferimentos, a informação de APG foi certamente prestada pelo requerente, porém não inserida no sistema do SINPI. Enquanto os pedidos de patentes que caíram em exigência podem conter, posteriormente, a informação quanto ao APG ou a ausência do documento pode ter sido um dos motivos de abandono e, conseqüentemente, arquivamento do processo.

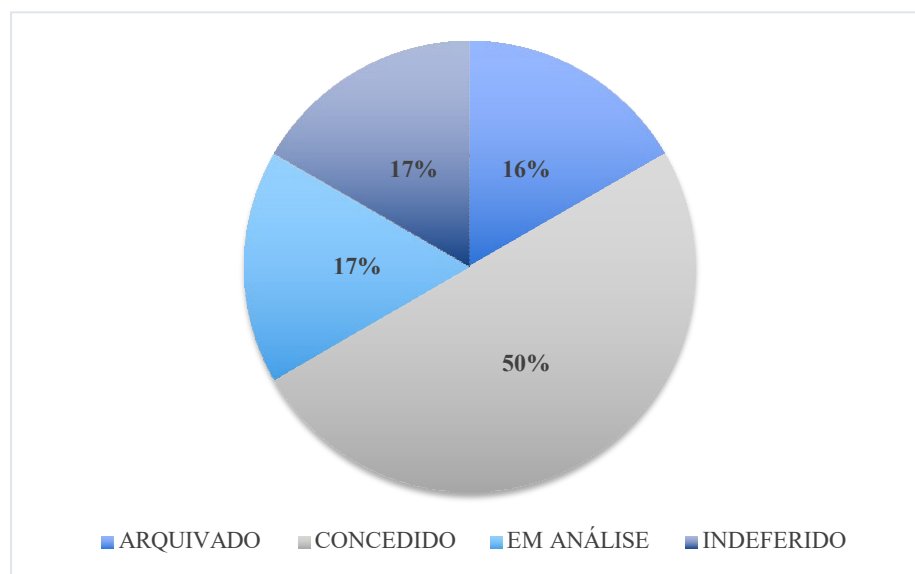
Figura 1: Distribuição dos Pedidos de Patentes de origem nacional que originaram PCT depositadas no período de 30 de junho de 2000 a 31 de dezembro de 2005 com declaração de Acesso ao patrimônio Genético



Fonte: Elaboração própria

Uma das limitações práticas do trabalho deve-se ao grau de obtenção das informações. Para o nosso estudo, realizamos o cruzamento de duas bases de dados, mas quando se trata de acesso a componente do patrimônio genético utilizado por patentes, a informação ainda carece de mais investigação. Uma alternativa seria a verificação direta com os requerentes dos pedidos, o que demandaria mais tempo, ou o INPI efetivamente alimentar a informação em sua base do SINPI e tornar, posteriormente, esta informação pública em sua base de dados disponível para consultas na página da instituição. Esta é uma informação vital tanto para os NIT, quanto aos próprios inventores, órgãos de controle e, até mesmo, instituições, empresas e comunidades que, porventura, sintam-se lesadas por pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos sem a devida autorização e repartição justa e equitativa dos benefícios.

Figura 2 Estado dos pedidos de patentes brasileiros que não possuem informação quanto ao Acesso ao Patrimônio Genético, no período 2000-2005



Fonte: Elaboração própria

A atual Lei 13.123/2015, regulamentada pelo decreto 8.772 publicado em 11 de maio de 2016, prevê a possibilidade de adequação ou regularização das atividades realizadas, a partir de 30 de junho de 2000, que tenham sido desenvolvidas com acesso ao patrimônio genético ou ao Conhecimento Tradicional Associado (CA) (Brasil, 2015).

Desta forma, as atividades desenvolvidas entre 30 de junho de 2000 e 2015 que obtiveram acesso ao patrimônio genético ou ao Conhecimento Tradicional Associado deveriam realizar o cadastramento no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen). Entretanto, o cadastramento foi o primeiro obstáculo, pois o SisGen ainda não existia quando a lei entrou em vigor. Embora a lei seja de 2015, somente em 3 de outubro de 2017 é que o sistema foi disponibilizado. Nesse contexto, as instituições tiveram o prazo de 1 (um) ano contado da implementação e disponibilização do SisGen.

Para fins de regularização no Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI dos pedidos de patentes depositados durante a vigência da Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001, o requerente deverá apresentar o comprovante de cadastro ou de autorização de que trata a lei 13.123/2015.

Embora o SisGen esteja em operação e já conte com cadastros realizados pelas universidades, no entanto, o que tem assombrado as IES é o fato de adequar ou regulamentar os APG ou aos conhecimentos tradicionais associados realizados no passado, ou seja, da data de 30 de junho de 2000 até a data de regulamentação da Lei 13.123/2015. Principalmente porque, em se tratando de patentes, os NIT são estruturas recentes nas universidades e muitos foram criados depois de 2005. Desta forma, nem todas as IES e suas estruturas tinham gestão e controle de pesquisas realizadas em suas instituições. Ainda assim, os NIT atualmente passam por um processo de maturidade de sua gestão, mas poucos são os que conseguem atuar em todas as esferas de suas atividades previstas na Lei de Inovação.

Mas a barreira de acompanhamento não se limita apenas ao ambiente acadêmico. O próprio CGEN, responsável pela emissão de autorizações de APG e/ou CA, no ano de 2012 emitiu as respectivas

autorizações apenas para 116 projetos de pesquisa, número infinitamente subestimado ao volume de pesquisas realizadas no país, principalmente relacionadas à bioprospecção e ao desenvolvimento tecnológico oriundas do patrimônio genético nacional (Jungmann, 2016; Fioravanti, 2011).

A inovação possui características locais e depende da sinergia de diferentes agentes econômicos, ou seja, é sistêmico e interativo (Cassiolato e Lastres, 2005). No entanto, a relação universidade-empresa tem vindo a ser bastante explorada quanto a questões de desenvolvimento científico e tecnológico do país, e neste cerne, inserem-se as discussões sobre os efeitos do patenteamento das universidades e a baixa transferência de tecnologias ao setor produtivo, pondo a ausência de interação destes atores como uma das causas que interferem na capacidade inovadora e, conseqüentemente, no desenvolvimento econômico brasileiro.

A capacidade de gestão e recursos financeiros são fatores importantes que devem ser levados em consideração nos próximos anos quando analisado o indicador de patentes detidos por ambientes acadêmicos, principalmente em instituições públicas. A grave instabilidade política que o país atualmente atravessa e a recessão econômica dos últimos anos já trazem efeitos perversos às IES, tanto ao seu desenvolvimento científico, quanto à sua capacidade de converter o conhecimento em progresso tecnológico, como por exemplo, as patentes. Cortes orçamentários, contingenciamento de recursos e escassez de financiamentos pelas agências de fomento, federal e estaduais, já têm impactado severamente pesquisas científicas, tecnológicas e de inovação, além de atingir a função básica do ensino nas instituições públicas do país. Vale, ainda, enfatizar que num sistema de inovação, não somente a interação Universidade- Empresa é importante, mas outros agentes que compõem os subsistemas econômicos, financeiros, sociais e políticos, uma vez que estes podem interferir no desempenho de gerar inovações e, conseqüentemente, desenvolvimento econômico. A possibilidade de uso mais intenso das potencialidades da biodiversidade nos estudos científicos, atrelado ao desenvolvimento de soluções tecnológicas de interesse comercial ou social e a apropriação empresarial destas tecnologias pelo setor produtivo são etapas imprescindíveis na composição de uma plataforma de desenvolvimento de país.

Com base nos dados apresentados acima, apesar da evidência de elementos de conhecimento do ambiente patentário, a academia não mostrou habilidade para proceder às obrigações legais de informação do acesso, como se deveria esperar. Em grande parte, pode-se atribuir à falta de disseminação da cultura acadêmica sobre a legislação do setor. De outro lado, a nova legislação de acesso à biodiversidade e seus mecanismos de operacionalização devem ser acompanhados de perto por todos os usuários do sistema envolvidos com inovações na área, de maneira a evitar que este também se torne um elemento complicador da competitividade empresarial, não bastasse as dificuldades de praxe que as micro e pequenas empresas já apresentam em lidar com o tema das patentes e de exercitar a relação com a academia.

4. Conclusão

O trabalho aqui desenvolvido buscou contribuir com a discussão quanto a

participação das universidades no patenteamento brasileiro sob a ótica do indicador de patentes, bem como o atual panorama das instituições frente à legislação de Acesso ao Patrimônio Genético brasileiro para realização de pesquisas ou desenvolvimento tecnológico.

Assim, evidenciou-se que dos 70 pedidos de patentes acadêmicas universitárias brasileiras no período 2000-2005, apenas 1 pedido apresentou autorização de acesso, enquanto 21 (30%) pedidos declararam não ter acessado a qualquer componente do patrimônio genético brasileiro. Porém, a maioria dos pedidos de patentes não tem a informação disponível na base de dados do próprio INPI. Embora ao longo do trâmite de proteção há, nos pedidos de patentes, o despacho 6.6 referente à exigência do INPI para a IES apresentar

a declaração de autorização, ou não, de APG ou ao conhecimento tradicional associado, ainda assim, 17 pedidos de patentes (24,3%) não foram passíveis de afirmação para correlacionar ao ambiente de acesso ao patrimônio genético do Brasil.

Tendo em vista o backlog na concessão de patentes realizado pelo INPI, o estudo teve limitações para analisar anos mais recentes, visto que pedidos de patentes ainda estão em análise e não dispõem de informações quanto ao APG. Entretanto, no período analisado, 89% dos pedidos já constam decisões de patentes. Do total, 50% são patentes concedidas, 23% foram pedidos indeferidos e 11% ainda estão em análise.

A divergência de informação entre as bases de dados analisadas neste trabalho demonstra lacunas de investigação quanto a real participação das IES em desenvolvimento tecnológico, medida por patentes, que tenham sido desenvolvidas com acesso a algum componente do patrimônio genético brasileiro.

Como perspectiva, considera-se que a metodologia aqui proposta e o estudo de caso destas patentes acadêmicas universitárias, aqui levantadas, contribua para o possível aumento da eficiência do gerenciamento das atividades de produção de invenções em que a universidade está envolvida. De outro lado, seria interessante que a informação de acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado, originários de pedidos de patentes, estivessem facilmente disponíveis na base de dados pública do INPI, facilitando a ampla difusão da matéria patentária.

5. Referências

- Brasil (1996). Lei 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 14 mai. 1996.
- Brasil (2000). Medida Provisória nº 2.052, de 29 de junho de 2000. Regulamenta incisos da Constituição, alíneas da Convenção sobre Diversidade Biológica e dispõe o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, 2000. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas/2052.htm . Acesso em: 13/07/2017.
- Brasil (2001). Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001. Regulamenta incisos da Constituição, alíneas da Convenção sobre Diversidade Biológica e dispõe o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, 2000. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas/2052.htm . Acesso em: 27/06/2017.
- Brasil (2015). Lei 13.123, de 20 de maio de 2015. dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade.
- Breschi, S., Lissoni, F., & Montobbio, F. (2008). University patenting and scientific productivity: a

- quantitative study of Italian academic inventors. *European Management Review*, 5(2), 91–109.
- Cassiolato, J. E., & Lastres, H. M. M. (2005). Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. *São Paulo em perspectiva*, 19(1), 34-45.
- Fioravanti, C.H. (2011) Laws hinder drug development inspired by Amazonian biodiversity. *Nature Medicine*, v.17, p.1170.
- França, E. de, e Vasconcellos, A. G. (2018) Patentes de fitoterápicos no Brasil: uma análise do andamento dos pedidos no período de 1995-2017. 35(3), 31.
- Freire, C. T. (2017). Pesquisa, Inovação e a Nova Lei de Biodiversidade no Brasil: Avanços e Desafios. In Políticas de Apoio à Inovação Tecnológica no Brasil: Avanços recentes, Limitações e Propostas de Ações. IPEA. 1,333– 370.
- Godinho, M.M. (2019) A inovação em Portugal, versão 2.0. O Jornal Económico, 01/02/2019, disponível em: <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/a-inovacao-em-portugal-versao-2-0-405643>. Acessado em: 05/02/2019.
- Grilliches, Z. (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. *Journal of Economic Literature*, 28, 1661– 1707.
- Jannuzzi, A. H. L., & Vasconcellos, A. G. (2017). Quanto custa o atraso na concessão de patentes de medicamentos para a saúde no Brasil? *Cadernos de Saúde Pública*, 33(8).
- Jungmann, D. (2016) O novo marco legal da lei de acesso à biodiversidade. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL, 36., 2016, São Paulo. [Palestras]. Rio de Janeiro: São Paulo: ABPI. Painel 7.
- Lissoni, Francesco, Patrick Llerena, Maureen McKelvey, and Bulat Sanditov. (2008). “Academic Patenting in Europe: New Evidence from the KEINS Database.” *Research Evaluation* 17(2): 87–102.
- Mazzucato, M., & Tancioni, M. (2012). R&D, patents and stock return volatility. *Journal of Evolutionary Economics*, 22(4), 811–832.
- Morel. C. M., Hauegen, R. (2017) Ascensão, queda e ressurreição dos INCTs. *Jornal Valor Econômico*, 09/05/2017, disponível em: https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/u34/ascensao_queda_e_ressurreicao_dos_incts.pdf. Acessado em: 22/04/2019.
- Mowery, D. C.; Nelson, R. R.; Sampat, B.N., Ziedonis, A.A. (2001). The growth of patenting and licensing by US universities: an assessment of the effects of the Bayh–Dole act of 1980. *Research Policy*, 30(1),99–119.
- OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, (2005). Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Tradução da Financiadora de Estudos e Projetos. Paris.
- Perkmann, M. et al. (2013) Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university– industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442.
- Querido, A. L. de S., Salgueiro Lage, C. L., & Guimarães Vasconcellos, A. (2011). What is the Destiny of Patents of Brazilian Universities? *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(1), 46–57.
- Silva, K. Patentes Acadêmicas no Brasil: Um Novo Panorama de Contribuição das Universidades na via PCT. (2014). 70 f. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação) – Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Silva, K., & Vasconcellos, A. G. (2018). Academic inventors and patent rights: structure of collaboration in academic patents and university patents in Brazil. *Marketing and Management of Innovations*, (3), 21–33.
- Silva, K., Godinho, M.M.; Tonholo, J.; Uchôa, S.B.B. & Vasconcellos, A.G. (2014). Patentes Acadêmicas X Patentes Universitárias: uma Avaliação do Inventor Acadêmico nas Patentes Depositadas pela via PCT 2002-2012. *Cadernos de Prospecção*, 7, 335–344.
- Silva, K., Vasconcellos, A.G.; Tonholo, J., & Godinho, M.M. (2017). Academic patenting in Brazil: the role of academic inventors in PCT patent applications – 2002-2012. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 30(4), 529–546.
- Vasconcellos AG, Fonseca e Fonseca BdP, Morel CM (2018) Revisiting the concept of Innovative Developing Countries (IDCs) for its relevance to health innovation and neglected tropical diseases and for the prevention and control of epidemics. *PLoS Negl Trop Dis* 12(7).

Conectividad internacional y transferencia de tecnología de las Universidades Españolas

Isabel Álvarez

Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), España
mialvare@ucm.es

Raquel Marín

Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), España
[rmarinsa@ucm.es](mailto:rmarina@ucm.es)

Lisset Medina

Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), España
lissetme@ucm.es

Resumen

La universidad es un agente clave para el avance del conocimiento y la investigación científica y, junto a otras organizaciones, también para la innovación tecnológica. En este trabajo se analiza el papel de las universidades españolas como agente clave en la generación de entornos que favorecen la transferencia de conocimiento científico y tecnológico a través de las patentes. Se utiliza la información de la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO), en el periodo 1990-2017, para analizar la distribución geográfica de las patentes universitarias en el contexto español, la configuración de las relaciones entre los distintos socios con los que se colabora para la generación de patentes, tanto a nivel nacional como internacional. Con un análisis de regresión se explican los factores más relevantes en las patentes universitarias de los entornos innovadores y se finaliza con algunas ideas sobre la importancia de las redes de colaboración y el impacto en el entorno, teniendo en cuenta el reto de las universidades en la actualidad de contribuir también a la solución de problemas de la sociedad, mejorando las condiciones ambientales, sociales y económicas de los contextos locales y nacionales.

Palabras clave

Universidades; transferencia; patentes; innovación; colaboración.

1. Introducción

Las patentes constituyen uno de los principales indicadores para aproximar empíricamente la generación y transferencia de conocimiento en los ámbitos de la ciencia y la tecnología (Carlsson et al., 2002). En este trabajo se realiza un análisis de las patentes, específicamente de aquéllas en las que intervienen las universidades españolas, atendiendo tanto a la distribución geográfica como según campo tecnológico, y a la colaboración nacional e internacional en ciencia y tecnología, distinguiéndose cuáles son los agentes y los países más relevantes con los que se colabora a la hora de patentar. El propósito es tratar de identificar el perfil de transferencia de las universidades a través de las patentes, y comprobar el grado y el papel de la internacionalización de investigadores e instituciones en la formación de los ecosistemas locales en España.

La universidad ha ido consolidando su peso y relevancia en la propia evolución del sistema español de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas, y lo ha hecho tanto en el ámbito de la docencia y la formación de personas, como en su papel de centro de

producción y difusión del conocimiento científico y tecnológico. En el marco normativo de referencia, la Ley Orgánica de Universidades de 6 de diciembre de 2001 (BOE-A-2001-24515), el artículo 41 alude al fomento de la investigación, del desarrollo científico y de la innovación tecnológica en la Universidad. En particular, en el punto 2g de ese artículo se hace mención explícita a “la vinculación entre la investigación universitaria y el sistema productivo, como vía para articular la transferencia de los conocimientos generados y la presencia de la universidad en el proceso de innovación del sistema productivo y de las empresas, prestando especial atención a la vinculación con el sistema productivo de su entorno”. Esto conduce a afirmar que la estructura de relaciones entre las universidades y su entorno, proporcionan un marco adecuado para estudiar la articulación y la dinamización de factores que favorecen la generación y transferencia de ciencia y tecnológica en los contextos locales.

La idea de partida es, por lo tanto, que las universidades, además de sus actividades docentes y de investigación, pueden tener vínculos sólidos y estar estrechamente relacionadas con otros centros de I+D, empresas privadas, parques tecnológicos, y organismos e instituciones públicas, propiciándose así la generación de nuevo conocimiento que es fuente de innovación, de productividad y de crecimiento económico. En el caso español, la propiedad industrial está regulada en la Ley de Patentes 24/2015, que entró en vigor el 1 de abril de 2017 (BOE-A-2015- 8328), y en la que se dedica un espacio diferenciado -el artículo 21- al régimen jurídico de las invenciones realizadas en las universidades públicas, y también en otros entes públicos de investigación.

Por su parte, la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020, como marco de referencia en materia de investigación e innovación para el país, y dentro de ésta el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, y el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020, se articulan para favorecer el impulso e impacto de la investigación y el desarrollo de un entorno innovador que permita dar respuesta a los grandes retos de la sociedad. En este contexto, teniendo en cuenta la importancia de la universidad y de la colaboración con otras organizaciones en el marco de la innovación tecnológica, en este documento se analiza el papel de las universidades españolas como agente clave en la generación de entornos que favorecen la transferencia de conocimiento científico y tecnológico a través de las patentes.

2. Antecedentes

Las universidades juegan un papel estratégico en la generación y difusión de conocimiento científico y tecnológico, y el papel en su entorno viene dado por su integración a los sistemas de innovación, como un actor clave en la dinamización de los mecanismos de transferencia de ciencia y tecnología. El modelo de la triple hélice, que fuera impulsado por Etzkowitz y Leydesdorff (2000), hace referencia a la importancia de las interacciones entre la academia, la industria y el gobierno en una economía basada en el conocimiento. De hecho, esta vinculación constituye un factor relevante y hace más probable no solo la generación de conocimiento sino también su intercambio y transferencia al sector productivo y social. El proceso de transferencia y la relación existente entre la universidad y su entorno, puede ser analizado teniendo en cuenta dos posibles direcciones o vías; por un lado, según lo que la universidad recibe de su entorno y, por el otro, atendiendo a lo que la universidad entrega a su entorno. Es por ello que la actividad de la universidad y su capacidad de influencia, es algo que está ligado a las características sociales, ambientales y políticas, que son propias de la región donde se encuentre ubicada, definiendo un importante componente de arraigo.

La comprensión del proceso de transferencia también requiere descender al interior de la organización de las universidades y, en particular, atender a la capacidad y actividad de aquellas unidades intermedias dedicadas específicamente a la gestión de la investigación y a la transferencia (COTEC, 2003). Además, en un estudio realizado por Fuster et al. (2018), se confirmaba empíricamente que las empresas spin-off universitarias son actores principales en el ecosistema universitario emprendedor, y contribuyen a fortalecer la transferencia de conocimiento a través de sus relaciones con otras empresas, incluso más allá de este ecosistema. Por otra parte, la presencia de parques científicos y la concentración local de empresas de alta tecnología puede tener un efecto positivo en la comercialización de la investigación universitaria, tal como señalan Caldera y Debande (2010). Todos estos instrumentos resultan ser de gran relevancia para el establecimiento de ecosistemas de innovación dado que tienen la función de favorecer la transferencia de conocimiento entre la universidad y su entorno.

Por su parte, las patentes constituyen una fuente de información valiosa del avance tecnológico y son indicadores de medición de la colaboración y la internacionalización de la innovación (Griliches, 1990). Como señala el Informe de la Comisión Europea “Boosting Open Innovation and Knowledge Transfer in the European Unión” (EC, 2014), es creciente la importancia de llevar a cabo acciones conducentes a fortalecer el papel de las universidades como instituciones que participan en la co-creación con socios interactivos en los ecosistemas de innovación, ante el proceso de transformación interno en las universidades y su concepción actual como centros de difusión de conocimiento e incluso como principales centros intermediarios en el proceso de comercialización de la ciencia y la tecnología.

Los datos de patentes representan una valiosa fuente de información relacionada con el desarrollo científico y tecnológico. Una patente es un título de propiedad que otorga el Estado sobre las invenciones; para ello, es necesario cumplir con los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial. A partir de esta información y con el propósito de recoger algunas dimensiones que caracterizan la propiedad industrial, uno de los principales referentes a nivel global sobre regulación de patentes en las universidades es la denominada ley Bayh Dole, de principios de los años ochenta en Estados Unidos, que se enfocó principalmente en la enajenación de aquellas invenciones que se derivaban de la investigación realizada con fondos federales. Con posterioridad, a finales de los años 90, y siguiendo el ejemplo normativo de Estados Unidos, otros países europeos procedieron a reformar y adaptar su marco regulatorio para poder dotar de una mayor participación y autonomía a las universidades en las actividades relacionadas con la propiedad intelectual y las formas de vinculación con entidades del sector público y privado (Rafferty, 2008).

Existen diversos estudios relacionados con las patentes universitarias en el contexto europeo. Entre estos cabe reseñar el análisis de las patentes en Finlandia en relación con los resultados de una encuesta realizada a inventores académicos entre los que se da cuenta que la mayoría de los inventos que se patentaban estaban estrechamente relacionados con la investigación científica, y que ésta a su vez estaba frecuentemente financiada con fondos públicos (Meyer et al., 2003). Por su parte, Saragossi et al. (2003) estudian las patentes de las universidades belgas; el trabajo de Balconi et al. (2004) muestra el análisis de las patentes académicas italianas y de las redes de colaboración de inventores, y en Baldini (2006) se encuentra un estudio sobre la actividad de patentes de las universidades danesas.

El estudio realizado por Henderson et al. (1998) explora las patentes universitarias del periodo 1965-1988 en Estados Unidos como una fuente de información sobre la relación cambiante entre la universidad y el sector privado. Esta relación también se muestra en el

trabajo de Cantwell y Santangelo (1999), que igualmente hacen uso de los datos de patentes concedidas a las empresas más grandes del mundo en Estados Unidos entre 1969 y 1995, siguiendo la clasificación de la USPTO para analizar la ubicación y dispersión internacional de diferentes tipos de tecnología. En el caso español, Martínez y Bares (2018), utilizan los datos de las patentes presentadas por universidades públicas de Andalucía entre 1998 y 2009, como un indicador aproximado de la actividad de transferencia de tecnología de las instituciones académicas.

El hecho es que las estadísticas de patentes se han utilizado en numerosas ocasiones y su utilidad como indicador de generación y transferencia de conocimiento se ha ido consolidando a lo largo del tiempo, también porque es mayor la información disponible en formato electrónico, lo que facilita el análisis de las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología. No obstante, los datos sobre patentes son complejos y las bases de datos presentan tanto ventajas como desventajas que se deben conocer antes de utilizarlas; sin embargo, es mucho más favorable por la cantidad de datos disponibles y por el potencial detalle industrial, organizativo y tecnológico que aportan (Griliches, 1990).

Asumiendo la innovación como un factor determinante para el avance de la productividad y el crecimiento económico de los países, en la actualidad ha ido ganando protagonismo la colaboración como forma de llevar a cabo las innovaciones. La búsqueda de fuentes de conocimiento, de capacidades, así como socios estratégicos, ha hecho que el concepto de innovación abierta haya ido ganando terreno (Chesbrough, 2006). Esto es debido a la relevancia que tienen las interacciones entre distintos actores para la realización de proyectos de investigación científica y tecnológica, proyectos de consultoría e incluso para la generación de patentes por parte de inventores de distintas instituciones. Esas formas de colaboración se pueden dar tanto en el contexto nacional como en el ámbito internacional, tal como se distingue en Archibugi y Michie (1995). Según la OCDE “Las innovaciones pueden surgir a través de vínculos entre actores dentro o a través de diferentes sectores y a través de una amplia gama de mecanismos (cooperación, alianzas, joint ventures), o como un proceso interactivo que involucra innovación abierta o interacciones usuario productor” (OCDE, 2013). Estos mecanismos han permitido que las universidades, las empresas y entidades del sector público y privado, se aproximen cada vez más, generando redes colaborativas dinámicas que propician la transferencia de conocimiento. Entre los instrumentos más relevantes que facilitan la colaboración encontramos la creación de empresas de base tecnológica a partir de la actividad universitaria, la participación de las empresas en las actividades de I+D+i, la coinvencción de patentes, y los proyectos de investigación científica y tecnológica.

Las universidades pueden, en definitiva, fomentar la participación de sus investigadores en la generación de patentes para su comercialización, aprovechando al máximo los conocimientos y la experimentación que se realiza desde la universidad. Rubiralta (2004) pone el énfasis en el papel que juega la colaboración entre grupos de inventores, principalmente de universidades y centros tecnológicos, con empresas en áreas geográficas destacadas para impulsar la innovación regional. Con todo, la innovación colaborativa es una práctica que se está posicionando como elemento clave para optimizar la combinación de capacidades entre distintos actores que fomenta la generación de tecnologías que son demasiado complejas como para ser desarrolladas en solitario.

3. Metodología

El análisis de patentes que aquí se realiza parte de la información estadística contenida en la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (United States

Patent and Trademark Office, USPTO), que recoge la totalidad de solicitudes presentadas con participación de inventores u organizaciones de origen español. La USPTO proporciona información bibliográfica de interés, tal como el título de la invención, la fecha de presentación, el nombre y la dirección de los solicitantes e inventores. Adicionalmente, los documentos de patentes brindan información completa sobre el estado de la técnica, no solo en el contexto nacional, sino también en el internacional. La propensión a patentar en un sistema extranjero depende de muchos factores, pero los inventos más valiosos tienden a ser patentados en los sistemas de patentes más importantes, particularmente en la USPTO (Archibugi y Coco, 2005).

El periodo escogido para el análisis es el comprendido entre 1990 y 2017 ya que la participación de las universidades españolas viene dada fundamentalmente a partir de los años 90, con un total de 462 patentes en las que participa por lo menos una universidad. Este número no es despreciable si se atiende al estudio de González et al. (2007), en el que se analizó la solicitud de patentes por las universidades españolas ante la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) entre 1980 y 2000, siendo escasa la participación de la universidad y existiendo una elevada dispersión institucional de las solicitudes; la cifra agregada de patentes en la OEPM ascendía a 1.251 patentes durante las dos décadas.

Por otro lado, la información de las patentes solicitadas por las distintas universidades españolas se ha obtenido a través del campo “assignee” o entidad de asignación a la que se encuentra vinculada la patente; es decir, puede darse el caso en el que varios solicitantes de una misma patente puedan compartir la titularidad de la misma. Es por ello que se ha considerado el hecho de que el solicitante que tiene la titularidad de la patente fuera una universidad española en todos los casos: tanto si se trata del primer, como del segundo o tercer solicitante. Seguidamente, se procedió a analizar el comportamiento de la actividad patentadora a lo largo del período de estudio, realizándose la identificación y clasificación de las patentes universitarias por grupos y campos tecnológicos, de acuerdo a la tabla de concordancia tecnológica de la World Intellectual Property Organization (WIPO), y que comprende 5 grupos principales (ingeniería eléctrica, instrumentos, química, ingeniería mecánica y otros) y 35 campos tecnológicos (Schmoch, 2008).

Con posterioridad, para llevar a cabo el análisis de la colaboración en la producción de patentes, se realizó la clasificación de las patentes en dos grandes grupos: las nacionales, que corresponde a la llevada a cabo entre inventores y organizaciones españolas, y las patentes conectadas internacionalmente, en las que se incluye la participación de inventores u organizaciones extranjeras. Por último, se procedió a clasificar el total de patentes conectadas internacionalmente, con el objetivo de identificar las principales regiones o grupos de países que han contribuido de forma directa o indirecta a la producción de patentes españolas.

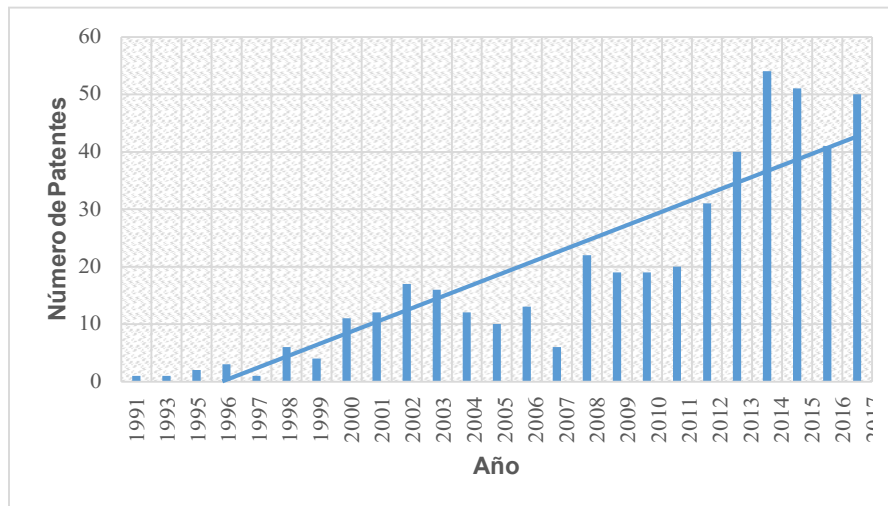
4. Características de las patentes de las Universidades en España

Esta sección presenta la evolución temporal de las patentes de universidades españolas, su clasificación por grupos y campos tecnológicos, la distribución geográfica de las universidades por Comunidades Autónomas, y los principales hallazgos sobre co-inventión de patentes universitarias en el ámbito internacional.

El análisis de las solicitudes de patentes en la USPTO entre 1990 y 2017, revela que 462 patentes contaban con la participación de al menos una universidad española. En el Gráfico 1 puede observarse como el indicador muestra una tendencia creciente a lo largo del tiempo. Si bien en los años 90 la participación de las universidades en las patentes era

notoriamente muy bajo, a partir del año 2000 el número de solicitudes aumenta moderadamente, con un incremento más marcado en los últimos años del período hasta llegar a los valores más elevados de la serie, entre 2014 y 2017.

Gráfico 1. Evolución de las patentes universitarias españolas



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Para el caso español, la cuestión de la participación de las universidades en actividades de transferencia de tecnología cuenta con un marco normativo extenso, partiendo del artículo 11 de la Ley de Reforma Universitaria (1983) en la que se autorizaba a las universidades a contratar, con entidades o personas físicas, la realización de trabajos de carácter científico, técnico o artístico. La ley de la Ciencia de 1986, que supuso un gran avance para el sistema español de I+D, y el I Plan Nacional de I+D, que se realizara entre 1988 y 1992 y en cuyo marco se crearon las OTRI, son muestras de las modificaciones que se han ido sucediendo en el marco normativo con el paso de los años con el objetivo de favorecer y potenciar la innovación a nivel nacional. Pese a ello, la solicitud de patentes universitarias ha llevado un mayor retraso relativo en comparación, por ejemplo, con las universidades americanas (Henderson, 1998; Mowery, 2001a; Mowery, 2001b). Este aspecto no ha de extrañar si se tienen en cuenta las características estructurales del sistema de innovación español: De acuerdo con los datos del European Innovation Scoreboard, España está posicionada en el grupo de países moderadamente innovadores, ocupando el puesto 16 de la UE y en el apartado de propiedad intelectual, está bien posicionada en el uso de marcas comerciales, aunque presenta una participación mínima en solicitud de patentes (EC, 2018).

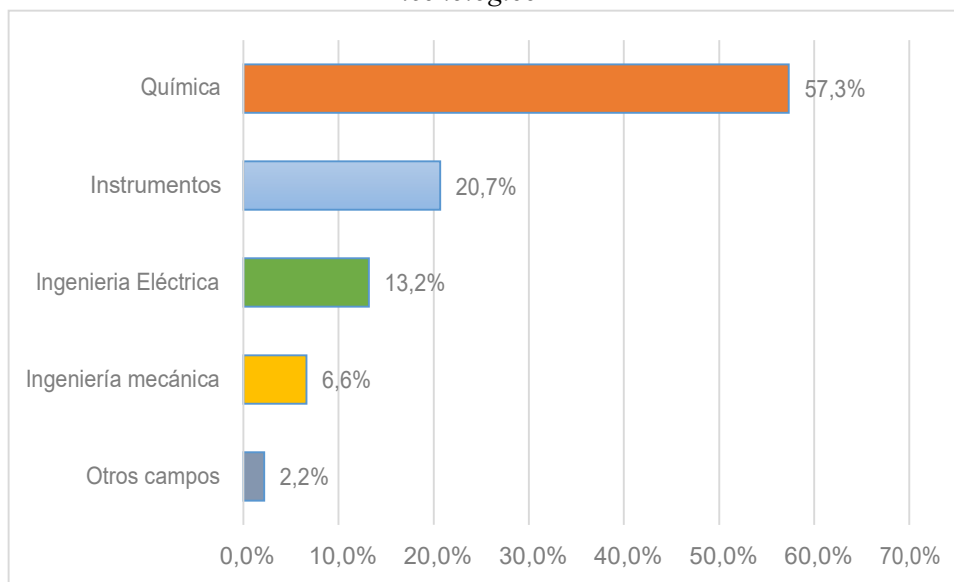
El Gráfico 2 muestra la distribución de las patentes de las universidades españolas, por grupos tecnológicos, destacándose la elevada concentración de patentes que aglutina el grupo correspondiente al sector químico, con un volumen de solicitudes extraordinariamente elevado que representa el 57,3% del total de patentes universitarias. Dentro de este grupo predominan los campos tecnológicos de biotecnología, farmacia, química orgánica, y materiales químicos básicos. El segundo grupo tecnológico con mayor número de solicitudes es el de Instrumentos, que concentra el 20% de las solicitudes de patentes universitarias y, dentro de este grupo sobresalen los campos de tecnología médica, mediciones y análisis de materiales biológicos y, en menor medida, el campo óptico, que cubre todas las partes de los elementos y aparatos

ópticos tradicionales.

Dentro del tercer grupo, el de ingeniería eléctrica, con el 13,2% de las patentes se encuentran elementos relacionados con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), como los semiconductores y los dispositivos para móviles y ordenadores, entre otros. De hecho, el campo tecnológico que se posiciona en primer lugar es el denominado tecnología computacional y, seguidamente, el de comunicación digital.

Con ello, se identifica claramente que las universidades españolas presentan fortaleza relativa en el grupo químico, que también es un sector clave para el sector manufacturero de la economía española; de hecho, en materia de innovación, la industria química es una de las que más inversión realiza en I+D.

Gráfico 2. Patentes universitarias de España, por grupo tecnológico



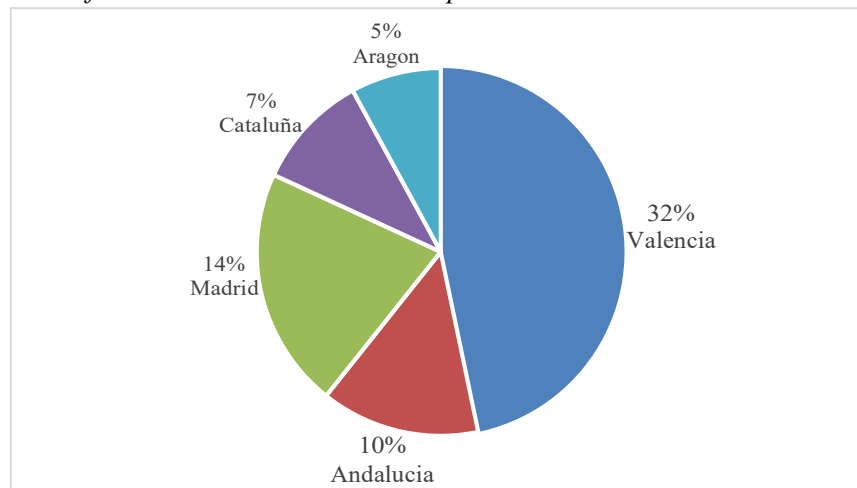
Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Con respecto a la colaboración de las universidades españolas en patentes, cabe reseñar que es de carácter marcadamente nacional, dado que el 82% corresponde a patentes en las que se cuenta con participación de inventores u organizaciones españolas, y que el 18% de las patentes están conectadas internacionalmente; es decir, cuentan con la participación de al menos un inventor y/u organización extranjera. Según los agentes con los que colaboran las universidades, el principal agente es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) con más del 60%, siendo la mayor institución pública dedicada a la investigación en España y la tercera de Europa. Le siguen las empresas, que representan cerca del 20%, estando estrechamente relacionada con las actividades de I+D+i y, en menor medida, otros agentes como las Administraciones Públicas regionales y fundaciones. Existe una fuerte colaboración entre la Universidad Politécnica de Valencia, que presenta el mayor número de patentes en el periodo estudiado y el CSIC. No obstante, algunas universidades presentan la titularidad de la patente en solitario, sin colaboración alguna con otros agentes.

La regionalización de la actividad patentadora de las universidades -Gráfico 3, muestra que más del 50% del total de las patentes se concentran en las Comunidades de Valencia, Madrid y Andalucía; a estas Comunidades le siguen Aragón, Castilla-León y País Vasco.

Según el informe anual “Datos y Cifras del Sistema Universitario Español”, hay un total de 84 universidades distribuidas por todo el territorio nacional, de las cuales 50 son de titularidad pública y 34 privadas; es decir, en España hay 1,81 universidades por millón de habitantes (MECD, 2016). La primera posición corresponde a la Comunidad Valenciana, con el 32% de participación en patentes universitarias que se concentran principalmente en dos universidades de la región. En esta comunidad se encuentra el parque científico de la Universidad de Valencia y la denominada “Ciudad Politécnica de la Innovación” que es el Parque Científico de la Universidad Politécnica de Valencia; estas entidades tienen como objetivo impulsar la transferencia de conocimiento desde la investigación científica hacia el sistema empresarial. Por su lado, la Comunidad de Madrid tiene una participación activa en redes de innovación y coopera con diferentes agentes a nivel nacional e internacional; cuenta con un Parque Científico, creado por la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad Complutense de Madrid para apoyar el emprendimiento científico y tecnológico, y fomentar la transferencia de tecnología. En el caso de Andalucía, cabe resaltar que existe un modelo de colaboración para impulsar a través de la Corporación Tecnológica de Andalucía, la transferencia desde la universidad y la colaboración entre diferentes actores del sector público y privado; es un centro que funciona como clúster de innovación y nodo de I+D+i regional.

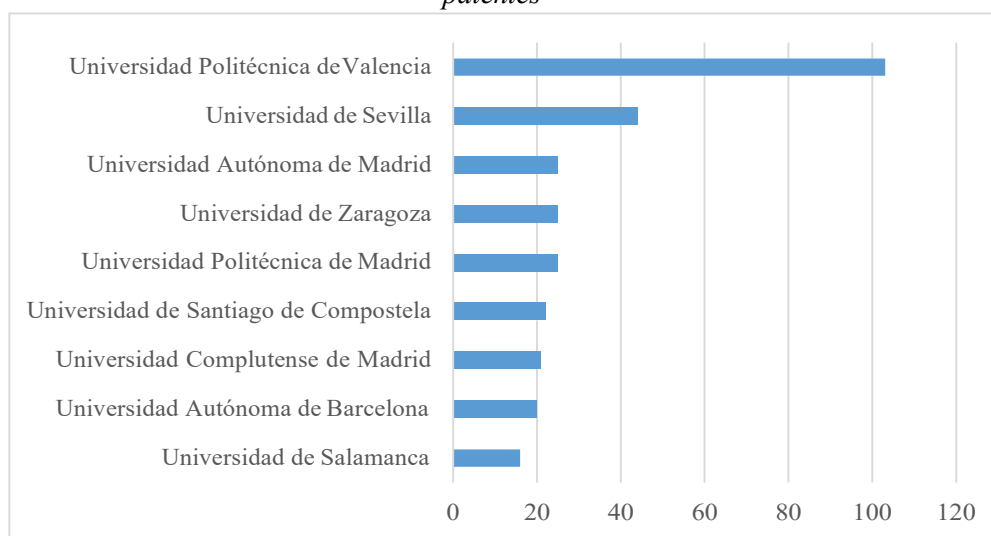
Gráfico 3. Patentes universitarias por Comunidades Autónomas.



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

De la misma forma, en el -gráfico 4- se puede observar que las universidades que se encuentran ubicadas en dichas comunidades autónomas, son las que presentan una mayor cantidad de patentes registradas en la USPTO. En primer lugar se encuentra la Universidad Politécnica de Valencia, con un total de 103 patentes y, en segundo lugar, la Universidad de Sevilla con 44. Le siguen, con 25 patentes, las universidades de Valencia, Zaragoza y la Politécnica de Madrid. Es importante resaltar que la articulación de la universidad con los demás actores del sistema de innovación es esencial para afianzar las estructuras de intermediación, así como para generar instrumentos dinamizadores para la transferencia de ciencia y tecnología en el entorno español.

Gráfico 4. Las diez primeras Universidades según número de patentes

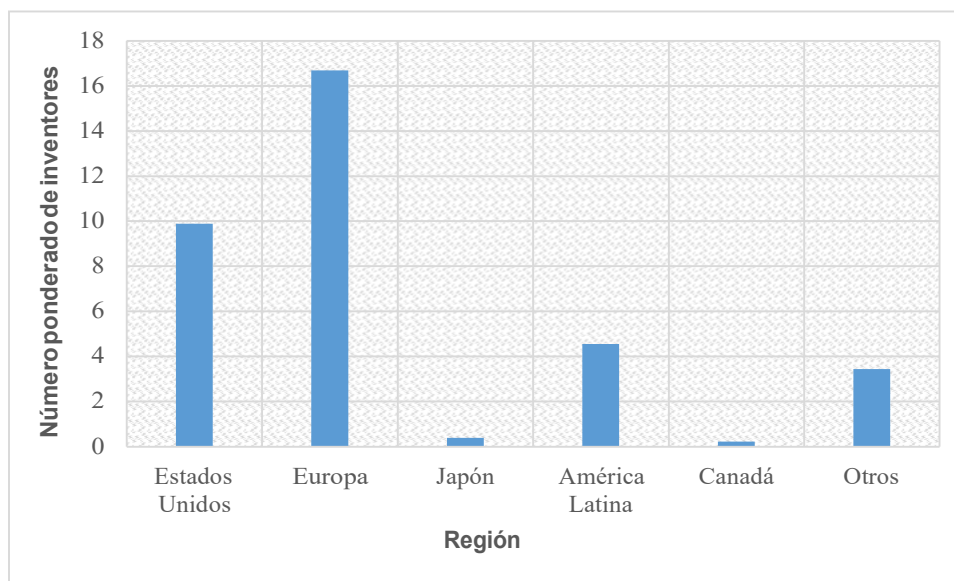


Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Al tiempo, la colaboración internacional en las patentes universitarias muestra hasta qué punto las conexiones internacionales reflejan en cierta manera la transferencia de información tecnológica entre inventores u organizaciones de diferentes países, resultados que revierten finalmente al entorno. Como puede observarse en el Gráfico 5, las universidades españolas colaboran principalmente con inventores procedentes de Europa y Estados Unidos. Europa despunta sobre otras regiones por una mayor colaboración, lo que es debido, en parte, al incremento de la cooperación científica y tecnológica en distintos ámbitos, la movilidad geográfica y el intercambio del personal investigador que propicia la política de I+D europea. La estrategia Europa 2020, de hecho, es un mecanismo establecido por la UE con el fin explícito de reforzar los vínculos entre educación, empresa e investigación, para facilitar la «Unión para la innovación». Por otra parte, es muy comprensible que exista una notable colaboración con Estados Unidos, dado que ha sido un país pionero en la generación de nuevas tecnologías, con un amplio reconocimiento a nivel global como un país líder en innovación tecnológica.

Las redes de colaboración internacional entre universidades españolas y otros agentes del contexto internacional está enmarcada, principalmente, en la coinvencción de patentes con participación de empresas y universidades extranjeras. En relación a esto, cabe mencionar que en las patentes universitarias con colaboración internacional, puede darse el caso en el que la titularidad de la patente pertenece solo a la universidad, aunque exista participación de inventores extranjeros. Por otro lado, también se encuentra la titularidad múltiple de la patente, es decir con los distintos agentes que han colaborado en la coinvencción, ya sean empresas, fundaciones, centros de investigación o entidades públicas. Por último, es importante subrayar que la generación de conocimiento y el desarrollo de capacidades en colaboración con agentes no académicos, es un aspecto de gran relevancia para contextualizar las dimensiones de la innovación en diferentes entornos generadores de ciencia y tecnología.

Gráfico 5. Colaboración internacional en patentes universitarias



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

5. Análisis de los factores explicativos de las patentes universitarias

La descripción anterior permite observar que es elevada la heterogeneidad de la distribución de patentes universitarias en España. Es de interés, por lo tanto, identificar qué factores son los más sobresalientes para explicar las patentes universitarias en la USPTO, teniendo en cuenta tanto las características de la colaboración e interacción que realizan, la geografía de las redes y el tipo de agentes con los que se colabora. Para ello, se ha estimado un modelo de regresión en el que se explican las patentes en función de los factores comentados en los epígrafes anteriores.

Las variables explicativas del modelo han sido las relacionadas con la colaboración en patentes y en proyectos de I+D, quedando definido el modelo econométrico como sigue:

$$\ln Pat_i = \beta_0 + \beta_1 COL_NAC_i + \beta_2 COL_INT_i + \beta_3 COL_PUB_i + \beta_4 COL_EMP_i + \beta_5 \ln ID_COL_i + \beta_6 \ln ID_CONT_i + u_i$$

donde, $\ln Pat$ es el logaritmo neperiano del número de patentes; COL_NAC y COL_INT es la colaboración en patentes tanto nacional como internacional, respectivamente; COL_PUB representa la colaboración con organizaciones públicas de investigación; COL_EMP hace referencia a la colaboración con empresas; $\ln ID_COL$ es el logaritmo neperiano de la colaboración en proyectos de I+D; $\ln ID_CONT$ indica el logaritmo neperiano de la contratación de I+D; y u es un término de error aleatorio.

Las variables de colaboración nacional e internacional en patentes son variables cualitativas que adoptan el valor 1 si la universidad colabora y 0 en caso contrario, representando el efecto de pertenencia a redes nacionales e internacionales. Las variables de colaboración con organizaciones públicas y con empresas reflejan el número de colaboraciones con cada una de estas entidades con el fin capturar el efecto intensidad en el éxito innovador. Por su parte, las variables de colaboración en I+D están relativizadas al tamaño de la universidad en términos de su personal docente e investigador, introduciéndose en el modelo como variables de control.

Al disponer de datos de sección cruzada, el método de estimación seleccionado es el de mínimos cuadrados ordinarios, obteniendo estimadores insesgados y eficientes al ser las variables independientes estrictamente exógenas y no existir problemas de heteroscedasticidad (véase el estimador de Breusch y Pagan en el Cuadro 1). También se ha comprobado que el factor de inflación de la varianza es inferior a 2 en todas las regresiones auxiliares, pudiendo así confirmar la ausencia de multicolinealidad.

En el Cuadro 1, los resultados muestran que el parámetro estimado correspondiente a la variable de colaboración entre universidades y empresas es estadísticamente significativo y con el signo previsto, al igual que el estimador asociado a la colaboración entre universidades y centros públicos de investigación, siendo su efecto en media notablemente inferior. Igualmente, la pertenencia a redes nacionales e internacionales resulta ser significativa, si bien es más relevante en tamaño y significatividad la colaboración internacional en las patentes. Puede afirmarse pues que la vinculación con los agentes del sector productivo y la colaboración internacional son los principales factores dinamizadores de la generación de conocimiento en las universidades.

Cuadro 1. Resultados de la estimación

	Coefficiente	Error estándar
COL_NAC	0,532*	0,308
COL_INT	0,955***	0,310
COL_PUB	0,037**	0,014
COL_EMP	0,128**	0,053
ID_COL	-0,150	0,148
ID_CONT	0,058	0,268
Constante	1,160	1,652
R ² ajustado	0,618	
F -estadístico	9,37***	
Breusch-Pagan (X^2)	2,38	
Núm. Observaciones	32	

Sign. al 10%; ** Sign. al 5%; *** Sign. al 1%

Estos resultados implican que tanto la generación de patentes por parte de las universidades como su interacción con las empresas, son aspectos clave para entender las relaciones que fomentan la generación y transferencia de conocimiento en los ecosistemas o entornos innovadores en España. Al tiempo, la vinculación a redes internacionales puede entenderse como una fuente favorable a la transferencia de conocimiento que puede a su vez servir de acicate para el fomento de contextos en los que predomine la dinámica de transferencia de conocimiento hacia el sector productivo y social.

6. Conclusiones

La complejidad de las soluciones tecnológicas y de las innovaciones hoy en día, hace que el término de transferencia de ciencia y tecnología de una sola dirección, haya ido perdiendo fuerza a favor de la interacción y las relaciones múltiples, es decir, entre diversos agentes del entorno. De ahí que resulte plausible que los sistemas de innovación establezcan mecanismos de interrelación cada vez más desarrollados, que permitan aportar mayores efectos, de manera más eficiente, al desarrollo económico y social. Por estas razones, es igualmente importante que desde la universidad se creen mecanismos para la difusión del conocimiento al sector

productivo acorde con la situación del mercado tecnológico y el sistema de innovación en España. A su vez, la rápida evolución y expansión de las tecnologías digitales, demanda que las universidades tengan un amplio conocimiento en los derechos de propiedad intelectual y asuman un papel de liderazgo en su entorno.

En este trabajo se ha analizado la actividad patentadora y de transferencia de tecnología de las universidades españolas, teniendo en cuenta la relevancia que tiene el contexto regional. Adicionalmente, se ha podido comprobar que existe una concentración de la actividad innovadora en cuatro regiones españolas, Valencia, Madrid, Andalucía y Cataluña. Por otro lado, es importante resaltar que no todas las universidades se encuentran en la misma posición para contribuir de forma significativa a la generación de conocimiento, siendo las universidades más vinculadas al sector productivo las que presentan un mayor número de patentes, que generalmente son aquellas con carácter politécnico. Al tiempo, la colaboración internacional en las patentes universitarias refleja la transferencia de conocimiento científico y tecnológico entre inventores y organizaciones de diferentes países, resultados que revierten finalmente al entorno.

El impacto de la transferencia de ciencia y tecnología en el entorno dependerá, en último término, de las capacidades de la universidad para generar vinculaciones y para trabajar articuladamente con diferentes agentes, tanto en el contexto nacional como internacional. Cabe igualmente resaltar la importancia de fortalecer las relaciones entre universidad y la empresa con el propósito de ampliar los mecanismos de transferencia de ciencia y tecnología, una relación que hoy más que nunca resulta imprescindible, a lo que se suma la posibilidad de responder adecuadamente a los retos sociales y medioambientales en el marco del desarrollo sostenible.

En este sentido, el esquema normativo para las políticas de innovación es esencial para establecer infraestructuras apropiadas que faciliten la colaboración y promuevan la transferencia de tecnología. Ese esquema ha de estar en consonancia con los sucesivos y continuos cambios que condicionan la marcha del sistema social y económico, lo que hace aún más relevante las condiciones del entorno, razón por la cual la universidad debe estar preparada para afrontar estos cambios y adaptarse a los nuevos requerimientos de la sociedad.

7. Referencias

- ARCHIBUGI, D., COCO, A., 2005. Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research Policy* 34, 175-194.
- ARCHIBUGI, D., MICHIE, J. (1995). The globalisation of Technology: A new Taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 121-140.
- BALCONI, N., BRESCHI, S., LISSONI, F. (2004). Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data, *Research Policy*, 33, 127-145.
- BALDINI, N. (2006). The act on inventions at public research institutions: Danish universities' patenting activity, *Scientometrics*, 69, 2, 387-407.
- CALDERA, A., DEBANDE, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39(9), 1160–1173.
- CANTWELL, J., SANTANGELO, G.D., 1999. The frontier of international technology networks: sourcing abroad the most highly tacit capabilities. *Information Economics and Policy* 11, 101-123.
- CARLSSON, B., JACOBSSON, S., HOLMÉN, M., RICKNE, A. (2002) Innovation systems: analytical and methodological issues, *Research Policy* 31 233–245.
- CHESBROUGH, H. W. (2006) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business Press.

- 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*, N°29:109-123
- EUROPEAN COMMISSION (2014). "Boosting Open Innovation and Knowledge Transfer in the European Union". Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- EUROPEAN COMMISSION (2018). Cuadro Europeo de Indicadores de la Innovación 2018. European Innovation Scoreboard. Bruselas.
- FUSTER, E., PADILLA-MELÉNDEZ, A., LOCKETT, N., DEL-ÁGUILA-OBRA, A. R. (2018). The emerging role of university spin-off companies in developing regional entrepreneurial university ecosystems: The case of Andalusia. *Technological Forecasting and Social Change*.
- GONZALEZ, B., MANGLANO, A., ZULETA, A. (2007). Patentes domésticas de universidades españolas : análisis bibliométrico. *Revista Española de Documentación Científica*, 30, 1, Ene, 61–90.
- GRILICHES, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature* Vol. XXVIII, pp. 1661-1707.
- HENDERSON, R.; JAFFER, A. B.; TRAJTENBERM, M. (1998). Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965-1988, *The Review of Economics and Statistics*, 80, 1, 119-127.
- MARTINEZ, C., BARES, L. (2018). The link between technology transfer and international extension of university patents: evidence from Spain. *Science and Public Policy*, (February), 1–16.
- MEYER, M.; SINILÄINEN, T.; UTECHT, J. T. (2003). Towards hybrid triple helix indicators: a study of university related patents and a survey of academia inventors, *Scientometrics*, 58, 2, 321-350.
- MECD-MINISTERIO DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTE DE ESPAÑA (2016). Informe anual. Datos y Cifras del Sistema Universitario Español curso 2015-2016. NIPO: 030-15-002-6, Madrid.
- MOWERY, D. C.; NELSON, R. R.; SAMPAT, B. N.; ZIEDONIS, A. A. (2001). The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of Bayh-Dole act of 1980, *Research Policy*, 30, 99-119.
- MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. (2001). University patents and patent policy debates in the USA, 1925-1980, *Industrial and Corporate Change*, 10, 3, 781-814.
- OCDE (2013). "Knowledge networks and markets", OECD Science, Technology and Industry Policy, Papers, No. 7, OECD Publishing, Paris.
- RAFFERTY, M. (2008). The Bayh–Dole Act and university research and development. *Research Policy*, 37(1), 29–40.
- RUBIRALTA, M. (2004). Transferencia a las empresas de la innovación universitaria. Descripción de modelos europeos. Madrid: Cotec.
- SARAGOSSI, S., POTTELSBERGHE, B. (2003). What patent data reveal about universities: the case of Belgium, *Journal of Technology Transfer*, 28, 1, 47-51.
- SCHMOCH, U. (2008). Concept of a technology classification for country comparisons. Final report to the World Intellectual Property Office (WIPO).

Cocriação de valor em educação a distância no Brasil

Danielle Daffre Carvalho

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Brasil

danidafc@usp.br

Maria Aparecida Gouvêa

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Brasil

magouvea@usp.br

Resumo

A educação a distância (EAD) permite que indivíduos de áreas remotas ou com pouca disponibilidade de rotina regular para frequentar um curso tradicional, possam obter um diploma superior. Do ponto de vista das instituições de ensino, porém, as altas taxas de evasão são um obstáculo à manutenção e ampliação da oferta desta tipologia de curso. Para que haja a queda destas taxas, é necessário aumentar a lealdade dos estudantes; para tanto, deve-se aumentar o valor percebido no curso, que, no caso da educação, faz sentido supor que seja cocriado entre alunos e universidade, uma vez que, além de haver a necessidade de ambos os agentes para a prestação de serviço, o aluno possui papel fundamental para o sucesso do que se oferece (qualificação acadêmica). A literatura acadêmica de serviços indica que, apesar de existir relação entre cocriação de valor e lealdade, esta, em geral, apresenta-se mediada por qualidade e/ou satisfação. É neste contexto que este trabalho está inserido, apresentando como objetivo identificar os aspectos de cocriação de valor determinantes para a qualidade percebida e lealdade, com foco em educação a distância, por meio de uma pesquisa quantitativa com estudantes desta modalidade de ensino. Foi enviado questionário *online* de autopreenchimento para endereço eletrônico de estudantes de graduação EAD fornecidos por parceria com faculdades privadas e empresa de pesquisa voltada à educação. Ao final, foram obtidas 400 respostas válidas. Duas vertentes mostraram-se relevantes na composição da cocriação de valor: coprodução, que engloba o compartilhamento de conhecimento, a interação faculdade-aluno e transparência na transmissão de valores e interesses da faculdade; e valor em uso, refletindo a experiência, o relacionamento e a capacidade de personalização do serviço educacional. Foram confirmadas as hipóteses de relação positiva entre o construto cocriação de valor com os construtos qualidade percebida, satisfação e lealdade do aluno ao curso.

Palavras chaves

Educação a distância. Cocriação de valor. Lealdade.

1. Introdução

Segundo relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil desenvolvido pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) em parceria com a Fundação Getúlio Vargas e o Grupo Uninter (ABED, 2014) com 309 instituições de ensino, o maior obstáculo enfrentado pelas universidades na execução de cursos a distância no país refere-se à evasão, cuja taxa varia de acordo com o tipo de curso avaliado; para aqueles autorizados pelo MEC (foco desta pesquisa) a evasão foi de 16,94% em 2013, com variação entre 14,83% para o caso de cursos regulamentados semipresenciais e 19,06% para cursos regulamentados totalmente a distância.

Brambilla e Damacena (2012) sugerem que a evasão em instituições de ensino superior está inversamente relacionada à lealdade dos alunos perante este estabelecimento. Encontrar meios de aumentar a lealdade pode, assim, promover algum tipo de vantagem competitiva para a Universidade decorrente do aumento da retenção do corpo discente.

Conforme destacado por Ravald e Grönroos (1996), um aumento na percepção de valor do consumidor pode impactar em sua intenção de estabelecer e manter um relacionamento de longo prazo com a empresa.

De forma geral, o valor percebido é uma característica individual de cada consumidor, de acordo com o que ele entende por benefício em relação ao sacrifício necessário para a obtenção do bem ou serviço (Zeithaml, 1988). Linha de pesquisa defendida por alguns autores (Payne et al., 2008; Grönroos, 2011) apresenta a tese de que, em serviços, o cliente não é apenas ente receptor do valor criado pela empresa, mas também colaborador e cocriador no processo de desenvolvimento, até mesmo pelas características inerentes ao serviço, como impossibilidade de estoque e inseparabilidade de produção e consumo.

Embora a educação superior possa ser entendida como um serviço, muito se discute se o que é fornecido pela universidade pode ser encarado como uma prestação de serviço tradicional, já que, se por um lado cada ente possui seus deveres e obrigações após a contratação (Kanji & Tambi, 1999), por outro, a obtenção da qualificação – item oferecido pela universidade – depende do envolvimento e conduta do aluno (Eagle & Brennan, 2007), além do fato de o fornecimento do serviço só ocorrer após avaliação prévia do provedor sobre as habilidades do receptor (Svensson & Wood, 2007).

Assim, no caso da educação, não há como o papel de criação do valor para o cliente (estudante) ser exclusividade do provedor do serviço (universidade); ela deve ocorrer necessariamente de forma conjunta, cocriada.

Neste contexto, mantendo o foco no mercado de EAD e na questão apresentada a respeito das taxas de evasão – e usando como base estudos desenvolvidos para o ensino presencial, que apontam a relação entre lealdade e menores taxas de evasão em conjunto com estudos de outras áreas, que apontam relações entre valor percebido e qualidade, satisfação, lealdade –, esta pesquisa busca responder: Quais os aspectos de cocriação de valor são determinantes para impactar a qualidade percebida, a satisfação e a lealdade na educação a distância?

Apesar de o setor de serviços representar cada vez mais do Produto Interno Bruto (PIB) nas economias desenvolvidas e emergentes (Maglio et al., 2009), em geral, poucos estudos acerca da cocriação de valor foram realizados. Galvagno e Dalli (2014) fizeram levantamento bibliográfico nas principais plataformas de busca de artigos acadêmicos (SSCI, Scopus, Ebsco e Google Scholar) com o objetivo de resumir e classificar estudos passados e presentes sobre cocriação. Neste levantamento, realizado em trabalhos desenvolvidos entre janeiro de 2000 e dezembro de 2012, obtiveram, em um primeiro momento, 2.568 itens, que após análise atenta se a presença dos trechos pesquisados (*cocrea*, *co-crea*, *co crea*) atendiam às definições de cocriação de valor, foram reduzidos para 711 referências, concentrados principalmente nos 2 últimos anos, indicando um crescente interesse por este tema, apesar do ainda baixo volume de publicações.

Em educação, o tema da cocriação de valor foi pouco percorrido; em educação a distância, onde as interações entre os entes do processo se dão de forma diferenciada, nada (ou pouco) presenciais, não foi possível obter, na literatura, pesquisa que elucidasse o problema levantado.

Assim, além de introduzir um tema pouco explorado como objetivo primário – entender

e avaliar os aspectos de ensino a distância que permitem a concretização da cocriação de valor –, outra contribuição desta pesquisa é abordar este assunto relacionando-o à lealdade, à satisfação e à qualidade percebida, com a intenção de avaliar como ocorrem estas associações.

A justificativa deste estudo tem como argumentos a originalidade – devido à escassez de publicações sobre cocriação de valor em educação – e a relevância – decorrente da relação entre valor percebido (ou cocriado) e lealdade.

- A EAD no Brasil

No Brasil a educação a distância é regulamentada pelo Ministério da Educação (MEC).

Em 2006, foi instituído o Sistema UAB (Universidade Aberta do Brasil), programa do MEC que apresenta como principal objetivo a ampliação e interiorização da oferta de cursos e programas de educação superior, por meio da educação a distância, com prioridade à formação de professores e outros profissionais da educação básica da rede pública.

Os Referenciais de Qualidade para a Educação Superior a Distância foram publicados em 2007 e têm como objetivo estabelecer princípios, diretrizes e critérios de referência para as instituições que ofertem cursos na modalidade EAD.

Segundo dados dos censos escolares da educação superior, levantados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2017), em 2004 havia 58.611 alunos matriculados em cursos de graduação a distância. No ano seguinte, este número foi para 114.642, um aumento de 96%.

Avaliando o número de cursos de graduação de forma comparativa entre o ensino a distância e o presencial, de 2000 até 2016, tem-se que: o primeiro tipo possuía, em 2000, apenas 10 cursos frente a 10.585 cursos da modalidade tradicional, ou seja, os cursos a distância representavam apenas 0,1% do total de 10.595 cursos de graduação. Já em 2005, com 189 cursos EAD e 20.407 presenciais, os cursos a distância já significavam 0,9% do total de cursos de graduação disponíveis no país. Com aumento relevante entre 2005 e 2016, a representatividade dos cursos EAD passou a ser de 4,8% em 2016 (1.662 cursos a distância dentre os 34.366 cursos de graduação como um todo), crescimento de 433% na participação em relação a 2005.

Houve um aumento de 1204% no número de alunos matriculados em cursos a distância entre 2005 e 2016 (INEP, 2017). No mesmo período, verificou-se um aumento de 47,2% de matrículas na modalidade presencial (INEP, 2017).

As escolas particulares passaram a demonstrar interesse mais intenso sobre os cursos a distância a partir de 2004 – até 2001 (inclusive), todos os cursos EAD dados no Brasil eram oferecidos por escolas públicas. Em 2004, 65,4% dos cursos desta modalidade eram realizados por escolas particulares, índice bastante similar àquele observado na modalidade presencial (66,4%). O percentual sofreu uma queda a partir de 2009 e nova tendência de elevação desde 2010.

- Valor e Cocriação de Valor

Diferentemente do preço imposto, o valor de determinado produto ou serviço depende da percepção do consumidor, que será maior quanto maior for a diferença entre os benefícios entendidos pelo cliente e o custo efetivo da disponibilidade, aquisição ou uso do produto ou serviço. Com o intuito de aumentar o valor do que oferecem – e com isso apresentar vantagens competitivas em relação aos concorrentes e/ou aumentar o lucro –, as empresas passaram a perceber o consumidor não apenas receptor do que elas desenvolvem, mas também um ente participativo nesta concepção, cocriando o valor junto com a companhia.

De maneira geral, o valor percebido de um produto ou serviço é uma característica individual de cada consumidor, uma vez que depende do quanto cada um está disposto a pagar – financeiramente ou outra moeda usada na troca – pelo que lhe é oferecido, de acordo com o benefício agregado por este produto ou serviço (Porter, 1985; Zeithaml, 1988).

Gupta e Lehmann (2005) apontam que a criação de valor sempre possui dois lados – o do consumidor e o da empresa – e a cocriação de valor só ocorre se os pontos de vista de ambas as partes puderem ser expostos concomitantemente.

Grönroos (2011) busca o entendimento sobre o processo de criação de valor e, mais que isso, o processo de cocriação de valor, especialmente abordando qual o momento de participação de cada um dos atores (empresa e consumidor).

O autor defende que, na maior parte das vezes, o valor é experimentado de uma forma inconsciente e emerge, do ponto de vista do consumidor, apenas durante o fornecimento do serviço ou uso do produto. Para Grönroos (2011), o valor de um serviço pode ser visto como o valor em uso e, conseqüentemente, a criação de valor só pode ser entendida como “uma percepção experimental do valor em uso que emerge do uso ou posse de recursos, ou mesmo de estados mentais”.

No cenário em que o consumidor, como usuário, é o responsável pela criação do valor [de usuário para usuário], a criação de valor ocorre com a integração entre os recursos fornecidos pela empresa (*design*, desenvolvimento, manufatura, entrega) e outros recursos disponíveis no processo de autosserviço. Desta forma, apesar de a empresa, de forma geral, não poder ser vista como cocriadora de valor em termos iguais aos do cliente, entende-se que o papel da empresa é o de facilitadora da criação de valor aos consumidores (Grönroos, 2008). Exceção é feita quando há interação direta entre empresa e consumidores. Nesta situação, os consumidores podem influenciar os processos de produção da empresa e a empresa obtém uma oportunidade de influenciar o processo de uso do cliente, tendo a oportunidade de fazer parte do processo de criação de valor, tornando-se cocriadora.

Com o objetivo de criar um modelo teórico que quantifique a cocriação de valor, Ranjan e Read (2016) desenvolveram um modelo com base em levantamento bibliográfico sobre o tema. Como resultado, foi possível identificar a existência de duas vertentes importantes na definição da cocriação de valor: coprodução (engloba o aspecto de troca) e valor em uso (engloba o conceito de que valor sempre é criado durante o uso), que são relevantes e complementam-se, não sendo coerente tratar de cocriação de valor desconsiderando qualquer uma delas.

Espera-se que a cocriação de valor possua relação positiva com satisfação e lealdade, uma vez que o consumidor passa a assumir um papel ativo e a criar valor junto com a empresa, coproduzindo um serviço ou produto que satisfaça suas necessidades.

- Satisfação e Lealdade

Velázquez et al. (2011) destacam a existência de diversas definições, ora com foco em uma perspectiva cognitiva e/ou afetiva, ora com foco em uma perspectiva prática, considerando a natureza de uma transação específica.

Para a área educacional, especificamente, embora também não haja um consenso estabelecido para a definição de satisfação, há uma concordância entre pesquisadores de que a satisfação exerce influência positiva na lealdade do estudante perante o curso e/ou a universidade (Mantovani, 2012). Para o modelo proposto por Mantovani (2012) em seu estudo sobre educação a distância, foram utilizadas escalas desenvolvidas a partir dos achados de Gruber et al. (2010) e Udo et al. (2011). Os primeiros definem que a satisfação é resultado do quanto o

estudante avalia como positivas as suas experiências de aprendizado. Para Gruber et al. (2010), qualidade percebida, preço, fatores pessoais e de ambiente são elementos que compõem a satisfação do aluno. Já Udo et al. (2011) apresentam a satisfação como sendo uma resposta do consumidor a um serviço que ele acreditou ter sido bem prestado, resultando em sensações positivas.

Embora muitas vezes a lealdade do consumidor seja considerada apenas do ponto de vista comportamental como um processo de repetição de compra, Velázquez et al. (2011, p. 67) apontam três importantes visões sobre este tema:

- Comportamental, que reflete a repetição de compra de produto ou nova aquisição de serviço igual ou diferente de mesma empresa;
- Atitudinal, que inclui a recomendação do serviço a conhecidos e intenção de recompra;
- Complexa, que combina ambos os componentes anteriores.

Aksoy et al. (2014) definem este conceito como “Lealdade é o reconhecimento do quão especial é um relacionamento, o que resulta em um tratamento diferenciado e mais favorável a esta relação, na criação de um vínculo como resultado desta relação e na defesa e reforço deste relacionamento” (Aksoy et al., 2014, p. 38).

É importante ressaltar que, apesar de satisfação não garantir lealdade, é esperada relação positiva entre as duas características, considerando que consumidores leais estão satisfeitos (Jones & Sasser, 1995).

- Qualidade Percebida

Na área de educação, Gruber et al. (2010, p.107) destacam que “qualidade no ensino superior é um conceito complexo e multifacetado”, dependendo dos pontos de vista dos diferentes entes envolvidos no processo educacional – cuja avaliação sofre influência das necessidades individuais de cada um.

A partir de grupos-foco, Parasuraman et al. (1988) desenvolveram a escala SERVQUAL, com a medição de expectativa e percepção de desempenho de um serviço por meio de cinco dimensões de qualidade: Confiabilidade, Presteza, Segurança, Empatia e Aspectos Tangíveis.

Em contraste ao SERVQUAL, Cronin Jr. e Taylor (1992) propuseram a abordagem de que a qualidade só deve ser medida como uma percepção do desempenho (modelo SERVPERF). Considerando fundamentados os itens das cinco dimensões propostas por Parasuraman et al. (1988), concluíram que o instrumento por eles desenvolvido é mais sensível em retratar as variações de qualidade em relação às outras escalas testadas.

Mantovani (2012), utilizando como base o modelo SERVPERF, apresenta escala específica para educação a distância considerando as cinco dimensões consolidadas, com foco na percepção de desempenho.

Embora a relação entre estudante e universidade possa ser presumida uma relação de prestação de serviço, com o aluno no papel de consumidor, muito se discute a respeito desta definição sob os preceitos do *marketing*.

Svensson e Wood (2007) defendem, assim, que os estudantes não devem ser vistos como consumidores e sim como cidadãos da comunidade universitária, reforçando o mesmo apontado por Halbesleben et al. (2003), de que ao invés de considerar o estudante como um consumidor faz mais sentido considerá-lo como ente participativo em seu processo educacional.

Entendidas as peculiaridades da educação a distância como serviço e suas implicações,

é possível consolidar os tópicos discutidos até então em um modelo relacional, avaliando os efeitos das dimensões levantadas, especialmente no que diz respeito à cocriação de valor, no contexto EAD.

- Modelo teórico proposto

A fundamentação teórica desenvolvida neste trabalho permitiu agregar ao conceito de cocriação de valor as relações preconizadas por autores que se dedicaram à investigação de fatores determinantes na percepção da qualidade em serviços e em sua fidelização.

As hipóteses testadas neste trabalho podem ser enunciadas como segue:

H1) Existe uma relação positiva entre cocriação de valor e qualidade percebida;

H2) Existe uma relação positiva entre qualidade percebida e satisfação;

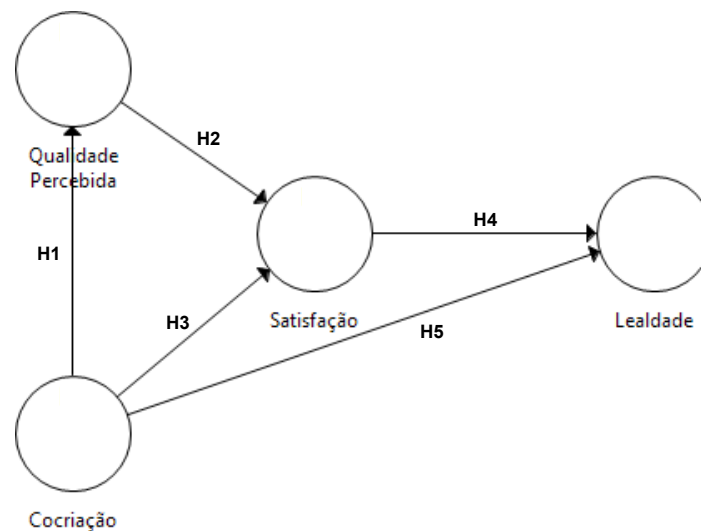
H3) Existe uma relação positiva entre cocriação de valor e satisfação;

H4) Existe uma relação positiva entre satisfação e lealdade;

H5) Existe uma relação positiva entre cocriação de valor e lealdade.

A Figura 1 ilustra o modelo proposto.

Figura 1. Modelo proposto para relacionamento entre cocriação de valor, qualidade percebida, satisfação e lealdade



Fonte: Elaboração própria.

A composição dos construtos do modelo proposto será baseada na fundamentação teórica. Cada indicador componente dos construtos será adaptado para o contexto de ensino a distância.

- Operacionalização das Dimensões

Tendo por base o estudo de Mantovani (2012), que tratou de educação a distância, foram definidos os indicadores referentes às dimensões de Qualidade Percebida, Satisfação e Lealdade. A Tabela 1 apresenta as perguntas utilizadas.

É importante ressaltar que a Qualidade Percebida, sendo um construto de segunda ordem, é composta por outros cinco, em linha com o desenvolvido e validado no modelo SERVPERF: Segurança (Garantia), Empatia, Presteza (Capacidade de Resposta),

Confiabilidade, Aspectos Tangíveis (Conteúdo do Site).

Tabela 1. Dimensões referentes a qualidade percebida, satisfação e lealdade

Dimensão	Item	Pergunta/Frase
Garantia	Garant1	Os instrutores conhecem profundamente a sua área
	Garant2	Os instrutores são justos e imparciais ao atribuir notas aos trabalhos e provas
	Garant3	Os instrutores respondem as dúvidas a eles enviadas de forma completa e cuidadosa
	Garant4	Os instrutores conhecem profundamente os materiais do curso
Empatia	Empat1	Os instrutores preocupam-se com os alunos
	Empat2	Os instrutores compreendem as necessidades individuais dos alunos
	Empat3	Os instrutores pensam nos interesses de longo prazo dos alunos
	Empat4	Os instrutores motivam e estimulam os alunos a darem o seu melhor no curso
Capacidade de Resposta	Resp1	Os instrutores são acessíveis fora dos momentos de encontro
	Resp2	Os instrutores dão retorno às solicitações dos alunos rapidamente
	Resp3	Os instrutores fazem tudo o que podem para ajudar os alunos, mesmo que isso vá além de suas responsabilidades
	Resp4	Os instrutores valorizam perguntas e comentários dos alunos
Confiabilidade	Confiab1	Considero as aulas muito boas
	Confiab2	Os instrutores inspiram segurança
	Confiab3	Os instrutores dão retorno sobre as tarefas solicitadas
Conteúdo do Site	Site1	Os recursos de áudio utilizados nos cursos são apropriados
	Site2	Os recursos de vídeo utilizados nos cursos são apropriados
	Site3	O curso utiliza adequadamente ferramentas multimídia (áudio, vídeo, animações, gráficos)
	Site4	O ambiente virtual apresenta informações confiáveis
	Site5	O conteúdo disponibilizado é de alta qualidade
	Site6	O conteúdo apresentado no ambiente virtual é relevante para mim
	Site7	Há flexibilidade de horário para realização das atividades
	Site8	O ambiente virtual de aprendizagem é interativo e dinâmico
Qualidade Geral	QG1	O curso apresenta temas atuais
	QG2	As ferramentas tecnológicas utilizadas no curso funcionam bem
	QG3	O material do curso apresenta as informações de forma clara
	QG4	Estudar a distância é melhor do que da maneira tradicional (presencial)
	QG5	O curso é de alta qualidade
Satisfação	Satisf1	Estou satisfeito com minha decisão de estudar a distância
	Satisf2	Acertei ao decidir fazer o curso a distância
	Satisf3	Minha experiência em estudar a distância tem sido agradável
	Satisf4	O curso atende minhas expectativas
Lealdade	Lea11	Eu recomendaria este curso a distância aos meus amigos e familiares
	Lea12	Eu certamente faria outro curso de graduação ou uma pós-graduação a distância
	Lea13	Pretendo chegar ao final do curso

Fonte: Adaptado de Mantovani, 2012, p. 156.

Com base na literatura sobre Educação, utilizando o modelo de Ranjan e Read (2016) como ponto de partida, atributos apontados como relevantes para a cocriação de valor nesta área foram levantados e são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Dimensões referentes à cocriação de valor

Dimensão	Item	Pergunta/Frase
Conhecimento	Conh1	A faculdade é aberta às ideias e sugestões dos alunos para melhoria dos cursos existentes
	Conh2	A faculdade é aberta às ideias e sugestões dos alunos para criação de novos cursos/turmas
	Conh3	A faculdade fornece informações suficientes para o bom andamento do curso
	Conh4	Eu gastaria tempo e esforço para compartilhar com a faculdade minhas ideias e sugestões
	Conh5	A faculdade fornece ambiente favorável para que eu possa expressar minhas opiniões e sugestões
Transparência	Transp1	A faculdade busca saber minhas preferências
	Transp2	A missão e os valores da faculdade estão em linha com os meus valores
	Transp3	A faculdade considera que os alunos exercem um papel tão importante quanto o dela para andamento do curso
	Transp4	O papel do aluno e o da faculdade são igualmente importantes para a formação do aluno
	Transp5	O nome da faculdade abre portas no mercado de trabalho independente do desempenho do aluno no curso
Interação	Inter1	Durante o curso é permitido que os alunos expressem suas necessidades individuais
	Inter2	A faculdade transmite aos alunos informações relevantes acerca do processo de ensino a distância
	Inter3	A faculdade permite a completa interação dos alunos com a instituição
	Inter4	Espera-se que os alunos sejam proativos na interação com a faculdade
Experiência	Exp1	As experiências vividas no curso ficarão em minha lembrança por um longo tempo
	Exp2	As experiências e seus resultados são diferentes dependendo do aluno
	Exp3	Os alunos têm a oportunidade da experimentação e da prática para ampliar seu conhecimento
	Exp4	A faculdade fornece boas experiências, além do benefício de se obter o diploma
Personalização	Person1	Os benefícios do curso dependem do estudante e de seu envolvimento nas atividades sugeridas pela faculdade
	Person2	A faculdade atende às necessidades individuais de cada aluno
	Person3	As necessidades individuais dos alunos são decisivas no grau de envolvimento com a faculdade
Relacionamento	Relac1	Mantenho relacionamento com colegas além das aulas presenciais
	Relac2	A faculdade prepara para desafios do mercado de trabalho
	Relac3	A faculdade dispõe de infraestrutura física que permite ao aluno desfrutar completamente da vida universitária
	Relac4	Tenho um relacionamento próximo com a faculdade
	Relac5	A faculdade possui bom desempenho em avaliações do governo (ENADE, CAPES)
	Relac6	Os alunos escrevem positivamente sobre a faculdade em redes sociais/mídia
	Relac7	Minha família e amigos consideram a faculdade boa
	Relac8	A faculdade dispõe de atendimento para apoio aos problemas técnicos ou administrativos dos alunos

Fonte: Elaboração própria

2. Metodologia

Para alcançar o objetivo deste trabalho foi realizada uma pesquisa descritiva quantitativa, com abordagem junto a alunos de cursos na modalidade EAD.

A população de interesse corresponde a estudantes de graduação de cursos da modalidade EAD. Para a coleta dos dados foi utilizado um questionário estruturado e auto preenchido via plataforma *QuestionPro* e envio do *link* de acesso por *e-mail* aos alunos dos cursos EAD.

As faculdades amostradas possuem expressiva taxa do total de matrículas de graduação a distância do Brasil. Foi garantido sigilo de suas informações.

O tamanho da amostra necessário para a obtenção dos resultados do modelo teórico proposto, por meio de aplicação da técnica estatística de modelagem de equações estruturais, foi calculado por meio do software G*Power 3.1.9.2 (Faul et al., 2007), que avalia o número mínimo de casos segundo características pré-definidas (Hair et al., 2017). Considerando que, no modelo, o máximo de setas apontando para um mesmo preditor é cinco, referente à qualidade percebida (cinco dimensões da qualidade percebida: tangibilidade, segurança, empatia, presteza e confiabilidade), segundo o modelo de Udo et al. (2011) e utilizando efeito médio ($f^2 = 0,15$), poder do teste de 80% e significância de 5%, a amostra deve ser de 92 casos. Mantendo demais indicadores fixos e variando o poder do teste para 95%, tem-se que a amostra necessária é de 138 casos. Houve resposta completa de 562 alunos. Após todo o tratamento dos dados chegou-se a uma amostra de 400 alunos.

3. Resultados

- Perfil da Amostra

A amostra final foi composta por 400 respondentes, sendo 208 (52%) mulheres e 192 (48%) homens. Grande parte dos alunos declarou ter até 29 anos (47,1%), com 5,5% dizendo ter 50 anos ou mais; adultos jovens e maduros (30 a 49 anos) representam os demais 47,4%.

Indivíduos casados ou em união estável representaram 51,5% da amostra. Pouco mais da metade da amostra (201 casos) afirmou possuir pelo menos 1 filho.

Uma taxa de 76,3% afirmou ter trabalho remunerado – incluindo os autônomos nesta contagem – enquanto 18,3% afirmaram estar desempregados (sem trabalho, mas procurando).

Com relação ao curso de graduação EAD em si e o ciclo do aluno, são 361 (90,2%) indivíduos os que disseram serem alunos, 22 (5,5%) estão com matrículas canceladas ou trancadas e 17 (4,3%) formaram-se em uma graduação deste tipo. Dentre os formados, 29,4% estão formados há menos de 1 ano, 58,8% entre 1 e 5 anos e 11,8%, formaram-se há mais de 5 anos. Para a maior parte (59,1%) dos alunos em situação de cancelamento ou trancamento, a matrícula encontra-se neste *status* há menos de 3 meses.

Com relação à região do país, a penetração da pesquisa foi ligeiramente menor do que o obtido no censo para as regiões Nordeste e Sudeste, possivelmente em função do baixo volume de alunos de faculdades públicas na pesquisa, que estão representadas nas matrículas do censo da educação superior – e maior penetração nas demais regiões; Sul, Norte e Centro-Oeste equivaleram a 65,3% dos respondentes da pesquisa – versus 39% encontrados no Censo.

A maior parte dos alunos era do curso de licenciatura (51%), com bacharelado representando 23,5%. Os demais eram alunos de graduação do tipo tecnólogo. A área de Humanas apresentou destaque entre os alunos (53,7%). A segunda área do conhecimento mais relevante foi Exatas (28,8%). Os estudantes de Biológicas representam 17,5% do total da

amostra.

- Modelo de Equações Estruturais: PLS-SEM

Para responder ao objetivo desta pesquisa, foi utilizada a técnica de modelagem de equações estruturais.

Os dados não seguem distribuição Normal – premissa para o modelo de equações estruturais baseado em covariância –; então, decidiu-se pela utilização do método de mínimos quadrados parciais (*PLS-SEM*), com uso do *software* SmartPLS 3.2.6.

Iniciou-se pela observação da qualidade de discriminação dos indicadores em cada construto. Foi utilizado o método *path weighting scheme*, com número máximo de 300 iterações (10^{-10} como critério de parada).

O processo de retirada de indicadores com baixa consistência interna em seus construtos foi realizado até que houvesse discriminação entre os construtos pelo critério de Fornell-Larcker.

Foram, então, avaliadas as cargas fatoriais dos indicadores. Conforme destacado por Hair et al. (2017), o esperado é que as cargas fatoriais dos indicadores sejam maiores do que 0,708 para os construtos a que estão associadas e sempre apresentem valores mais altos nestes construtos do que nos demais.

Estando a validade discriminante satisfeita, verificou-se a validade convergente e a métrica de confiabilidade dos dados. Para avaliação da validade, foi utilizada a variância média extraída (AVE), sendo aceitáveis valores acima de 50% (Hair et al., 2017).

Para mensurar a confiabilidade, Hair et al. (2017) recomendam o uso tanto do alpha de Cronbach quanto da Confiabilidade Composta (CC) – com valores de referência acima de 0,7 para ambos e CC menor do que 0,95.

O último passo do modelo de mensuração refere-se à avaliação dos construtos geradores da qualidade percebida e da cocriação de valor quanto à multicolinearidade.

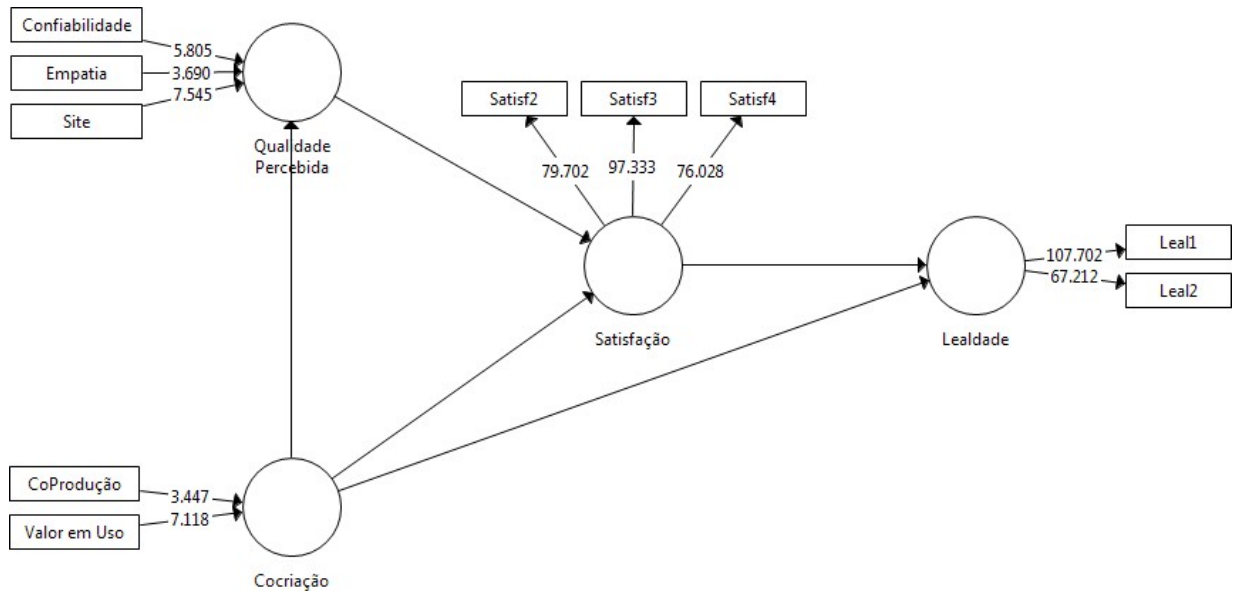
Estando todos os critérios de validade satisfeitos, pode-se seguir para a obtenção do modelo de mensuração completo com a utilização do método de 2 estágios (*two stages*). Este método indica que, no primeiro estágio, os construtos de ordem superior sejam transformados em construtos de primeira ordem e, no segundo estágio, estes construtos de primeira ordem sejam avaliados nos modelos de mensuração e estrutural no lugar dos de ordem superior.

Para a Qualidade Percebida, foram utilizados os construtos de Confiabilidade, Empatia, Garantia, Capacidade de Resposta e Site com os indicadores validados.

Como a Cocriação de Valor é uma dimensão de terceira ordem, deve-se, primeiramente, transformar os construtos de segunda ordem (Coprodução e Valor em Uso) em construtos de primeira ordem para, em seguida, gerar a dimensão de interesse.

Estando realizado o primeiro passo do método dos 2 estágios (*two stages*) pode-se representar o modelo de mensuração completo, permanecendo somente os coeficientes significativos (Figura 2).

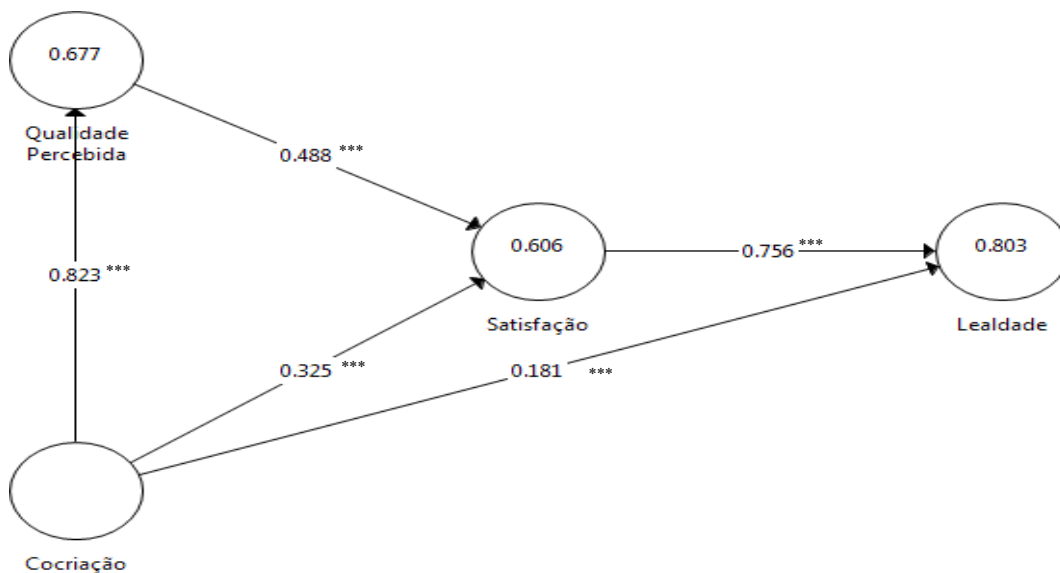
Figura 2. Avaliação do modelo de mensuração – execução final. $t > 1,96$. $N = 400$



Para o teste de significância das relações estruturais foi realizado o procedimento de *bootstrap* com 5.000 reamostragens. Como indicado na Figura 3, todas as conexões foram significativas, confirmando, assim, as hipóteses levantadas neste estudo:

- H1) Existe uma relação positiva entre cocriação de valor e qualidade percebida;
- H2) Existe uma relação positiva entre qualidade percebida e satisfação;
- H3) Existe uma relação positiva entre cocriação de valor e satisfação;
- H4) Existe uma relação positiva entre satisfação e lealdade;
- H5) Existe uma relação positiva entre cocriação de valor e lealdade.

Figura 3. Análise do modelo estrutural. *** $p \leq 0,001$. $N = 400$



Cohen (1988) aponta que, para as ciências sociais, o valor de $R^2 = 0,02$ pode ser considerado pequeno, $R^2 = 0,13$ é avaliado com médio e $R^2 = 0,26$ é um efeito grande. Hair et al. (2017), por outro lado, assinalam que, apesar de os valores de referência dependerem da área de pesquisa, em geral, modelos de *marketing* podem seguir a regra de $R^2 = 0,25$ é fraco, $R^2 = 0,50$ é moderado e $R^2 = 0,75$ é substancial.

A acurácia do modelo ajustado pode ser medida por meio da estatística Q^2 de Stone-Geisser, sendo maior que zero quando o modelo está dentro do esperado.

A Tabela 3 apresenta os valores de R^2 e Q^2 obtidos. Considerando os valores de referência apresentados anteriormente, é possível afirmar que o valor de R^2 é substancial para Lealdade e moderado para Qualidade Percebida e Satisfação, indicando que a maior parte da variância dos construtos endógenos é explicada pelos demais construtos. Para as três dimensões, o valor de Q^2 é maior do que zero, apontando relevância preditiva do modelo para estes construtos.

Tabela 3. *Valores de R^2 e Q^2 para variáveis latentes endógenas*

Construtos	R^2	Q^2
Lealdade	0,802	0,661
Qualidade Percebida	0,676	0,488
Satisfação	0,604	0,495

4. Conclusões

A pergunta problema que desencadeou esta pesquisa referia-se ao levantamento dos aspectos da cocriação de valor considerados determinantes no impacto dos elementos de qualidade percebida, satisfação e lealdade, com foco na educação a distância. Como resposta, foi composta uma dimensão que englobasse os aspectos teóricos da cocriação de valor e desenvolvidas hipóteses acerca das relações entre as dimensões de interesse.

No que tange a cocriação de valor, os dois principais aspectos para a sua caracterização dizem respeito à coprodução e ao valor obtido durante o uso do serviço, sendo especialmente relevante a identificação do aluno com a transparência da instituição e seu relacionamento com a própria faculdade, seus colegas de curso e envolvimento de amigos e familiares.

Com relação às hipóteses levantadas para a avaliação dos objetivos específicos propostos, todas foram confirmadas, indicando que a participação do estudante na criação de valor tem efeito não apenas na percepção de qualidade, mas também na satisfação e lealdade.

Nesta pesquisa foi possível identificar que o aluno da modalidade EAD percebe ser tão responsável quanto a faculdade por sua formação e quão benéfico é manter envolvimento nas atividades sugeridas pela instituição.

Quando crê ser peça chave na criação de valor do sistema educacional, em paridade com o papel da faculdade, o estudante eleva sua percepção sobre a qualidade do curso, além da satisfação e, como consequência, torna-se mais leal – resultando, no longo prazo, em menores taxas de evasão. No modelo estrutural, o pilar do uso foi o mais relevante na composição da cocriação de valor, tornando fundamental que as faculdades aprimorem esta dimensão, em especial os atributos que abrangem o relacionamento.

Outro achado importante refere-se aos efeitos da cocriação de valor sobre satisfação e lealdade.

A principal limitação deste estudo refere-se à generalização dos resultados. Apesar de a

amostra ter contemplado todas as regiões do país, ela ficou restrita às faculdades privadas e àqueles alunos que se interessaram em responder à pesquisa *online*.

5. Referências

- ABED. (2014). *Censo EaD.br: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2013*. Curitiba: Ibpex.
- Aksoy, L., Keiningham, T. L., & Oliver, R. L. (2014). Loyalty: its many sources and variations. In: *Handbook of Service Marketing Research* (pp. 37-51). Cheltenham: Edward Elgar Publishing, Inc.
- Brambilla, F. R., & Damacena, C. (2012). Estudo etnometodológico da cocriação de valor no ensino superior privado de administração com base na lógica dominante do serviço em marketing. *REMark - Revista Brasileira de Marketing*, 11(3), pp. 123-152.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2 ed.). New York: Psychology Press.
- Cronin Jr., J. J., & Taylor, S. A. (1992). Measuring service quality: a reexamination and extension. *Journal of Marketing*, 56(3), pp. 55-68.
- Eagle, L., & Brennan, R. (2007). Are students customers? TQM and marketing perspectives. *Quality Assurance in Education*, 15(1), 44-60.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), pp. 175-191.
- Galvagno, M., & Dalli, D. (2014). Theory of value co-creation: a systematic literature review. *Managing Service Quality*, 24(6), 643-683.
- Grönroos, C. (2008). Service logic revisited: who creates value? And who co-creates? *European Business Review*, 20(4), 298-314.
- Grönroos, C. (2011). Value co-creation in service logic: A critical analysis. *Marketing Theory*, 11(3), 279-301.
- Gruber, T., FuB, S., Voss, R., & Gläser-Zikuda, M. (2010). Examining student satisfaction with higher education services. *International Journal of Public Sector Management*, 23(2), pp. 105-123.
- Gupta, S., & Lehman, D. R. (2005). *Managing customers as investments*. Philadelphia: Wharton School Publishing.
- Hair, J. F., Hult, G. T., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2 ed.). Newcastle, Australia: Sage.
- Halbesleben, J. R., Becker, J. A., & Buckley, M. R. (2003). Considering the labor contributions of students: an alternative to student-as-customer metaphor. *Journal of Education for Business*, 78(5), 255-257.
- INEP. (2017). *Sinopses Estatísticas da Educação Superior - Graduação*. Acesso em 14 de setembro de 2018, disponível em <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>
- Jones, T. O., & Sasser, W. E. (1995). Why satisfied customers defect. *Harvard Business Review*, 73(6), pp. 89-99.
- Kanji, G. K., & Tambi, M. A. (1999). Total quality management in UK higher education institutions. *Total Quality Management*, 10(1), 129-153.
- Maglio, P. P., Vargo, S. L., Caswell, N., & Spohrer, J. (2009). The service system is the basic abstraction of service science. *Information Systems and e-Business Management*, 7(4), 395-406.
- Mantovani, D. M. (2012). *Distance education on the stakeholders' perspectives: student's, instructor's and administrator's perceptions*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, São Paulo.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perception of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), pp. 12-40.
- Payne, A. F., Storbacka, K., & Frow, P. (2008). Managing the co-creation of value. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1), 83-96.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. New York: Free Press.
- Ranjan, K. R., & Read, S. (2016). Value co-creation: concept and measurement. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(3), 290-315.
- Ravald, A., & Grönroos, C. (1996). The value concept and relationship marketing. *European Journal of Marketing*, 30(2), 19-30.
- Svensson, G., & Wood, G. (2007). Are university students really customers? When illusion may lead to

delusion for all! *International Journal of Education Management*, 21(1), 17-28.

Udo, G. J., Bagchi, K. K., & Kirs, P. J. (2011). Using SERQUAL to assess the quality of e-learning experience.

Computers in Human Behavior, 27, pp. 1272-1283.

Velázquez, B. M., Saura, I. G., & Molina, M. E. (2011). Conceptualizing and measuring loyalty: Towards a conceptual model of tourist loyalty antecedents. *Journal of Vacation Marketing*, 17(1), pp. 65-81.

Zeithaml, V. (1988). Consumer perception of price, quality and value: a means-ends-model and synthesis of evidence. *Journal of Marketing*, 52, 2-22.

Avaliação da relação universidade-sociedade: o caso da Unicamp em perspectiva nacional e internacional

Ana Maria Nunes Gimenez

Departamento de Política Científica e Tecnológica - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (INCT/PPED), Brasil.

anamarianunesgimenez@gmail.com

Muriel de Oliveira Gavira

Faculdade de Ciências Aplicadas - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Brasil

mgfca@unicamp.br

Simone Pallone de Figueiredo

Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor) - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Brasil

sim.fig@gmail.com

Maria Beatriz Machado Bonacelli

Departamento de Política Científica e Tecnológica – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (INCT/PPED), Brasil.

biabona@unicamp.br

Resumo

As instituições de educação superior (IES) têm sido pressionadas a desenvolver mecanismos mais eficientes e adequados à concretização da sua responsabilidade social, tornando-se mais transparentes e mais responsivas às diferentes demandas e necessidades da sociedade, especialmente quando financiadas com recursos públicos. A extensão universitária insere-se neste contexto com uma missão transformadora e indissociável do ensino e da pesquisa. No Brasil, a necessidade de internalização do conceito de extensão é urgente tanto para a sua curricularização (obrigatória por força de Lei Federal), como para a valorização acadêmica, o que justifica a presente pesquisa. Desse modo, o objetivo deste trabalho é analisar o sistema de avaliação da relação universidade-sociedade na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com foco na extensão universitária. Para uma perspectiva mais abrangente desse sistema, o comparamos com outras duas iniciativas: o Manual de Valência e os Indicadores Brasileiros de Extensão Universitária (IBEU). Os resultados indicam que a Unicamp tem realizado esforços para promover a indissociabilidade entre as três missões (ensino, pesquisa e extensão), qualificar suas ações de extensão e aperfeiçoar o seu processo de avaliação institucional. Entretanto, alguns obstáculos ainda precisam ser superados, entre eles, a assimilação, pelas unidades de ensino e pesquisa, do conceito e das diretrizes da extensão. Os indicadores da avaliação institucional utilizados pela Unicamp estão alinhados, parcialmente, à proposta do Manual de Valência, se aproximando mais dos Indicadores Brasileiros de Extensão Universitária.

Palavras chaves

Ensino superior, avaliação institucional, terceira missão, extensão universitária.

1. Introdução

Diversos têm sido os desafios postos às universidades e outras instituições de educação superior (IES), desde o reconhecimento da importância das ações direcionadas à sociedade, o entendimento do conceito e das práticas de extensão, passando pela sua institucionalização e organização, alcançando a

criação de indicadores para medir e divulgar o alcance e o impacto dessas atividades. E sem deixar, contudo, de considerar a incorporação das ações de extensão nas matrizes curriculares dos cursos de graduação¹. Nesse contexto, a concepção de terceira missão representa um tema de grande destaque justamente devido à ampliação da ideia de extensão universitária e às crescentes cobranças pela expansão e diversificação das interações com a sociedade.

Para D’Este, Castro-Martínez e Molas-Gallart (2014, p. 1), “a promoção e o desenvolvimento de laços com o conjunto da sociedade é o que se conhece como Terceira Missão – ‘terceira’ em referência às outras duas missões: o ensino e a pesquisa”. Assim, a terceira missão diz respeito “a todas as atividades relacionadas com a produção, utilização, aplicação e exploração de conhecimentos e outras capacidades da universidade fora dos ambientes acadêmicos” (Molas-Gallart & Castro-Martínez, 2007, p. 321). Nesse contexto, indicadores de terceira missão devem permitir que as IES possam compreender em que medida a sua estrutura jurídica-institucional favorece a realização de atividades de vinculação com o seu entorno socioeconômico (European Indicators and Ranking Methodology for University Third Mission, 2012), entre outras coisas. Isso poderá ocorrer, em regra, a partir de indicadores: (a) de atividades; (b) de desempenho/resultados; e (c) de impactos (OCTS-OEI & RICYT, 2017).

O objetivo deste trabalho, portanto, é analisar o sistema de avaliação da relação universidade-sociedade na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com foco na extensão universitária. Considerando que a concepção de extensão está fortemente relacionada com a de terceira missão, e para se ter uma perspectiva mais abrangente desse sistema da Unicamp, o comparamos com outras duas iniciativas. A primeira, o Manual de Valência, está conceitualmente mais próxima do conceito abrangente de terceira missão, e a segunda, os Indicadores Brasileiros de Extensão Universitária (IBEU), do Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras (Forproex), trata a extensão universitária de forma mais restrita. Essas iniciativas foram escolhidas, pois a Unicamp participou da elaboração do projeto piloto que culminou com a elaboração do Manual de Valência (e que permite um alinhamento internacional) e por ela ser uma das instituições integrantes do Forproex (alinhamento nacional).

A escolha do caso da Unicamp deu-se pela sua importância nacional com importante foco em pesquisa, ensino e extensão. A Unicamp é uma universidade pública do estado de São Paulo (Brasil), criada em 1966, sendo responsável por aproximadamente 8% da produção científica do Brasil e 12% da pós-graduação nacional (Unicamp, 2018a, 2018b). Segundo dados do Anuário Estatístico, a Unicamp possui 1.894 docentes, dos quais 99% com titulação mínima de doutor e 94% atuando em regime de dedicação exclusiva, bem como 37.494 alunos matriculados em 66 cursos de graduação e 158 cursos de pós-graduação (Unicamp, 2018a, 2018b). A Universidade destaca-se nos principais rankings internacionais, como o *Quacquarelli Symonds - QS* e o *Times Higher Education – THE*. Em 2018, na categoria “melhores universidades da América Latina”, ocupou, respectivamente, a 1ª (THE) e a 2ª colocação (QS).

Este artigo está dividido em seis seções: introdução (1), arcabouço conceitual (2), procedimentos metodológicos (3), resultados (4), discussão (5) e conclusões (6).

2. A evolução do entendimento acerca do conceito de terceira missão e a construção de indicadores

A ideia de uma nova missão, para além do ensino e da pesquisa, desenvolveu-se, especialmente, sob inspiração das primeiras iniciativas com a extensão universitária, em meados do século XIX, nas

¹ No Brasil, a Resolução do Ministério da Educação (CNE/CES n. 7, de 18 de dezembro de 2018) estabeleceu as diretrizes para integração das ações de extensão nas matrizes curriculares dos cursos de graduação.

Universidades de Oxford e de Cambridge, a partir de palestras de docentes em localidades onde não existiam universidades (Mackinder & Sadler, 1891). Ao longo de século XX, ampliaram-se consideravelmente as formas de relação da universidade com a sociedade tornando complexas a governança e a gestão dessas relações e trocas. Nos Estados Unidos, por exemplo, a partir de meados do século XX, o envolvimento de docentes e universidades com atividades de patenteamento, empreendedorismo acadêmico, transferência de tecnologia e inovação, deu ensejo à criação de estruturas de suporte a estas atividades, os chamados *University Technology Transfer Offices* (TTOs) ou *Technology Licensing Offices* (TLOs), inspirando o desenvolvimento de estruturas similares em universidades e instituições de educação superior ao redor do mundo.

Também nos Estados Unidos, diversas instituições têm se preocupado em estabelecer vínculos mais diretos com a sociedade. Nesse contexto, o termo “*community engagement*” tem assumido grande relevância, o que levou a Fundação Carnegie a criar, em 2006, uma classificação voluntária denominada *Community Engagement Classification* para avaliar o nível de engajamento das instituições de ensino superior (IES) com as suas comunidades (Driscoll, 2009). Por *community engagement* entende-se “a colaboração entre instituições de educação superior e suas comunidades (local, regional/estadual, nacional, global) para o intercâmbio mutuamente benéfico de conhecimentos e recursos, em um contexto de parceria e reciprocidade” (Carnegie Foundation, 2013, p. 2).

Iniciativa desenvolvida no Reino Unido estabeleceu uma visão mais abrangente da relação universidade-sociedade, o estudo encomendado pelo Grupo Russell² e intitulado *Final Report to the Russell Group of Universities*, de Molas-Gallart, Salter, Patel, Scott e Duran (2002). Esse estudo pode ser considerado como a primeira tentativa de realização de um quadro analítico-conceitual e de elaboração de um conjunto abrangente de indicadores para auxiliar no rastreamento e gerenciamento das atividades da terceira missão. Segundo Molas-Gallart, Salter, Patel, Scott e Duran (2002), a terceira missão se materializa quando os resultados das atividades de ensino e da pesquisa, viabilizados por meio das capacidades físicas (estruturas institucionais – laboratórios, museus, entre outros) e de conhecimento (expertises, know-how etc.), alcançam comunidades não acadêmicas.

Outra iniciativa relevante, cofinanciada pela Comissão Europeia, é o Projeto *European Indicators and Ranking Methodology for University Third Mission* (E3M)³ cuja meta foi o enquadramento das diferentes formas da interação universidade-sociedade em três dimensões que, acredita-se, contemplam a diversidade das relações: (i) educação continuada; (ii) transferência de tecnologia, empreendedorismo e inovação; e (iii) compromisso social, juntamente com o desenvolvimento regional/nacional.

Também merece destaque o *Manual Iberoamericano de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico*, conhecido como Manual de Valência, concebido para orientar as IES no desenvolvimento de estratégias de vinculação com o entorno socioeconômico. O Manual também orienta a avaliação da universidade, com base nos indicadores, permitindo, ainda, a comparabilidade com outras universidades que utilizem o mesmo sistema de avaliação. Atuaram na elaboração do Manual, o Observatório Ibero-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade da Organização dos Estados Ibero-americanos, o Instituto de Gestão da Inovação e Conhecimento (Ingenio), o Conselho Superior de Pesquisas Científicas da Espanha, a Universidade Politécnica de Valência, e a Rede de Indicadores de Ciência e Tecnologia Ibero-americana e Interamericana (RICYT).⁴

² Grupo composto pelas 24 principais universidades intensivas em pesquisa do Reino Unido e consideradas de classe mundial.

³ Conduzido entre janeiro de 2009 e dezembro de 2012, e que resultou em textos de referência, como o Green Paper: *Fostering and Measuring 'Third Mission' in Higher Education Institutions*; e o *Conceptual Framework for Third Mission Indicator Definition*.

⁴ Estas instituições desenvolveram o Manual a partir de reuniões de especialistas iniciadas em 2009.

Percebe-se, portanto, que a relação da universidade, ou em termos mais amplos, das instituições de educação superior com a sociedade, é fruto de contínua evolução, desde as primeiras experiências com a extensão universitária até os envolvimento com empreendedorismo, inovação, transferência de tecnologia, e o engajamento social com demandas locais/regionais, embora sejam múltiplos os entendimentos e as formas de nomear e exteriorizar essa terceira missão. Levantamentos realizados por Grao, Iriarte, Ochoa e Vieira (2014, p. 15) apontaram que na América Latina ainda há preferência pela utilização do termo “extensão universitária” (em primeiro lugar), enquanto “vinculação com o entorno ou com a sociedade” costuma ser o segundo termo mais utilizado. Já o termo “terceira missão” tem sido pouco referido. Gimenez (2017, p. 176) sugere que existe certa resistência à utilização do termo terceira missão porque ainda é bastante comum associá-lo à abordagem da Hélice Tríplice (idealizada por H. Etzkowitz e L. Leydesdorff), ou seja, da “universidade empreendedora, cujas pesquisas geram patentes e outros direitos da propriedade intelectual, que realiza transferência de tecnologia”, entre outros, temática não consensual nas IES latino-americanas. No entanto, também afirma o seguinte: “a terceira missão é gênero; seus desdobramentos/suas dimensões caracterizam as espécies: extensão, empreendedorismo, inovação, cultura/arte/lazer, serviços de saúde, entre várias outras” (Gimenez, 2017, p. 285).

Destacamos que as análises do presente trabalho se situam no âmbito da extensão universitária.

3. Procedimentos metodológicos

Para atingir o objetivo proposto foi realizada uma pesquisa exploratória, a partir de levantamento bibliográfico e documental. O levantamento bibliográfico teve como objetivo estabelecer o quadro conceitual da pesquisa. Os dados empíricos foram recuperados a partir de buscas realizadas no website da Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário (PRDU), do período compreendido entre 2014 e 2019, bem como no Sistema Informatizado da Avaliação Institucional, compreendendo relatórios finais, relatórios de gestão e formulários utilizados nas avaliações.

Os dois sistemas de indicadores, selecionados para a análise comparativa com o sistema de indicadores da Unicamp, já eram conhecidos em decorrência do nosso envolvimento com a temática da extensão ou de aspectos mais abrangentes da relação universidade-sociedade, sob o enfoque da terceira missão. Conforme mencionado na introdução, a Unicamp participou do projeto piloto que deu origem ao Manual de Valência, sendo que, a coleta de dados na instituição foi conduzida por uma das autoras deste artigo, enquanto outra autora, já havia recorrido sobre o Manual em sua tese de doutorado. No que refere aos Indicadores Brasileiros de Extensão Universitária – IBEU, estes também já eram conhecidos. Dessa forma, a partir de diversas análises concluímos que os dois sistemas poderiam oferecer um quadro comparativo bastante útil para a análise da avaliação institucional da extensão na Unicamp, partindo-se da ideia de complementaridade entre as abordagens e o conjunto de indicadores propostos por ambos.

O sistema de indicadores do Manual de Valência foi selecionado porque entendemos que permite uma visão mais ampla da relação universidade-sociedade, sob enfoque da terceira missão, englobando ações que costumeiramente não são abarcadas pela extensão universitária, pelo menos no Brasil. O sistema de indicadores do Forproex, por outro lado, traz a perspectiva nacional e representa um esforço conjunto de representantes de IES no sentido de avançar na compreensão da extensão e da sua avaliação, embora apresente limitações, conforme será demonstrado.

Como parâmetros de comparação foram utilizados os seguintes critérios: (i) indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão; (ii) amplitude de conceitos - extensão *versus* terceira missão; (iii) características específicas do sistema, tais como: atores envolvidos, passos e procedimentos, fontes e tipos de dados, critérios de análise das respostas – se qualitativas e/ou quantitativas (objetividade *versus*

subjetividade), presença de indicadores de internacionalização, de propriedade intelectual e de transferência de tecnologia, e delimitação geográfica das ações.

A seguir, são apresentados os dois sistemas que serviram de parâmetros à referida análise.

- Indicadores Ibero-Americanos: o Manual de Valência

O Manual de Valência reúne indicadores destinados à medição de aspectos ligados à (i) caracterização institucional (perfil geral); (ii) às capacidades para as atividades de vinculação; e (iii) às atividades de vinculação. Os indicadores pretendem apurar tanto as atividades, quanto o comprometimento das instituições com a sociedade, por exemplo pela explicitação dessa relação em estatutos ou planos estratégicos. O volume de recursos orçamentários destinados para a área é outro indicador de relevância. Os indicadores destinam-se também a medir os facilitadores ou as barreiras ao compromisso dos pesquisadores com a vinculação. Segundo o Manual, as atividades de vinculação compreendem:

a) a geração de conhecimento e o desenvolvimento de capacidades em colaboração com agentes não acadêmicos e a elaboração de marcos jurídicos e culturais que orientem a abertura das universidades ao seu meio ambiente;

b) o uso, aplicação e exploração de conhecimentos e outras capacidades existentes na universidade fora do ambiente acadêmico, bem como treinamentos, venda de serviços, assessoria e consultoria, realizadas pelas universidades em seu ambiente (OCTS-OEI & RICYT, 2017, p. 11).

Isso ocorre a partir das capacidades institucionais e das atividades que realizam (ensino e pesquisa). As capacidades são de dois tipos: as relacionadas com o estoque de conhecimento e expertises da comunidade acadêmica, e as relacionadas com a infraestrutura física existente. O Quadro 1 traz exemplos de indicadores, conforme categorias de análise.

Quadro 1. Manual de Valência: indicadores

Categoria	Indicadores sugeridos
Capacidades institucionais para a vinculação	Estrutura física para as atividades
	Documentação, registro e avaliação de desempenho
	População universitária: número de professores, alunos e funcionários envolvidos nas ações
	Recursos financeiros: valores direcionados às atividades de vinculação
	Trajectoria histórica: origem e evolução dos relacionamentos; áreas geográficas de referência - local, regional, nacional, internacional
	Produção científica
	Proteção e gestão da propriedade intelectual, como patentes, licenciamentos e outros
	Incubadoras de empresas e outras formas de promoção do empreendedorismo
	Sistemas de admissão e promoção que consideram a atuação em atividades de vinculação
Comercialização de infraestrutura física	
Vinculação com o entorno socioeconômico	Pesquisa e desenvolvimento em colaboração com entidades não acadêmicas (ex. contratos com empresas)
	Participação em redes: docentes e estudantes envolvidos, área geográfica – nacional, internacional
	Difusão não acadêmica: elaboração e divulgação de guias, protocolos, manuais e outras publicações técnicas, entrevistas, palestras, participação em programas de tv, rádio etc.
	Consultorias e assessoramentos
	Atividades de extensão (tanto a comunitária, como a direcionada ao setor produtivo)

Colaboração com agentes não acadêmicos
Programas e projetos de extensão
Cursos e outras atividades de formação: cursos demandados por empresas ou outras organizações

Fonte: elaboração própria com base em OCTS-OEI & RICYT (2017).

Em 2015, seis universidades⁵ entre as quais, a Unicamp, participaram de um projeto piloto para a elaboração do Manual de Valência. A participação da Unicamp na validação e consolidação do Manual se deu pela coleta de informações dos anuários estatístico e de pesquisa, dos relatórios de atividades da Agência de Inovação da Unicamp, da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proec), bem como do banco de dados de Convênios e Contratos da Fundação de Desenvolvimento da Unicamp (Funcamp).

- Os indicadores brasileiros de extensão: a iniciativa do Forproex

O Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras (Forproex) foi criado em 1987 para promover o desenvolvimento de políticas acadêmicas de extensão universitária. Segundo o Fórum, “a extensão universitária, sob o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, é um processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre Universidade e outros setores da sociedade” (Forproex, 2012, p. 15). O Quadro 2 apresenta a classificação das ações de extensão.

Quadro 2. Forproex: ações de extensão

Ações de extensão
I – Programa: “conjunto articulado de projetos e outras ações de extensão (cursos, eventos, prestação de Serviços), preferencialmente integrando as ações de extensão, pesquisa e ensino. Tem caráter orgânico-institucional, clareza de diretrizes e orientação para um objetivo comum, sendo executado a médio e longo prazo”.
II – Projeto: “ação processual e contínua de caráter educativo, social, cultural, científico ou tecnológico, com objetivo específico e prazo determinado”. O projeto pode ser: vinculado a um programa (forma preferencial – o projeto faz parte de uma nucleação de ações); não-vinculado a programa (projeto isolado)”.
III – Curso: “ação pedagógica, de caráter teórico e/ou prático, presencial ou a distância, planejada e organizada de modo sistemático, com carga horária mínima de 8 horas e critérios de avaliação definidos”.
IV – Evento: “ação que implica na apresentação e/ou exibição pública, livre ou com clientela específica, do conhecimento ou produto cultural, artístico, esportivo, científico e tecnológico desenvolvido, conservado ou reconhecido pela Universidade”.
V – Prestação de Serviço: “Realização de trabalho oferecido pela Instituição de Educação Superior ou contratado por terceiros (comunidade, empresa, órgão público, etc.); a prestação de serviços se caracteriza por intangibilidade, inseparabilidade processo/produto e não resulta na posse de um bem”.

Fonte: elaboração própria com base em Forproex (2007, pp. 35-39).

Em 2017 foram estabelecidos os “Indicadores Brasileiros de Extensão Universitária (IBEU)”, um conjunto de 52 indicadores de desempenho para apurar cinco dimensões das ações e estratégias de extensão universitária: (1) política de gestão (PG); (2) infraestrutura (Infra); (3) plano acadêmico (PA); (4) relação universidade-sociedade (RUS); e (5) produção acadêmica (Prod).

O Quadro 3 apresenta uma lista, não exaustiva, de indicadores relacionados com cada uma das 5 dimensões.

⁵ Polo Tecnológico de Pando, Universidad de la República, Uruguai; Universidad Autónoma Metropolitana, México; Universidad Nacional de Quilmes e Universidad Nacional del Litoral, Argentina; Universidade Estadual de Campinas, Brasil e Universitat Jaume I, Espanha.

Quadro 3. Indicadores Brasileiros de Extensão: síntese

Dimensão	Indicadores Sugeridos
Política de gestão (PG)	Prática extensionista como critério para promoção na carreira
	Formação em gestão para os servidores da extensão
	Institucionalização de programas e projetos de extensão
	Capacitação para o desenvolvimento da extensão
	Participação dos servidores em eventos e congressos de extensão
Infraestrutura (Infra)	Infraestrutura física para gestão da extensão
	Estrutura de pessoal para gestão e oferta da extensão
	Sistemas informatizados de apoio à extensão
	Disponibilidade de espaços para eventos culturais e desportivos
	Disponibilidade de espaços de apoio ao empreendedorismo
Plano Acadêmico (PA)	Nível de inclusão da extensão nos currículos
	Articulação entre ensino, pesquisa e extensão
	Contribuições da extensão para o ensino e a pesquisa
	Participação de docentes na extensão, estudantes e técnicos administrativos na extensão
	Nível de inclusão da extensão nos currículos
Relação Universidade Sociedade (RUS)	Parcerias interinstitucionais
	Envolvimento de profissionais externos na extensão
	Representação das IES junto à sociedade civil
	Meios de comunicação com a sociedade
	Mecanismos de prestação de contas à sociedade
	Público alcançado por programas e projetos
Produção Acadêmica (Prod)	Ações de extensão desenvolvidas por modalidade
	Produção de materiais para instrumentalização da extensão
	Publicação de artigos em periódicos, produção de livros ou capítulos com base em resultados da extensão
	Comunicações em eventos com base em resultados da extensão
	Produções artísticas (exposições, espetáculos, outros)
	Empresas pós-incubadas
	Cooperativas populares pós-incubadas

Fonte: adaptado de Maximiliano Junior (2017, p. 19-20).

Os indicadores foram desenvolvidos a partir de consultas, via questionário eletrônico às instituições integrantes do Forproex. Os respondentes foram docentes e técnicos diretamente envolvidos com atividades de extensão e os questionários buscavam apurar o consenso acerca de um conjunto inicial de indicadores do projeto piloto, utilizando-se para tanto uma escala Likert de 5 pontos. Destacamos que a Unicamp participou como respondente da pesquisa que levou à construção desse sistema de indicadores.

Uma constatação importante é que esse sistema de indicadores não apura os impactos da extensão na sociedade. Também, é necessário elucidar a questão das atividades de patenteamento e de transferência de tecnologia, pois, embora tais atividades tenham sido incluídas nas 53 linhas de extensão, estabelecidas em 2007 pelo Forproex, não foram propostos indicadores para tais ações.

4. Resultados

- A avaliação institucional da extensão na Unicamp
- A “Avaliação Institucional” da universidade existe desde 1999 (ocorrendo a cada cinco anos) e

examina as unidades de ensino e pesquisa da Unicamp, estando sob a coordenação da Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário (PRDU). Seu objetivo é embasar o desenvolvimento e aperfeiçoamento institucional e a tomada de decisões da universidade, fornecendo subsídios para o planejamento estratégico da instituição. A última Avaliação Institucional (2009-2013), realizada integralmente via plataforma computacional, foi integrada com o planejamento estratégico das unidades de ensino e pesquisa (Unicamp, 2016).

Em 2019 está sendo realizada a avaliação do período compreendido entre 2014 e 2018. A constante revisão do formulário confere dinamismo ao processo e possibilita que sejam acomodadas as mudanças ambientais e institucionais em curso na Universidade, porém dificulta o entendimento da evolução de alguns desses indicadores.

A avaliação tem duas perspectivas – uma interna e uma externa, como exige o Conselho Estadual de Educação - CEE⁶ (sendo a instituição responsável pelo conteúdo da avaliação e pela seleção dos avaliadores externos). Na perspectiva interna, os diversos órgãos de pesquisa, ensino, extensão e de gestão das unidades (de ensino e pesquisa) respondem a um formulário de questões relativas às suas atribuições (aqui denominado de Formulário Interno). Na perspectiva externa, membros da comunidade externa avaliam as respostas a essas questões por meio de um formulário próprio (aqui denominado de Formulário da Comunidade Externa), emitindo pareceres (Unicamp, 2014). O relatório dessa avaliação é enviado à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, onde uma comissão de especialistas e seu conselho pleno realizam a avaliação do referido relatório (São Paulo, 2000).

As fontes de informações para preenchimento da avaliação são provenientes de diferentes órgãos e atividades, ou seja, tanto das próprias unidades de ensino e pesquisa, como dos órgãos de gestão central, como Diretoria Acadêmica, Pró-Reitorias, Diretoria Geral de Recursos Humanos, entre outros. As avaliações internas ocorrem no âmbito de cada faculdade, instituto e colégios técnicos e são analisadas pelas Pró-Reitorias e Vice-Reitorias Executivas, conforme apresentado no Quadro 4.

Cada uma das dimensões possui formulários específicos. As unidades de ensino e pesquisa, por exemplo, precisam preencher 8 formulários. No caso dos colégios técnicos e dos Núcleos e Centros interdisciplinares de pesquisa, há um formulário específico que contém todas essas dimensões e questões específicas, adequadas ao perfil dessas unidades.

Quadro 4. Dimensões da avaliação

Dimensões/Formulários	Responsável pelo formulário e análise
I - Ensino de graduação	Pró-Reitoria de Graduação (PRG)
II - Ensino de pós-graduação	Pró-Reitoria de Graduação (PRPG)
III - Pesquisa	Pró-Reitoria de Pesquisa (PRP)
IV - Extensão e assuntos comunitários	Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (ProEC)
V - Gestão e processos administrativos	Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário (PRDU)
VI - Recursos humanos	Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário (PRDU)
VII - Orçamento e recursos financeiros	Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário (PRDU)
VIII - Infraestrutura	Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário (PRDU)
IX - Colégios técnicos	Diretoria Executiva de Ensino Pré-Universitário (DEEPU)
X - Centros e Núcleos Interdisciplinares	Coordenadoria de Centros e Núcleos Interdisciplinares de Pesquisa - COCEN

Fonte: elaboração própria com base em Unicamp (2016).

⁶ Deliberação CEE 04/1999 que determina a forma e critérios de avaliação das universidades estaduais paulistas, entre eles a relevância da produção cultural e científica e das ações comunitárias (São Paulo, 2000).

O formulário destinado à avaliação interna da extensão universitária possui 20 questões, sendo 5 específicas para a área de cultura (também dentro da atuação da Pró-Reitoria). Há também questões de extensão no formulário de avaliação dos Centros e Núcleos de Pesquisa (9 questões) e dos colégios técnicos (6 questões).

A perspectiva interna busca uma avaliação das unidades com relação à atuação de seus docentes, funcionários e alunos em todas as ações de extensão (relevância, qualidade e impacto para a sociedade e para a própria universidade); para tanto traz uma lista das ações (programa, projeto, curso, eventos, prestação de serviço) e uma tabela geral com o total.

Além disso, o formulário interno traz questões sobre: reconhecimento externo das ações de extensão (prêmios e distinções recebidas); representações da sociedade civil e em órgãos governamentais; principais parceiros; resultados das ações em termos de novas linhas e grupos de pesquisa, alterações curriculares, novas metodologias, produção de artigos e livros etc.; sugestões para curricularização da extensão; e dificuldades na realização das ações de extensão e formas de contornar tais dificuldades.

As questões sobre extensão presentes nos formulários dos centros e núcleos interdisciplinares de pesquisa são relacionadas à participação dos mesmos nas ações de extensão, mais especificamente, sobre alinhamento com objetivos estratégicos; procedimentos administrativos da extensão; colaborações e parcerias; impactos em pesquisa, ensino e serviços da unidade; e impacto social, político, econômico e cultural das ações. O interessante nesse formulário é que as atividades de ensino são listadas por tipo (graduação, pós-graduação, extensão e pesquisa) e que são pontuadas as inovações e patentes e internacionalização como atividade de extensão (indo ao encontro ao Manual de Valência).

Os formulários dos colégios técnicos seguem mais de perto a estrutura do formulário geral de extensão, porém com menos perguntas e com foco nos impactos do ensino (não são perguntados os impactos da pesquisa); relevância externa das ações; prêmios; envolvimento de docentes e funcionários (não se menciona aluno) em programas, projetos, cursos e eventos. Não há também menção à prestação de serviços.

A avaliação externa busca analisar a valorização da extensão pela unidade como uma prática acadêmica legítima, a relevância e adequação das ações de extensão da unidade para as comunidades parcerias e para o país, o mecanismo de gestão das ações de extensão, indissociabilidade com ensino e pesquisa, e os benefícios da extensão para a unidade e para a universidade, bem como para as comunidades locais e regionais.

Após essa avaliação, as respostas internas e externas são dirigidas à Proec que consolida e analisa a extensão da Unicamp como um todo, divulgando a análise no relatório final geral das unidades.

5. Discussão

A tarefa de elaborar e aplicar indicadores é desafiadora, não apenas para a definição das ações que devem ser contempladas, mas também no que diz respeito ao acesso aos dados, pois algumas ações de extensão/terceira missão/vinculação podem ser realizadas informalmente, ou seja, muitas vezes docentes e estudantes realizam tais atividades sem que estas sejam registradas institucionalmente, ou mesmo, sem documentá-las adequadamente. Diante desses obstáculos, o processo de avaliação pode não conseguir abarcar a realidade, ou seja, todas as ações realizadas pela universidade.

No que diz respeito aos resultados obtidos na Unicamp, diversas iniciativas têm sido planejadas e implementadas nos últimos anos, visando levantar e analisar suas atividades, bem como divulgá-las à sociedade. Foi possível constatar que tem havido um esforço da Universidade e da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proec) para qualificar suas ações de extensão e fomentar a indissociabilidade entre

ensino/pesquisa/extensão. Na tentativa de ampliar a compreensão dessa temática, o novo formulário inicia com a definição das ações de extensão do Forproex, ou seja: programa, projeto, curso, evento, prestação de serviços (Quadro 2). Isso porque, para que uma ação seja considerada como extensão universitária, além de estar diretamente relacionada com as atividades de ensino e pesquisa, é necessário enquadrá-la em uma dessas cinco categorias.

Entretanto, no que se refere às diretrizes da extensão (ex. dimensão transformadora, dialógica, interdisciplinar etc.), foi possível perceber que ainda não foram completamente assimiladas por todas as unidades (provavelmente porque esses conceitos ainda não foram compreendidos). Dessa forma, é possível que existam unidades de ensino e pesquisa considerando como extensão ações que não estão plenamente em conformidade com tais diretrizes. Ocorre que nem sempre esta relação é clara ou óbvia. Grande parte dessas questões dependem de juízos de valor, não resultando de um número e sim de um texto da unidade. Ao se analisar as respostas do ano de 2009-2013, percebe-se que as respostas de algumas unidades foram demasiadamente genéricas, ou seja, apenas afirmaram que seguem as diretrizes da extensão, sem detalhar a resposta. Para solucionar esse problema, sugerimos que as questões sejam mais específicas, utilizando-se também formas de quantificação (tais como escalas Likert). No entendimento de pessoas ligadas à Proec, a abordagem qualitativa das respostas é mais flexível e ajuda a qualificar melhor o que a unidade entende por extensão, abarcando diferentes ações. Ocorre que abordagens meramente qualitativas podem levar ao subjetivismo.

Salientamos que a Proec (e mesmo muitas unidades de ensino e pesquisa) não tem uma visão completa de todas as ações de extensão realizadas, uma vez que não detém o controle sobre todas as iniciativas das unidades nesse campo, bem como as iniciativas de outros órgãos da administração central (como por exemplo, projetos de pesquisa, internacionalização ou inovação que estão relacionados claramente com extensão). Assim, fica a cargo das unidades e órgãos essa avaliação. Porém, tendo em vista que parte das respostas é baseada em tabelas fornecidas pela Proec, pode-se induzir a unidade a responder apenas de acordo com os dados fornecidos. Um exemplo disso é que as questões relativas a programas e projetos de extensão são acompanhadas de uma lista dos projetos contemplados pelo edital de apoio à extensão, para fins de exemplificação. No entanto, nas suas respostas, as unidades devem considerar todos os projetos e programas que desenvolvem.

A extensão também aparece, de maneira tímida, nas outras áreas avaliadas quando se indaga sobre a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão e a dedicação do docente nesta última. Todavia, é interessante notar que nos relatórios da área de pesquisa existem algumas ressalvas às unidades com muitos cursos de extensão, reforçando a necessidade de se avaliar se isso não prejudica as demais atividades

docentes, ou seja, ensino e pesquisa. Não há menção à necessidade de mais extensão (isto é, relação com a sociedade) nos projetos de pesquisa. Postura cada vez mais criticada por trazer a ideia de uma universidade fechada em si mesma (comumente chamada de “Torre de Marfim”). Indo além, alguns estudiosos dessa temática têm criticado, ao longo dos anos, que ainda não foi atribuída à extensão o mesmo *status* (centralidade e importância) atribuído ao ensino e à pesquisa.

Uma constatação interessante é que não há questões sobre internacionalização no formulário da extensão, como ocorre com os formulários destinados à avaliação do ensino e da pesquisa. Nem mesmo sobre visitantes na área de extensão ou projetos internacionais de extensão. Isso pode estar relacionado à ideia de que a extensão deve trazer benefícios que fiquem dentro do país ou mesmo na região ou comunidade próxima à universidade. Desse modo, no último relatório da avaliação institucional, a área de internacionalização sugeriu que sejam oferecidos cursos de extensão em outras línguas, além do intercâmbio de docentes nessa área. Os indicadores do Forproex também não contemplam esta questão. Para o Manual de Valência, entretanto, há indicadores para a delimitação geográfica das atividades e

relacionamentos (locais, nacionais ou internacionais).

É possível afirmar que as mudanças na avaliação da extensão, concretizadas pelo aperfeiçoamento das questões, vão no sentido de abraçar a indissociabilidade entre as três missões (também com a presença nos demais formulários) e de fazer uma análise qualificada da extensão. Contudo, o próprio mapeamento das atividades de extensão é bastante complexo, já que nem todos os docentes e funcionários têm uma noção precisa do que é extensão e da sua relação necessária com o ensino e a pesquisa. Ainda mais se forem consideradas as diretrizes nacionais da extensão (indissociabilidade, interdisciplinaridade, etc.). Isso foi constatado a partir de visitas realizadas pela Proec às unidades de ensino e pesquisa entre 2017 e 2018.

Outra constatação relevante é que a avaliação dos impactos é um dos desafios atuais para as IES brasileiras e internacionais, pois envolve uma avaliação mais complexa, requerendo acompanhamento de longo prazo, aporte contínuo de recursos financeiros, fatores extremamente críticos nos dias atuais. Indicadores de impacto servem para apurar o valor agregado, ou ainda, as transformações produzidas no contexto socioeconômico (MPOG, 2009). No caso de uma instituição de educação superior, tais indicadores auxiliam na compreensão do como e do quanto as suas atividades têm alterado a realidade circundante em diferentes esferas (ambiental, econômica, cultural etc.) e âmbitos (entorno, comunidade, regional, nacional e internacional). Entretanto, nenhum dos sistemas de avaliação analisados neste artigo contemplam tais indicadores.⁷

6. Conclusões

A partir dos levantamentos e análises acima descritos com o intuito de avaliar a relação Universidade-Sociedade, pode-se observar que a avaliação institucional da Unicamp está mais alinhada aos indicadores do Forproex, dado que ambos estão mais focados na concepção de extensão, enquanto o Manual de Valência inclui indicadores mais ligados ao conceito de vinculação e da terceira missão, mais abrangentes.

Constatamos que os indicadores utilizados na avaliação da extensão na Unicamp são de resultado/desempenho e seguem os padrões indicados na literatura, porém não estão completamente alinhados com os indicadores propostos pelo Manual de Valência, que abarcam um conjunto mais amplo de ações. A relação universidade-sociedade, no Manual, é nomeada de “vinculação com o entorno socioeconômico” e não fica estritamente ligada às ações realizadas no âmbito da extensão (segundo a interpretação brasileira), cuja concepção é menos abrangente que a da vinculação e da terceira missão.

A avaliação da extensão na Unicamp não contempla indicadores para apurar a internacionalização, nem a propriedade intelectual e a transferência de tecnologia. O Manual de Valência, por outro lado, contempla essas dimensões da avaliação. Esses indicadores, no Brasil, não são gerenciados pelas Pró-Reitorias de extensão, mas estão a cargo das Agências de Inovação e de Internacionalização. Convém lembrar que o conjunto de indicadores proposto pelo Forproex também não contempla tais dimensões, portanto, os indicadores utilizados na avaliação institucional da extensão da Unicamp aproximam-se mais destes últimos.

Sendo assim, a partir da análise comparativa desenvolvida neste estudo, no Quadro 5 sintetizamos os principais pontos serem aperfeiçoados na avaliação da relação universidade-sociedade na Unicamp. São questões que levam em conta não apenas o sistema de avaliação em si, mas também o ambiente institucional.

⁷ Atualmente, a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP) e Unicamp participam do projeto “Indicadores de desempenho nas universidades estaduais paulistas”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Embora o título e o resumo do projeto não façam referência aos impactos, em diversas ocasiões (palestras, comunicações à imprensa etc.) mencionou-se que os impactos sociais também serão contemplados.

Quadro 5. Sugestões de melhorias

Categoria	Elementos a serem incluídos ou aperfeiçoados	Referências
Ambiente institucional	Disseminação, na comunidade acadêmica, das diretrizes da extensão: dimensão transformadora, dialógica, interdisciplinar etc.	Resolução nº 7/2018 MEC e Forproex (2012) ²
	Disseminação, na comunidade acadêmica, da importância da indissociabilidade entre ensino-pesquisa-extensão	Constituição Federal (1988) e Forproex (2012) ²
Sistema de avaliação	Inclusão de indicadores referentes à propriedade intelectual (patentes etc.)	Manual de Valência e previsto como linha de extensão pelo Forproex(2007) ¹
	Inclusão de indicadores referentes à transferência de tecnologia assuntos correlatos: licenciamentos, spin-offs etc.	Manual de Valência e previsto como linha de extensão pelo Forproex(2007) ¹
	Inclusão de indicadores referentes à delimitação geográfica da extensão: local, nacional, regional, internacional	Manual de Valência
	Inclusão de indicadores referentes à internacionalização da extensão	Manual de Valência
	Inclusão de abordagem quantitativa nos questionários: ex. escala Likert	Sugestão das autoras

Nota 1: Extensão Universitária: organização e sistematização.

Nota 2: Política Nacional de Extensão Universitária

Fonte: Elaboração própria.

Concluimos que o sistema de indicadores do Manual de Valência é muito mais abrangente, pois parte do pressuposto de que a vinculação das IES com o entorno socioeconômico é multifacetada e apresenta diversos aspectos, comportando um conjunto mais amplo de ações, considerando as interações em diferentes âmbitos: local/regional, nacional e internacional. O sistema de indicadores do Forproex, por outro lado, apresenta um escopo mais reduzido, tendo, inclusive, deixado de prever indicadores para linhas de extensão que o próprio Fórum reconheceu, no documento “Extensão Universitária: organização e sistematização”, de 2007, ou seja, para as atividades ligadas à identificação, proteção e gestão da propriedade intelectual, bem como para a transferência de tecnologia. Além disso, não encontramos menção à internacionalização da extensão ou uma especificação do âmbito de atuação, pois foi utilizado apenas o termo “comunidade externa”. Sendo assim, sugerimos que os Indicadores Brasileiros de Extensão Universitária sejam aperfeiçoados para que as lacunas possam ser preenchidas, inclusive a partir da sugestão das ações que cabem em cada categoria, pois percebe-se que ainda são indicadores bastante genéricos, dificultando e limitando a compreensão mais abrangente das possibilidades de ação da universidade na sociedade.

Como contribuições deste trabalho temos uma análise qualificada do sistema de avaliação da extensão universitária na Unicamp, a partir de um estudo comparativo. Isso permitiu a realização de propostas de melhorias nas formas de se avaliar a extensão e ressaltada a necessidade de integração com outros sistemas de avaliação da relação universidade-sociedade, bem como do uso de estudos de impacto e de abordagens quali-quantitativas, além da consideração da abrangência geográfica dos envolvimento. Para elaboradores de políticas, tem-se informações para fortalecer políticas de fomento para que a relação com a sociedade seja mais transformadora e relevante para ambas as partes. Finalmente, aos extensionistas fornece uma perspectiva integradora em relação às formas de avaliar e valorizar suas próprias ações de extensão, ou, indo além, de terceira missão.

Portanto, a contribuição teórico-conceitual deste trabalho reside na adoção de um entendimento mais abrangente das possibilidades de interação e engajamento da universidade com os diversos setores da sociedade, indo além das concepções mais restritas encontradas em alguns estudos. Buscamos expandir a compreensão desse fenômeno sem privilegiar determinados envolvimento – se somente com

a comunidade, se somente com o setor produtivo - em regra empresas, pois consideramos todos igualmente relevantes. Entendemos que a relação que se dá entre a universidade e o seu entorno, para além do ensino e da pesquisa, é multifacetada e comporta diferentes âmbitos e graus de atuação.

A contribuição metodológica desta pesquisa está relacionada à forma de comparação realizada, pois partimos da ideia de inter-relação e complementaridade entre dois sistemas de avaliação da relação universidade-sociedade, um de âmbito internacional e mais abrangente (Manual de Valência), o outro nacional e específico para a extensão universitária (IBEU). Tendo em vista que os dois sistemas possuem um objetivo geral confluyente, qual seja - a relação com a sociedade, foi possível identificar os pontos a serem aperfeiçoados, não apenas no sistema de avaliação da Unicamp, como também, no próprio sistema proposto pelo Forproex.

7. Agradecimentos

Agradecemos à CAPES (Processo nº 88887.176105/2018-00 - INCT-PPED) pelo apoio, via bolsa de pós-doutorado, aos pareceristas pelas valiosas sugestões, que permitiram o aperfeiçoamento deste trabalho, bem como à Unicamp, em especial à Pró-reitoria de Extensão e Cultura, pelos dados para a realização desta pesquisa.

8. Referências

- Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching. *Carnegie Community Engagement Classification 2015*. 2013. Recuperado de http://www.fiuc.org/bdf/pdf/carnegie_classification-community_engag_2015.pdf
- D'este, P. C. Martínez, E. C. & Molas-Gallart, J. (2014). Documento de base para un Manual de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico. (Manual de Valencia). Espanhã: INGENIO (CSIC-UPV). Recuperado de <http://digital.csic.es/handle/10261/132865>
- Driscoll, A. (2009). Carnegie's new community engagement classification: Affirming higher education's role in community. *New Directions for Higher Education*, v. 2009, n. 147, p. 5-12, 2009. <https://doi.org/10.1002/he.353>
- European Indicators and Ranking Methodology for University Third Mission - E3M. (2012). *Green paper: fostering and measuring 'third mission in higher education institutions*. Recuperado de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/118583/2/311212.pdf>
- Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras. (2012). *Política Nacional de Extensão Universitária*. Manaus: Forproex. Recuperado de <https://www.ufmg.br/proex/renex/index.php/documentos/colecao-extensao-universitaria>
- Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras. (2007). *Extensão Universitária: organização e sistematização*. Organização: Edison José Corrêa. Coordenação Nacional do FORPROEX. Belo Horizonte: Coopmed, 2007. Recuperado de <https://www.ufmg.br/proex/renex/index.php/documentos/colecao-extensao-universitaria>
- Gimenez, A. M. N. (2017). *As multifaces da relação universidade-sociedade e a construção do conceito de terceira missão*. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas: [s.n.]. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/324319>
- Grao, J., Iriarte, M., Ochoa, C., & Vieira, M. J. (2014). *La Tercera Misión (3M) de las universidades: buenas prácticas em la América Latina*. México [S.l.]: Imaginaria Editores.
- Mackinder, H. J. & Sadler, M. (1891). *University extension, past, present, and future*. London: Cassell. Recuperado de <https://archive.org/details/extensionunivers00mackrich>
- Maximiliano Junior, M. (Org). (2017). *Indicadores Brasileiros de Extensão Universitária (IBEU)*. Campina Grande – PB: UFCG.
- Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MPOG - *Guia referencial para medição de desempenho e manual*

- para construção de indicadores*. Brasília: MP, 2009. Recuperado de <http://www.gespublica.gov.br/content/guia-referencial-para-medi%C3%A7%C3%A3o-de-desempenho-e-manual-para-constru%C3%A7%C3%A3o-de-indicadores>
- Molas-Gallart, J. & Castro-Martínez, E. (2007). Ambiguity and conflict in the development of ‘Third Mission’ indicators. *Research Evaluation*, v. 16, n. 4, p. 321-330. Recuperado de <http://rev.oxfordjournals.org/content/16/4/321.full.pdf+html>
- Molas-Gallart, J., Salter, A., Patel, P., Scott A. & Duran, X. (2002). *Measuring third stream activities: Final report to the Russell Group of Universities*. SPRU, University of Sussex. Recuperado de https://www.academia.edu/532097/Measuring_third_stream_activities
- Mora, J. G. & Vieira, M. J. (Coord.). (2014). *Documento de recomendaciones. El fomento de la “Tercera Misión” en las Instituciones de Educación Superior en América Latina. Conclusiones y recomendaciones para los distintos actores*. Recuperado de <https://recla.org/wp-content/uploads/2015/01/Documento-de-Recomendaciones-Vinculaentorno.oct-2014.pdf>
- Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI) & Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). (2017). *Manual Iberoamericano de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico. Manual de Valencia*. Recuperado de http://www.rieyt.org/files/manual_vinculacion.pdf
- São Paulo (Estado). (2000). *Deliberação CEE Nº 04/2000*. Recuperado de <http://www.lite.fe.unicamp.br/cee/d0400.html>
- Universidade Estadual de Campinas. (2018a). *Anuário Estatístico 2018: base de dados de 2017*. Recuperado de https://www.aeplan.unicamp.br/anuario/anuario_2018.php
- Universidade Estadual de Campinas. (2018b). *Pesquisa*. Recuperado de <https://www.unicamp.br/unicamp/pesquisa>
- Universidade Estadual de Campinas. (2016). *Relatório final de avaliação institucional: 2009-2013*. Campinas, SP: Unicamp/PRDU. Recuperado de <http://www.prdu.unicamp.br/areas2/avaliacao-institucional/arquivos/ai-2009-2013-volume1/view>
- Universidade Estadual de Campinas. (2014). *Avaliação Institucional*. Recuperado de <http://www.prdu.unicamp.br/areas2/avaliacao-institucional/avaliacao-institucional>

Perfil do núcleo de inovação tecnológica na gestão da inovação: Um estudo na Universidade Federal de Alagoas

Maria Cristina Ferreira Silva Pires
Universidade Federal de Alagoas, Unidade Educacional de Penedo, Brasil
maria.cristina@penedo.ufal.br

Luciana Peixoto Santa Rita
Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Economia, Administração e Ciências Contábeis, Brasil
lupsantarita@gmail.com

Antônio Carlos Santos Pires
Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado de Alagoas (Sebrae), Brasil
cpires10@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho buscou analisar o perfil institucional do Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Alagoas com base no Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016). O levantamento dos dados ocorreu por meio de entrevista com gestores do NIT, o que permitiu apontar o perfil institucional do Núcleo como “perfil legal” e em poucos casos como “perfil administrativo”, devido, sobretudo à falta de pessoal para executar outros perfis, como o “voltado aos negócios”. Por fim, espera-se que este trabalho aponte referências para a melhoria do processo de gestão da propriedade intelectual da UFAL e de outras ICTs, sobretudo no que se refere à melhoria do potencial dos NITs para que possam empreender ações mais efetivas com foco na transferência de tecnologias para a geração de inovações que impulsionem o desenvolvimento socioeconômico do país.

Palavras chaves

Administração Pública, Inovação, NIT, Transferência Tecnológica.

1. Introdução

Com a implementação das políticas públicas de apoio à inovação científica e tecnológica, o governo brasileiro vem buscando diversas maneiras de apoiar as empresas potencialmente inovadoras para que superem os obstáculos que as impedem de inovar e convertam seus esforços em inovações.

Uma das formas de incentivar a geração de inovações tem ocorrido por meio de medidas mais efetivas visando à inovação e a pesquisa científica e tecnológica, como a criação do marco legal da inovação (Lei no 10.973, de 2004), que estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.

Já em 2016, o governo federal instituiu a Lei nº 13.243/2016, conhecida como “o novo marco legal da inovação”, com o objetivo de fortalecer as áreas de pesquisa e da produção de conhecimento no Brasil, além de reduzir obstáculos legais e burocráticos da legislação anterior e conferir maior flexibilidade às instituições atuantes nas áreas de ciência, tecnologia e inovação.

Com isso, a nova legislação concedeu às universidades o status de Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT), por serem consideradas órgãos da administração pública com finalidade institucional de executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de

caráter científico ou tecnológico (Brasil, 2016).

A nova legislação também foi responsável por fortalecer o papel dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) na promoção da cultura da inovação nas Universidades. A figura do Núcleo de Inovação Tecnológica foi concebida pela Lei 10.973/2004 (Lei da inovação), que determinou que toda ICT deveria dispor de núcleo de inovação tecnológica próprio ou em associação com outras ICT, com a finalidade de gerir sua política de inovação.

Para Amadei e Torkomian (2009), o NIT representa grande papel nas ações de gestão da inovação, atuando diretamente nos processos de proteção e licenciamento das tecnologias como registro de patentes, registro de marcas, desenvolvimento de softwares e propriedade intelectual.

Apesar das conquistas obtidas, na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), as diversas ações do NIT visando à transferência de conhecimento e tecnologias que produz, não tornaram possível a formalização de nenhum processo de licenciamento de tecnologias e foram realizadas somente 04 Transferência de Tecnologia mediadas pelo Núcleo.

Diante do cenário posto, o objetivo deste trabalho é analisar o perfil institucional do NIT/UFAL com base no Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016).

A presente pesquisa tem sua importância assegurada na medida em que busca referências para a melhoria do processo de gestão da propriedade intelectual da UFAL e de outras ICTs, sobretudo no que se refere à melhoria do potencial dos NITs para que possam empreender ações mais efetivas com foco na transferência de tecnologias para a geração de inovações que impulsionem o desenvolvimento socioeconômico do país.

A contar desta introdução, o artigo está organizado em cinco seções. A seção 2 revisa a literatura sobre o marco legal da inovação no Brasil e o papel dos NITs nas Universidades. A seção 3 apresenta a metodologia utilizada para analisar o perfil institucional do NIT/UFAL com base no Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016). A seção 4 apresenta e discute os resultados, e a seção 5 contém as considerações finais.

2. Política Pública de Ciência, Tecnologia e Inovação: Marco legal no Brasil

No Brasil, o apoio governamental de estímulo à Ciência, Tecnologia e Inovação surgiu a partir da década de 1930, quando o país começa a reagir às mudanças no contexto mundial e passa a se preocupar mais com a capacitação de pessoal técnico e científico, por meio das ações de uma série de órgãos e de instituições de pesquisa e fomento voltados ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia (Santos, Toledo, & Lotufo, 2009). No entanto, a dispersão e desarticulação oriundas da falta de supervisão e orientação unificadas, inviabilizaram a formulação e a execução de uma estratégia de ação política firme e consistente no setor (1985).

O estabelecimento de instrumentos e canais indispensáveis à existência de uma política nacional no setor ocorreu com a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) por meio do Decreto n. 91.146 (1985). A partir das diretrizes estratégicas definidas pelo MCT, o governo federal e diversos estados brasileiros criaram legislações específicas para estimular o fomento à inovação tecnológica nas empresas e contribuir para o estabelecimento de diretrizes para as políticas nacionais de ciência, tecnologia e inovação.

O principal marco legal da inovação no Brasil foi instituído em 2004 pelo governo federal, onde ficou conhecido como a Lei de Inovação Tecnológica (Lei Federal nº

10.973/2004), que “dispõe sobre medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação e ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento industrial do País”.

A referida Lei, regulamentada pelo Decreto Nº 5.563 (2005), foi organizada em torno de três eixos: a constituição de ambiente propício a parcerias estratégicas entre universidades, institutos tecnológicos e empresas; o estímulo à participação de institutos de ciência e tecnologia no processo de inovação; e o estímulo à inovação na empresa.

Com esses objetivos, inseriu em seu texto a previsão de autorizações para a incubação de empresas no espaço público e a possibilidade de compartilhamento de infraestrutura, equipamentos e recursos humanos, públicos e privados, para o desenvolvimento tecnológico e a geração de processos e produtos inovadores, além de estabelecer regras para que o pesquisador público possa desenvolver pesquisas aplicadas e incrementos tecnológicos, por meio de mecanismos como: bolsa de estímulo à inovação e pagamento ao servidor público de adicional variável não-incorporável à remuneração permanente, ambos com recursos captados pela própria atividade; a participação nas receitas auferidas pela instituição de origem com o uso da propriedade intelectual e a licença não-remunerada para a constituição de empresa de base tecnológica.

A Lei de Inovação Tecnológica também passou a autorizar o aporte de recursos orçamentários diretamente à empresa, no âmbito de um projeto de inovação, sendo obrigatórias a contrapartida e a avaliação dos resultados. Introduziu, ainda, a obrigatoriedade de as universidades e institutos públicos de pesquisa e tecnologia – definidos como Instituição de Ciência e Tecnologia (ICT), órgão da administração pública que tem por missão executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico (art. 2º, inciso V) – estruturarem um órgão interno, denominado de Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), com a função de gerir suas políticas de inovação.

Rauen (2016) comenta que o objetivo da lei era que tais possibilidades servissem de maneira efetiva para o estímulo e maior engajamento das ICTs e seus pesquisadores em atividades de inovação com empresas, no entanto, percebeu-se que durante os anos de vigência da Lei de Inovação, todos os incentivos concedidos foram subutilizados e, de modo geral, as parcerias público-privadas para o desenvolvimento tecnológico permaneceram em patamares aquém dos desejados. Segundo a autora, “a interação ICT-empresa no Brasil permanece tímida e toda a infraestrutura de pesquisa nacional é incapaz de prover, na interação com o setor produtivo, os inputs necessários para a produção de novas tecnologias e serviços que dinamizem a economia nacional”.

Diante do reconhecimento das fragilidades do Marco Legal da Inovação de 2004 e da necessidade de alterar pontos em outras nove leis relacionadas ao tema, foi aprovada em 2016 a Lei nº 13.243, conhecida como “O Novo marco Legal da Inovação” ou ainda como “Código de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I)” (Brasil, 2016).

O novo marco legal da inovação teve avanços em diversos pontos na promoção de um ambiente regulatório mais seguro e estimulante para a inovação no Brasil. Entre eles, destacam-se: a formalização das ICTs privadas (entidades privadas sem fins lucrativos) como objeto da lei; a ampliação do papel dos NITs, incluindo a possibilidade de que fundações de apoio possam ser consideradas como NITs de ICTs; a diminuição de alguns dos entraves para a importação de insumos para pesquisa e desenvolvimento (P&D); a formalização das bolsas de estímulo à atividade inovativa, entre outros (Brasil, 2016).

No entanto, segundo Rauen (2016), apesar de ter proporcionado o estabelecimento de um regramento jurídico específico de mecanismos de estímulo ao engajamento de entes

públicos em atividades de inovação com empresas, a Nova Lei da Inovação não foi suficiente para alterar a dinâmica da pesquisa no Brasil. Segundo a autora, as Universidades públicas e institutos de pesquisa mantêm o padrão de suas formas de produzir conhecimento, ou seja, permanecem estabelecendo linhas de pesquisa dissociadas dos interesses do setor produtivo, e produzem como resultados de suas atividades aquilo em que tradicionalmente possuem maior vantagem competitiva: a produção de artigos científicos em periódicos indexados.

Assim, com vistas a elevar a temática da inovação tecnológica a configurações de Estado, por meio do estabelecimento de medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, além de estimular a interação entre ICT e empresa em atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, foi sancionado em 07 de fevereiro o Decreto Nº 9.283/2018, que regulamenta o Novo Marco legal da Ciência Tecnologia e Inovação (Lei Nº 13.243/2016).

Dividido em 10 capítulos, o Decreto Nº 9.283/2018 regulamenta o estímulo à construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação, tratando de temas como: alianças estratégicas e projetos de cooperação; participação minoritária no capital e fundos de investimentos e; ambientes promotores da inovação.

O Decreto também aborda temas como o estímulo e a participação das instituições científicas e tecnológicas (ICT) e de inovação nos processos de inovação, principalmente no que tange à transferência de tecnologia e a política e internacionalização da ICT. Já as empresas são contempladas principalmente com vistas às regulações para a subvenção econômica e apoio a projetos e às encomendas tecnológicas.

De acordo com o site Jornal do Brasil (2018), o Decreto foi recebido pela comunidade acadêmica e empresarial como um passo importante para aproximar instituições científicas e tecnológicas (ICTs) e o setor produtivo, com o objetivo de aumentar as chances de o conhecimento chegar às empresas e alavancar o desenvolvimento econômico e social.

Diante das mudanças e avanços percebidos no redesenho do arcabouço legal da inovação no Brasil, Nazareno (2016) aponta que as autoridades de CT&I deveriam agora focar em realizar um trabalho de prospecção dos potenciais investidores e fazer com que as empresas privadas se interessem em investir em CT&I e na realização de parcerias com institutos privados.

Nesse contexto, destaca-se o papel dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) com o objetivo de serem a entidade responsável pela gestão da política de inovação das ICTs e pela aproximação destas com empresas em atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

- O papel dos NITs na promoção da inovação nas Universidades

A figura do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) foi instituída a partir da Lei nº 10.973/2004 (Lei da Inovação), onde se determinou que cada Instituição Científica e Tecnológica (ICT) do Brasil deveria dispor de um Núcleo de Inovação Tecnológica, tendo ou não personalidade jurídica própria, com a finalidade de gestão da política institucional de inovação da ICT (Brasil, 2004), por meio das seguintes competências:

I - Zelar pela manutenção da política institucional de estímulo à proteção das criações, licenciamento, inovação e outras formas de transferência de tecnologia;

II - Avaliar e classificar os resultados decorrentes de atividades e projetos de pesquisa para o atendimento das disposições desta Lei;

III - Avaliar solicitação de inventor independente para adoção de invenção na forma do art. 22;

IV - Opinar pela conveniência e promover a proteção das criações desenvolvidas na instituição;

V - Opinar quanto à conveniência de divulgação das criações desenvolvidas na instituição, passíveis de proteção intelectual;

VI - Acompanhar o processamento dos pedidos e a manutenção dos títulos de propriedade intelectual da instituição;

A atuação dos NITs ocorre, principalmente, quando uma empresa não está interessada em determinada invenção e o inventor é incapaz de levar adiante o processo de comercialização ou encontrar alguém para fazer em seu nome. Nesse contexto, os escritórios universitários de transferência de tecnologia, como também são conhecidos, internalizados dentro da infraestrutura administrativa da universidade, funcionam como mecanismos intermediários de busca da Janus que garantem proteção, identificam licenciados e negociam acordos (Etzkowitz, 2016).

Com a instituição do Novo Marco da Inovação (Lei nº 13.243/2016), os NITs tiveram seu campo de atuação ampliado com o acréscimo das seguintes competências:

VII - Desenvolver estudos de prospecção tecnológica e de inteligência competitiva no campo da propriedade intelectual, de forma a orientar as ações de inovação da ICT;

VIII - Desenvolver estudos e estratégias para a transferência de inovação gerada pela ICT;

IX - Promover e acompanhar o relacionamento da ICT com empresas, em especial para as atividades previstas nos arts. 6º a 9º;

X - Negociar e gerir os acordos de transferência de tecnologia oriunda da ICT.

As competências definidas pelo novo marco legal da inovação deixam clara a necessidade de uma atuação mais gerencial por parte do NIT, voltada para questões mercadológicas e de negociação, com o objetivo de orientar as ações de inovação da ICT voltadas à transferência das tecnologias produzidas.

Para Malizia, Sánchez-Barrioluengo, Lombera e Castro-Martínez (2013), o papel desempenhado por essas estruturas assume especial importância em contextos em que as relações entre as partes são escassas, uma vez que, ao reduzir as barreiras entre os agentes e facilitar o conhecimento mútuo, tornam efetiva a interação entre os membros do sistema dentro de um determinado contexto. Os autores afirmam que, isso ocorre porque os NITs ou escritórios de transferência de tecnologia emergem para ajudar um grande número de atores que optaram em diferentes áreas e não tiveram contato prévio, tornando-se atores importantes para o bom funcionamento do sistema.

Lotufo (2009) acrescenta que a atuação dos NITs favorece a criação de um ambiente propício para a transferência de tecnologia e para a proteção do conhecimento na ICT, sendo considerado um interlocutor central com o setor privado e com a própria instituição.

Quanto às atividades realizadas pelos NIT, Torkomian (2009) destaca que, dos 78 NITs do país, gerenciados pelo Fórum dos Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (FORTEC), 90% deles possuem como principal atividade o atendimento, orientação e acompanhamento dos processos relacionados à propriedade intelectual; 86% deles realizam o oferecimento de assessoria técnica e administrativa sobre transferência e comercialização de tecnologia; 82% participam da organização de eventos para disseminação da cultura de proteção à propriedade intelectual e 76% realizam assessoria jurídica.

Esses dados retratam a atual configuração da maioria dos NIT do país, com base nas competências mínimas previstas na lei de inovação. Destacam, ainda, que, apesar da função

estratégica destes núcleos, sobretudo no que diz respeito à abertura da universidade a relações com a sociedade com o intuito de promover parcerias entre ambos, muitas instituições encontram-se ainda em fase de estruturação dos NITs e declaram não ter capacidade de selecionar e buscar empresas para trabalhar e desenvolver projetos com os pesquisadores da ICT, ficando essa tarefa por conta das demandas de empresas que buscam alguma tecnologia desenvolvida na universidade ou através de um grupo de pesquisa que traz, por competência própria, as empresas para a Universidade (Castro & Souza, 2012).

Além disso, os autores afirmam que poucos pesquisadores licenciaram as tecnologias desenvolvidas no âmbito das ICTs, o que seria uma insuficiência em relação à função fundamental do núcleo, já que a proteção, de fato, visa à transferência da tecnologia e a remuneração para o ICT e seus pesquisadores.

Para o arcabouço legal constituído em torno do estímulo à inovação, era previsto que os NITs tivessem um papel relevante na intermediação de atividades de inovação com o setor produtivo, no entanto, acabam não conseguindo ter o reconhecimento e a flexibilidade operacional necessários para levar a cabo suas possibilidades de atuação (RAUEN, 2016). A autora destaca que as baixas participação e influência dos NITs nas atividades de gestão de inovação em ICTs têm origem, principalmente, no fato de os núcleos, assim como as próprias ICTs às quais se vinculam, não terem personalidade jurídica própria.

Torkomian (2009) completa que os NITs geralmente estão vinculados às reitorias ou às pró-reitorias de pós-graduação e pesquisa, o que pode significar a importância estratégica dos Núcleos para as Universidades, onde a questão da propriedade intelectual, bem como do licenciamento de tecnologia deve ser de conhecimento das instâncias mais altas da instituição.

No entanto, Rauen (2016) alerta que essa vinculação pode causar pouca autonomia dos NITs nas Universidades brasileiras, já que os acordos realizados entre universidade-empresa devem ser autorizados pelo Reitor ou pelos conselhos Universitários, subordinando os pesquisadores e os funcionários das agências de inovação a uma política mais rígida de acordos e contratos.

Outro fator destacado por Rauen (2016) quanto à configuração dos NITs serem atreladas a ICTs como parte de seu organograma é que estes têm limitada autonomia gerencial, orçamentária e de recursos humanos, pois, uma vez vinculados a órgãos públicos, dependem de concursos públicos para contratação de pessoal e dependem de repasses de recursos das ICTs ou de escassos editais de agências de fomento.

De acordo com a autora, o fortalecimento do papel dos NITs depende de garantias de maior segurança jurídica para a operacionalização de suas atividades, assim como de alterações em sua configuração para que possam ter, entre outras vantagens, maior flexibilidade na gestão de seus recursos financeiros (dissociados, portanto, dos orçamentos das ICTs), maior celeridade e possibilidade de atração de perfis e contratação de funcionários mais qualificados em relação às atribuições previstas, além de maior profissionalismo na gestão da política de C,T&I das ICTs.

Somada a necessidade de maior segurança jurídica, NITs como o da própria UFAL esbarram no fato de que a transferência de tecnologia envolve também o conhecimento de mercado, que na maioria das vezes é negligenciado pelos pesquisadores envolvidos com o desenvolvimento de tecnologias, além das dificuldades burocráticas e de infraestrutura para se estabelecer a ponte universidade-empresa (SECTI, 2013).

Esse fato torna evidente que, apesar dos funcionários técnicos dos NITs apresentarem diversos perfis profissionais, eles precisam desenvolver várias habilidades como capacidade de negociação, conhecimento do mercado e tecnologias disponíveis, aspectos legais de

colaborações e licenciamento de direitos de propriedade industrial, etc., não usuais em funções públicas, para poderem orientar os pesquisadores em todo o processo de licenciamento e transferências das tecnologias desenvolvidas (Malizia et al., 2013).

Para a autora, essa necessidade de aprendizagem contínua, em muitos casos para o intercâmbio de experiências, levou à consolidação de redes de diversos campos criados fundamentalmente nos anos 1990, como os American University Technology Managers (AUTM) criado em 1980 e que reúne profissionais de entidades norte-americanas e canadenses-canadenses; a Associação para Pesquisa Universitária e Links Industriais (AURIL) do Reino Unido das duas organizações que representavam os gestores das relações com a indústria nas universidades desde os anos 70; a Associação Europeia dos Profissionais Europeus de Transferência de Ciência e Tecnologia (ASTP); a Rede de Transferência de Escritórios de Resultados de Pesquisa (OTRI) na Espanha; a Rede de Cooperações de Serviços Universitários de Relações Industriais e Econômicas (CURIE) na França; a Rede para a universidade Valorizzazione della ricerca na Itália e a Associação de Unidades de Ligação das Universidades Argentinas, criada em 2004 (Malizia et al., 2013).

No Brasil, a necessidade de aprendizado constante dos agentes públicos que atuam nos NITs, impulsionada em grande medida pela Lei da Inovação, levou às instituições produtoras de conhecimento de todo o país a criarem em 2006 o FORTEC, com o objetivo de se agruparem em uma estrutura associativa, para viabilizar ações de capacitação de profissionais e de disseminação de boas práticas de gestão, de modo permanente e organizado (Santos et al., 2009). Para esses autores o Fórum hoje é considerado o principal órgão de representação dos profissionais das universidades e institutos de pesquisa do país, responsáveis pelo gerenciamento das políticas de inovação e das atividades relacionadas à propriedade intelectual e transferência de tecnologia – incluindo-se, neste conceito, os núcleos, agências, escritórios e congêneres.

Apesar das dificuldades apresentadas para a realização do gerenciamento dos NITS, é perceptível que as instituições de pesquisa e o governo brasileiro estão realizando ações para o fortalecimento das atividades inovativas no país, por meio do fortalecimento de mecanismos legais para impulsionar a transferência de tecnologia, financiamentos de projetos que visam alavancar a interação entre setor público e privado, assim como o desenvolvimento de capacitações e de boas práticas de gestão da propriedade intelectual das ICTs.

3. Metodologia

A presente pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Alagoas, tendo como Unidade de investigação a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPEP), por meio do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT).

A coleta de dados ocorreu por meio de entrevista realizada com o Assessor em Propriedade Industrial do NIT e a Coordenadora do Programa de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo (PITE) da UFAL, buscando compreender aspectos como: normatização e estruturação interna do NIT, configuração atual, perfil de atuação do núcleo no atendimento às competências definidas no novo marco legal da Inovação.

A análise das informações colhidas foi realizada mediante análise de conteúdo, onde os dados foram transcritos em sua totalidade e lidos por diversas vezes, buscando obter as respostas mais pertinentes para o objetivo do estudo.

Para complementar as informações colhidas durante a entrevista foram analisados documentos oficiais do NIT, como a Resolução nº. 15/2008 - CONSUNI/UFAL, que aprova a

criação do NIT/UFAL, e a Instrução Normativa 01/2008 - PROPEP/UFAL, que regula os procedimentos e as práticas internas sobre a propriedade e a gestão de direitos relativos à Propriedade Intelectual e de Inovação, no âmbito da UFAL, buscando obter uma melhor análise a respeito do perfil do NIT no atendimento às competências definidas na nova lei da inovação.

4. Análise dos Dados e Resultados

O Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da Universidade Federal de Alagoas faz parte do Programa de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo – PITE, coordenado pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFAL e que, por meio das ações do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), da Incubadora de Empresas de Alagoas e do Núcleo de Incubação de Negócios Tradicionais e Socioculturais Espaço Gente, busca incentivar a pesquisa, o empreendedorismo e a inovação junto aos discentes e pesquisadores da UFAL.

A criação do NIT/UFAL se deu devido à necessidade de atender à exigência imposta pela Lei da Inovação (Lei n. 10.973/2004) e seu decreto regulamentador, que determinaram a criação de um Núcleo de Inovação Tecnológica pelas ICTs, com a finalidade de gerenciar a política institucional de inovação da ICT (BRASIL, 2004). Com isso, foi demonstrada a necessidade de desenvolvimento de um setor responsável pelo gerenciamento da propriedade intelectual e do processo de disseminação da cultura da inovação, denominado Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT). Antes disso, a ICT não possuía nenhuma outra estrutura voltada para a gestão da inovação e de sua propriedade intelectual.

Considerando a Universidade o ambiente propício para a geração do conhecimento, o NIT/UFAL tem como missão fomentar, apoiar, promover e acompanhar as ações que tenham por finalidade a inovação tecnológica nos diversos campos da ciência e tecnologia, como também buscar maior interação com os pesquisadores, aumentando as chances de que as descobertas e pesquisas da universidade sejam convertidas em produtos e serviços úteis para beneficiar a sociedade (Resolução nº. 15/2008 – CONSUNI/UFAL). Assim, desde março de 2008 o (NIT/UFAL) tem tido atuação direta e importância fundamental nas ações de gestão da inovação, atuando diretamente nos processos de proteção e licenciamento de tecnologias, estando ligado à Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPEP/UFAL).

Os recursos para execução das ações do NIT vêm atualmente do orçamento da UFAL e do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA). Segundo a Coordenadora do PITE, o NIT faz uma previsão orçamentária para suas ações, mas depende de autorização da gestão, para realizar, por exemplo, depósitos de patentes junto ao INPI.

Em relação ao quadro de pessoal dos NIT, pode-se verificar que o Núcleo dispõe de somente 03 servidores, um Assessor em Propriedade Industrial, que é responsável pelo atendimento de questões jurídicas do NIT, outro servidor recém-chegado ao setor, que está responsável pelo apoio aos pesquisadores na execução de bolsas do projeto PIBITI e a Coordenadora do Programa de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo da UFAL, que engloba o NIT e a Incubadora de Empresas – INCUBAL.

- Perfil institucional do NIT/UFAL com base no Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016)

Para alcançar sua grandiosa missão, sem abrir mão de atender às competências definidas na nova lei da inovação, seria necessário que o NIT/UFAL assumisse os três perfis institucionais defendidos por Lotufo (2009), a saber:

Quadro 1. Perfis institucionais dos Núcleos de Inovação Tecnológica

Perfil	Descrição
Legal	Entende que sua principal função é a de regulação e formalização e é fortemente influenciado pelo departamento jurídico da ICT.
Administrativo	Enxerga a atuação do NIT como um processo administrativo de aprovações e encaminhamentos para concretizar as assinaturas dos convênios e contratos referentes à interação ICT–Empresa
Voltado aos negócios	Está mais interessado no desenvolvimento de negócios a partir dos resultados da pesquisa

Fonte: Adaptado de Lotufo (2009).

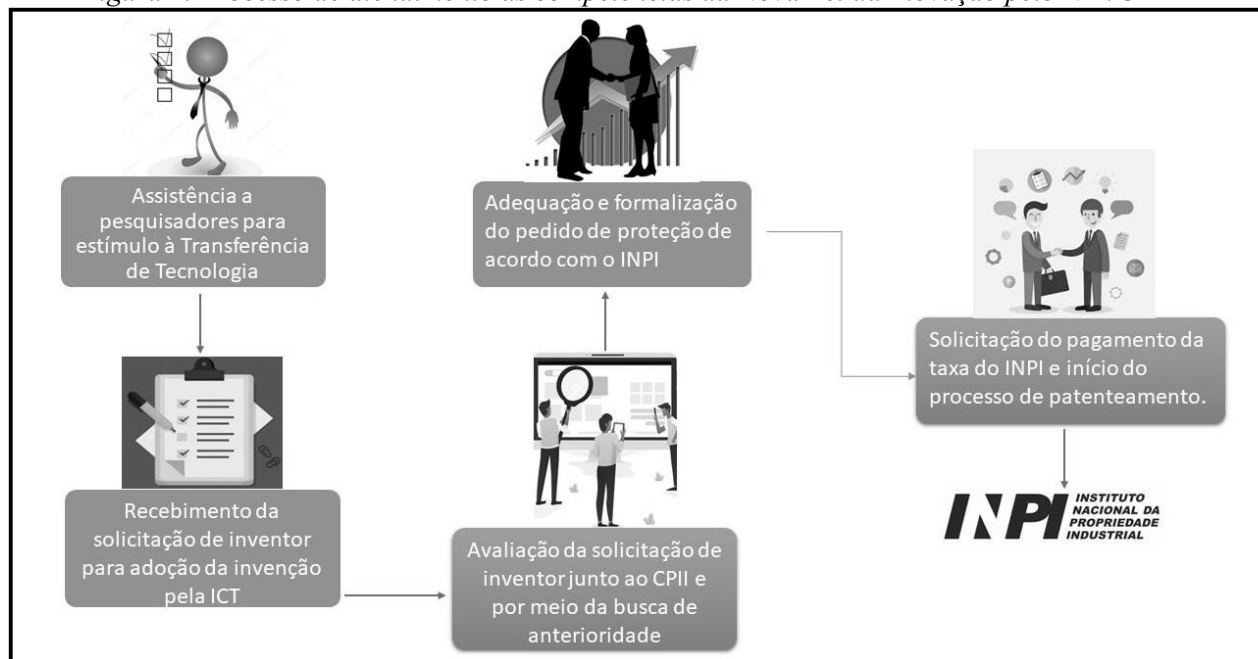
Todavia, devido à falta de recursos humanos no setor, dos perfis apresentados, o Núcleo tem assumido na maioria dos casos o perfil legal e em poucos casos a função administrativa, não atendendo ao perfil voltado aos negócios. Assim, das dez competências definidas na lei da inovação vigente, o NIT tem focado seus esforços em somente quatro:

1. Manutenção da política institucional de estímulo à proteção das criações, licenciamento, inovação e outras formas de transferência de tecnologia - Ocorre por meio de palestras de sensibilização e orientação, divulgação do NIT em site e redes sociais, mas principalmente na assistência a pesquisadores e interessados.
2. Avaliação da solicitação de inventor independente para adoção da invenção pela ICT - Os gestores orientam os pesquisadores sobre os caminhos necessários para submeterem suas invenções para adoção pela ICT e avaliam o pedido junto à Comitê de Propriedade Intelectual e Inovação (CPII) se vale a pena a ICT receber a tecnologia e arcar com o pedido de registro junto ao INPI. Assim, os gestores fazem busca de anterioridade da invenção e avaliam se a mesma está ultrapassada ou não, se existe algo igual ou assemelhado, para, por fim tomarem a decisão de aceitação da invenção. A equipe só não realiza a pesquisa mercadológica, o que necessitaria de profissional especializado para tal função.
3. Opinião quanto à conveniência de divulgação das criações desenvolvidas na instituição, passíveis de proteção intelectual – Os gestores procuram opinar de forma que o próprio pesquisador divulgue suas invenções, sempre que conveniente.
4. Acompanhamento do processamento dos pedidos e a manutenção dos títulos de propriedade intelectual da instituição – Essa tem sido a principal função do Núcleo. Para o Assessor em Propriedade Intelectual do NIT, essa competência é atendida a princípio pela etapa de análise da invenção antes do encaminhamento ao INPI, ou seja, "o produto gerado tem que ser novidade, não existir em nenhuma parte do mundo e a atividade inventiva apresentada proporcionar aplicabilidade industrial. A partir do depósito, o pesquisador poderá fazer qualquer tipo de divulgação sem prejuízo da análise da patente”.

Logo em seguida, de acordo com o Assessor, as demais etapas sob a responsabilidade do NIT são a adequação e formalização de acordo com as normas estabelecidas pelo INPI e a elaboração de um documento onde os inventores acordem entre eles a proporcionalidade de futuros royalties, se a tecnologia conseguir ser transferida, ou seja, industrializada, comercializada. Depois da consolidação destas etapas, há a solicitação do pagamento da taxa do INPI feita pela Universidade para o início do processo de patente, que poderá levar até dez anos para a definição.

O processo de atendimento às competências da Nova Lei da Inovação pelo NIT/UFAL pode ser ilustrado, conforme figura 1.

Figura 1. Processo de atendimento às competências da Nova Lei da Inovação pelo NIT/UFAL



Fonte: Elaboração própria.

Os gestores reconhecem seu importante papel na gestão da propriedade intelectual da instituição e admitem que, na prática, são poucas as competências atendidas pelo NIT, devido ao pequeno quantitativo de servidores à disposição e pela dificuldade de novas contratações. Esse problema é destacado por Torkomian (2009) ao afirmar que os NIT do país sofrem pela dificuldade de contratação e capacitação de pessoas, devido ou por sua criação recente, ou pela indisponibilidade de vagas nas ICT, ou ainda por problemas legais referentes à contratação de pessoas.

Apesar das dificuldades percebidas pelo NIT/UFAL no atendimento às competências definidas na nova Lei da Inovação, é possível identificar exemplos de bons resultados obtidos em outras ITCs do país, que conseguiram superar as limitações advindas de questões como contratação de pessoal, por exemplo. É o caso da agência de inovação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que, de acordo com Ferraz, et al (2017), conta atualmente com analistas de Propriedade Intelectual com perfil multidisciplinar, não sendo necessário contatar um analista para cada área do conhecimento.

Segundo o autor, para garantir que a equipe apresente os resultados esperados, os colaboradores são selecionados por meio da análise minuciosa de competências de dimensão técnica, conhecimento e habilidade para identificar e buscar oportunidades, capacidade de alcançar resultados dentro de prazos estabelecidos, bem como características interpessoais. Após aprovados, os profissionais passam por capacitação externa e ainda pela interna, por meio de tutorias, garantindo uma formação abrangente dos novos analistas a partir da oportunidade que têm de aproveitar as melhores aptidões de cada analista.

Por fim, infere-se que ainda há muito trabalho a ser realizado pelo NIT para atender às competências definidas na nova lei da inovação, mas nota-se que há questões que precisam ser resolvidas antes, como dotação orçamentária para contratação de pessoal e o recebimento das vagas geradas, sendo que os novos contratados poderão dar suporte ao Núcleo, sobretudo nas ações voltadas aos negócios, definidas no Novo Marco da Inovação, como: - Desenvolvimento

de estudos de prospecção tecnológica e de inteligência competitiva no campo da propriedade intelectual, de forma a orientar as ações de inovação da ICT; - Desenvolvimento de estudos e estratégias para a transferência de inovação gerada pela ICT; - Promoção e acompanhamento do relacionamento da ICT com empresas; e - Negociação e gestão dos acordos de transferência de tecnologia oriunda da ICT.

5. Conclusões

O presente estudo buscou analisar o perfil institucional do NIT/UFAL com base no Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016). Por meio dos dados coletados pela pesquisa percebeu-se que o setor tem assumido na maioria dos casos o perfil legal e em poucos casos a função administrativa, não atendendo ao perfil voltado aos negócios, não sendo possível, portanto, atender a todas as competências definidas na citada lei. O que representa grande fragilidade do Núcleo quanto a uma atuação mais gerencial, voltada para questões mercadológicas e de negociação, com o objetivo de orientar as ações de inovação da ICT voltadas à transferência das tecnologias produzidas.

Assim, das dez competências definidas na lei da inovação vigente, o NIT tem focado seus esforços em somente quatro: 1. Manutenção da política institucional de estímulo à proteção das criações, licenciamento, inovação e outras formas de transferência de tecnologia; 2. Avaliação da solicitação de inventor independente para adoção da invenção pela ICT; 3. Opinião quanto à conveniência de divulgação das criações desenvolvidas na instituição, passíveis de proteção intelectual; 4. Acompanhamento do processamento dos pedidos e a manutenção dos títulos de propriedade intelectual da instituição.

As principais dificuldades apontadas pelo Núcleo são a falta de dotação orçamentária para contratação de pessoal e o recebimento das vagas geradas, sendo que os novos contratados poderão dar suporte ao Núcleo, sobretudo nas ações voltadas aos negócios, definidas no Novo Marco da Inovação de 2016.

Apesar das dificuldades apontadas pelos gestores do NIT/UFAL, de acordo com Ferraz, et al (2017), é possível perceber casos de sucesso de instituições que conseguiram superar as limitações advindas de questões como contratação de pessoal, por exemplo, e que podem servir de inspiração para soluções no atendimento às exigências da nova lei da inovação.

Por fim, espera-se que este trabalho aponte referências para a melhoria do processo de gestão da propriedade intelectual da UFAL e de outras ICTs, sobretudo no que se refere à melhoria do potencial dos NITs para que possam empreender ações mais efetivas com foco na transferência de tecnologias para a geração de inovações que impulsionem o desenvolvimento socioeconômico do país.

6. Referências

- Amadei, J. R. P., & Torkomian, A. L. V. (2009). As patentes nas universidades: análise dos depósitos das universidades públicas paulistas (1995-2006). *Ciência da Informação*, 38(2), 9-18. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652009000200001>
- Ferraz, et al. Gestão da propriedade intelectual na Unicamp: trajetória, desafios e boas práticas. (2017). In: MORI, M. et al. (Org.). *Inovação em rede: boas práticas de gestão em NITs*. Campinas, SP: PCN Comunicação. p. 31-55.
- Brasil. (2016, 12 de janeiro). Lei nº 13.243/2016, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação (seção 1, pp.1). Brasília, DF: *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.
- Castro, B. S., & de Souza, G. C. (2012). O papel dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) nas universidades

- brasileiras| The role of Technological Innovation Centers in Brazilian universities. *LIINC em Revista*, 8(1).
- Decreto n. 5.563, de 11 de outubro de 2005. (2005). Regulamenta a Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, e dá outras providências. Brasília. 2005. Recuperado em 10 março, 2013, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5563.htm
- Decreto n. 91.146, de 15 de março de 1985. (1985). Cria o Ministério da Ciência e Tecnologia e dispõe sobre sua estrutura, transferindo-lhe os órgãos que menciona, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 mar. 1985. Recuperado em 13 setembro, 2017, de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/D91146.htm
- Etzkowitz, H. (2016). Innovation lodestar: the entrepreneurial university in a stellar knowledge firmament. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 122-129.
- Jornal do Brasil. (2018). Marco legal da inovação estreita relação entre instituições científicas e empresas. Recuperado em 04 junho, 2018, de <http://www.jb.com.br/ciencia-e-tecnologia/noticias/2018/03/03/marco-legal-da-inovacao-estreita-relacao-entre-instituicoes-cientificas-e-empresas/>
- Lotufo, R. D. A. (2009). A institucionalização de Núcleos de Inovação Tecnológica e a experiência da Inova Unicamp. *Transferência de Tecnologia: estratégias para estruturação e gestão dos Núcleos de Inovação Tecnológica. Campinas: Komedi*, 41-74.
- Malizia, A. I., Sánchez-Barrioluengo, M., Lombera, G., & Castro-Martínez, E. (2013). Análisis de los Mecanismos de Transferencia Tecnológica entre los Sectores Científico-tecnológico y Productivo de Argentina. *Journal of technology management & innovation*, 8(4), 103-115.
- Nazareno, C. (2016). As mudanças promovidas pela Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016 (novo marco legal de ciência, tecnologia e inovação) e seus impactos no setor. Recuperado em 16 novembro, 2017, de <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/28439>
- Rauen, C. V. (2016). O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT-Empresa?. Recuperado em 16 novembro, 2017, de <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6051>
- Santos, M. E. R., Toledo, P. T. M., & Lotufo, R. de A. (Org.). 2009. Transferência de tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de núcleos de inovação tecnológica. Campinas: Komedi.
- Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação. (2013). Plano estadual de ciência, tecnologia e inovação de alagoas. Recuperado em 10 setembro, 2017, de <http://www.cienciaetecnologia.al.gov.br/documentos>
- Torkomian, A. L. V. (2009). Panorama dos núcleos de inovação tecnológica no Brasil. *Transferência de tecnologia. Campinas: Komedi*, 21-37.
- Universidade Federal de Alagoas. (2008). Instrução Normativa 01/2008 - PROPEP/UFAL - Dispõe sobre a propriedade e a gestão de direitos relativos à Propriedade Intelectual e de Inovação no âmbito da Universidade Federal de Alagoas UFAL, delega competências e dá outras providências. Recuperado em 30 outubro, 2017, de <https://ufal.br/arquivos/propep/legislacao/nit/instrucao%20normatica%2001-2008-propep%20-%20sobre%20o%20nit.pdf>.
- Universidade Federal de Alagoas. (2008). Resolução NIT 15/2008 - Aprova a criação do Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Alagoas - NIT/UFAL. Recuperado em 30 outubro, 2017, de <http://www.ufal.edu.br/transparencia/institucional/conselhos-superiores/consuni/resolucoes/2008/resolucao-no-15-2008-de-10-03-2008/view>

A contribuicao das universidades locais para as empresas incubadas no parque tecnológico municipal: O Caso de Pato Branco- Pr – Brasil

Augusto Faber Flôres

Professor do IFPR – câmpus Palmas. Doutorando em Desenvolvimento Regional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – câmpus Pato Branco, Brasil.

augusto.flores@ifpr.edu.br

Marcos Junior Marini

Professor do curso de Doutorado em Desenvolvimento Regional (PPGDR). Doutor em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – câmpus Pato Branco, Brasil.

marini@utfpr.edu.br

Resumo

O desenvolvimento científico e a inovação possuem significativa relação com as pesquisas realizadas nas universidades, o que contribui na importância da interação entre as universidades e o seu entorno. Neste contexto, a presente pesquisa buscou analisar a relação entre universidade e seu entorno, representadas pelas três instituições de ensino superior de Pato Branco e as quinze empresas incubadas no parque tecnológico municipal. Como encaminhamento metodológico, utilizou-se do método de estudo de caso, com a coleta de dados baseada em fontes primárias, a partir da aplicação de questionários junto às empresas incubadas. Como resultados de pesquisa, constatou-se que a maioria das empresas são recentes, constituídas no período entre 2017 até 2019, onde dois terços são formadas por até três colaboradores, e a maioria delas (doze empresas) criam soluções para o setor terciário. Quanto à escolaridade dos cinquenta colaboradores incubados, trinta e um já possuem ensino superior completo. Entre as instituições de ensino, a UTFPR aparece nos resultados com protagonismo em todos os quesitos: instituição formadora de metade dos colaboradores; referência para 53,33% das empresas incubadas como agente institucional de relação/apoio; é a mais apontada quanto à troca de informações; bem como na questão da confiança, nível de engajamento e comprometimento. Adicionalmente, também se analisou a densidade da rede, onde a UTFPR aparece como principal ator desta rede, e as demais instituições ficaram na periferia. Quanto a centralidade das atividades de apoio, a mesma resultou em 35,71%, com uma pulverização das diversas atividades (apoio técnico, administrativo, jurídico, gestão). Como recomendação para estudos futuros, sugere-se a reavaliação da pesquisa junto aos demais ativos locais, o que poderá contribuir na compreensão das causas relacionadas aos baixos níveis de interação das universidades locais e o entorno formado pelas respectivas empresas incubadas.

Palavras chaves

Interação Universidade-Entorno; Empresas Incubadas, Parque Tecnológico, Pato Branco.

1. Introdução

Garcia (2011), afirma que o desenvolvimento científico é possibilitado graças as pesquisas realizadas pelas universidades, sendo em muitos casos amplamente relacionada com a inovação (AZEVEDO; CARIO; MELO, 2017). Garcia (2011) também destaca a importância que a pesquisa acadêmica irradia para o sistema econômico, ressaltando a interação entre universidade e seu entorno, principalmente, na potencialização dos resultados que advém da

troca de conhecimentos e informações.

As grandes transformações no campo tecnológico acontecidas no final do século XX trouxeram novos olhares para um mercado cada vez mais competitivo, com necessidade de estudos e conhecimento das organizações que propiciam a inovação tecnológica. O processo de inovação tecnológica é dotado de características que relacionam-se com a região, com o grau de articulação de suas instituições, além de empresas, universidades, incubadoras e parques tecnológicos, entre outros. É importante observar que muitos estudos apontam que os parques tecnológicos desempenham papéis muito significativos e são dotados de capacidade para fornecer conhecimento através novas empresas de base tecnológica. São entendidos como elementos de extrema importância nos sistemas de inovação, seja pela condição de criar ligação entre o mundo acadêmico e o mundo empresarial, ou via compartilhamento de conhecimento (MYOKEN, 2011; DAL TOÉ, 2015).

Nesse sentido, a presente pesquisa buscou analisar a relação entre universidade e seu entorno, representadas pelas três instituições de ensino superior do município de Pató Branco e as quinze empresas incubadas no parque tecnológico municipal.

O presente artigo está estruturado em cinco partes, incluindo esta que aborda a introdução. A segunda apresenta conceitos de Parques Tecnológicos, incubadoras de empresas e capital social. Na sequência apresenta-se a metodologia da pesquisa. Na quarta seção são apresentados os resultados da pesquisa, e na última seção as considerações finais.

2. Revisão De Literatura

O termo inovação deriva do latim *innovare*, que significa algo que é novo. Tem-se na figura de Joseph Schumpeter (1883-1950) como o primeiro estudioso a sistematizar sobre o tema. A inovação está relacionada com cinco fatores, a saber: introdução de um novo produto, introdução de um método de produção, abertura de um novo mercado, novas fontes de matéria-prima e criação de uma nova organização no mercado (BELTRAME, 2014).

É importante ressaltar que com o lançamento do Manual de Oslo, a inovação teve um referencial no tocante à sua orientação e consequente padronização de conceitos e suas metodologias, assim como indicadores de pesquisa e coleta de estatísticas. Em seu aspecto mais relevante, a inovação permeia a economia atual através da chamada propriedade intelectual, que pode ser entendida como o direito reservado para uma empresa explorar e proteger criações advindas de seu intelecto. No Brasil a propriedade intelectual está protegida com as leis de número 9.610/1998 e 9.279/1996 (BELTRAME, 2014).

2.1 Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas

Os parques tecnológicos surgem como instituições que estão organizadas em um determinado espaço, com principal objetivo de aumento da riqueza de sua comunidade, promovendo a cultura da inovação e da competitividade de suas empresas e instituições de pesquisa. Logo, é possível afirmar que um parque tecnológico é capaz de criar ambientes favoráveis para a inovação através de redes existentes entre os mais diferentes atores desse território, o qual possibilita incrementar a renda local, qualificar a mão de obra e como consequência, também aumentar a competitividade das empresas estabelecidas. A valorização do conhecimento, como a capacidade para uma ação efetiva, torna-se o principal desafio para estimular a produção de conhecimento novo (CHIOCHETTA, 2010; RODRIGUES, 2016).

No Brasil, os parques tecnológicos foram criados como alternativa de política pública,

visto que seu foco principal relaciona-se com apoio dado para o desenvolvimento de novas empresas de base tecnológica. Os parques tecnológicos têm sido apontados pela literatura como alternativa para estimular o desenvolvimento local por sua alta capacidade em criar empregos mais qualificados e compartilhar conhecimento em uma região. Percebe-se na literatura, que a implantação de um parque tecnológico é visto como instrumento útil para estimular a capacidade inovadora de empresas locais (LA ROVERE, 2006). Adicionalmente, percebe-se que:

Para que exista o processo de desenvolvimento regional, é de fundamental importância o envolvimento de vários atores socioeconômicos (associações de empresários, universidades), com objetivo de incorporar inovações tecnológicas e organizacionais na estrutura empresarial e produtiva. Atitudes criativas e inovadoras dentro desse ambiente são fundamentais para promoção de inovações que produzam o desenvolvimento econômico, e sobretudo o desenvolvimento regional (RODRIGUES, 2016, p. 86).

É possível observar também que existe um papel de destaque na relação entre os incubados e as universidades, onde o processo de desenvolvimento das incubadoras relaciona-se com o meio produtivo pelas novas empresas, as quais reforçam a relação entre a universidade e o entorno.

As primeiras referências sobre incubadoras apareceram nos anos de 1950, derivadas da experiênciabem-sucedida norte-americana na Universidade de Stanford como *hábitat* para seus alunos recém-formados. Tal iniciativa pioneira derivou do interesse na promoção da transferência de tecnologia existente na universidade para as empresas (ANPROTEC, 2016).

As incubadoras na imensa maioria das situações estão conectadas com parques tecnológicos, sendo a ligação entre o conhecimento científico da universidade de um lado, como setor produtivo de outro, na perspectiva de gerar inovação tecnológica como diferencial estratégico (DIAS, 1996; MENDES; TEIXEIRA, 2004). Neste sentido, Leite (2000, p. 382) destaca que:

Incubadora é um empreendimento que ajuda, colabora na execução de uma estratégia de desenvolvimento econômico por ser um microambiente no qual uma empresa pode desenvolver-se, no qual oferece espaço físico, mais um conjunto apropriado de apoios na área de serviços, na medida em que o empreendedor precisa, quando ele demandar. Mas uma incubadora é primariamente o motor de arranque do desenvolvimento de uma empresa nascente.

Especificamente no Brasil, as primeiras incubadoras apareceram durante os anos de 1980, respectivamente em Porto Alegre, Florianópolis, São Carlos, Manaus e Campina Grande. Nasequência, o ano de 1987 marca a criação da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas (ANPROTEC), como entidade que passou a representar as incubadoras de empresas e todo e qualquer empreendimento que utilizasse o processo de incubação para gerar inovação no Brasil (ANPROTEC, 2016).

2.1.1 Relação Empresas Incubadas e Universidades

É cada vez mais crescente, nos processos de desenvolvimento econômico e social que exista a necessidade de mobilização de todas as formas de capacidades disponíveis. Entre elas surge o papel relevante das universidades e demais instituições científicas. Inúmeras são as

ações para promoção e fortalecimento dos laços entre a universidade e seu entorno (MANUAL DE VALENCIA, 2017). No tocante as mais diferentes formas de desenvolvimento tecnológico, apresentam-se pólos, parque e incubadoras tecnológicas. Essas contribuições por parte da universidade estão relacionadas com a pesquisa – desde a básica até a mais elaborada – formação de profissionais, entre outras (RAPINI, 2007).

No Brasil, a relação existente entre a universidade e as empresas teve especial fomento com a criação da Lei 10.973/2004, também conhecida como Lei da Inovação, que incentiva inovação, pesquisa científica e tecnológica junto ao ambiente produtivo das empresas. Neste cenário, Etzkowitz (2005) afirma ser de extrema importância a relação entre universidade, o meio empresarial e o governo, com esforços centrados para criação de uma universidade empreendedora que possa alavancar e apresentar mais soluções inovativas em direção ao desenvolvimento econômico e tecnológico. É importante destacar que nesse modelo a universidade está inserida como elemento essencial no processo de desenvolvimento econômico e consequente, de indutor da interação gerada entre universidade-empresa-governo (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000; AZEVEDO; CARIO; MELO, 2017).

O modelo da Hélice Tríplice apresenta em suas relações entre universidade-empresa-governo na qual sugere um ambiente frutífero para a inovação e consequente irradiação desse novo conhecimento para a sociedade como um todo (CLOSS; FERREIRA; SAMPAIO; PERIN 2012). Destaca-se que no Brasil, as universidades federais, são a linha de frente como locais estratégicos para o processo de conhecimento, representado na literatura como *catch-up*, que pode ser entendido como “a infraestrutura científica atua como um instrumento de focalização e como uma antena para identificar oportunidades tecnológicas e para constituir a capacidade de absorção do país” (CHIARINI; VIEIRA, 2012, p. 621). Esse processo sugere que a dinâmica das atividades inovativas devem ocorrer com maior intensidade no âmbito do setor produtivo, pois, dessa forma, impulsiona a própria atividade científica, haja vista que questões, problemas e perguntas que alimentam a infraestrutura científica em sistemas de inovação mais completos e articulados são encontradas, principalmente, no setor produtivo, onde de fato a inovação acontece (Albuquerque, 2005; Pereira, 2016).

Diante do exposto, deve-se observar que a existência de mecanismos de informações específicas sobre a relação da universidade com seu entorno é de fundamental importância também para dotar governos com instrumentos que permitam elaborar políticas públicas para definir as melhores estratégias de recursos para as universidades (MANUAL DE VALENCIA, 2017).

2.2 Capital Social

O conceito de capital social aparece com grande ênfase na literatura durante os anos de 1980, sendo muito discutido na economia e na sociologia, com destaque especial para os autores: Bourdieu (1985), Coleman (1988) e Putnam (1996).

O capital social é compreendido como recurso que deriva das relações entre atores sociais, das organizações e da sociedade. Trata-se de um ativo valioso nas relações sociais, envolvendo confiança, normas, valores, cooperação entre os atores. Contudo, as diferentes interpretações determinam uma heterogeneidade na maneira de abordar o capital social, mas existe certa concordância que seu conceito é de natureza relacional (ANESE, 2009; CARDOSO, 2016).

Neste debate, Bourdieu (1985) define capital social como sendo o conjunto de recursos efetivos ou potenciais ligados à posse de uma rede durável de relações sociais, as quais podem

ser mais ou menos institucionalizadas de conhecimento ou reconhecimento jurídico mútuo. Ademais, Bourdieu (1985) afirma que o capital social pode ser aumentado a partir de ações comuns dos habitantes de um determinado lugar. Na medida em que se eleva o grau de pertencimento de um cidadão com sua comunidade, tem-se um maior envolvimento com sua rede que aumenta paulatinamente e é possível gerar cada vez maiores quantidades de capital social (COSTA, 2007).

Ainda nos estudos sobre o capital social, Coleman (1988) ressalta que o capital social é forjado pelas ações que envolvem o âmbito social como a família, nas ações das pessoas moldadas, redirecionadas, constrangidas pelo contexto social; por normas, confiança interpessoal, redes sociais, e da organização social são importantes para o funcionamento não só da sociedade, mas também da economia. (COLEMAN, 1988). Adicionalmente, Coleman (1988) afirma que as relações sociais advindas de fortes interações sociais criam altos níveis de reciprocidade gerando cada vez maiores graus de confiança e reciprocidade.

Corroborando, Putnam (1996) destaca que capital social está relacionado com normas, relações de confiança e práticas de uma comunidade. Apresenta que o envolvimento de todos estimula a cooperação mútua e quanto maior for o grau de confiança existente entre os membros, maior será a capacidade que esse grupo terá em associar-se e em cooperar, gerando um maior grau de capital social para essa sociedade. Putnam (1996), após estudar comparativamente a região norte e sul da Itália, que ao norte o engajamento cívico sempre estava muito mais presente, que as regras de reciprocidade eram tipificadas em confrarias, cooperativas, sindicatos, se comparado com o sul do país. Os habitantes do norte sempre buscam obter um governo melhor por via de seus esforços, enquanto na região sul os moradores segundo Putnam (1996, p. 191) “costumam assumir papel de suplicantes cínicos e alienados”.

Destaca-se na obra de Putnam (1996) uma espécie de contrato social que não existe legalmente, mas é puramente moral e de construção social. Qualquer transgressão não gera uma punição ou castigo legal, mas pune com talvez o pior dos castigos: o esquecimento e exclusão da rede de solidariedade e cooperação. Logo, “a consciência que cada um tem de seu papel e de seus deveres, aliada ao compromisso com a igualdade política, constitui o cimento cultural da comunidade cívica”. (PUTNAM, 1996, p. 192).

3 Metodologia

O presente estudo está enquadrado como uma pesquisa descritiva com caráter exploratório, na qual se utilizou dados quanti-qualitativos para analisar a relação entre universidade e seu entorno, representadas pelas três instituições de ensino superior do município e as quinze empresas incubadas no parque tecnológico de Pato Branco.

A coleta de dados foi baseada em fontes secundárias (análise bibliográfica e análise documental de materiais sobre o cenário de investigação e documentos/relatórios), bem como em fontes primárias, a partir da aplicação de questionários estruturados nas entrevistas com as empresas incubadas, no momento da pesquisa de campo, a qual contemplou todas as quinze empresas incubadas no parque tecnológico.

Após a etapa de coleta de dados, procedeu-se com a fase de tabulação dedados dos questionários, com base nas informações: Seção I (nome do entrevistado, nome da empresa incubada, data de constituição da empresa, data da entrevista e CNPJ); Seção II envolvendo dados gerais (porte da empresa e ramo principal de atuação); Seção III, incluindo os aspectos da

rede e do capital social (interação com instituições/atores locais; densidade da rede; nível de centralidade da rede; troca de informação, grau de confiança; capacidade de engajamento e comprometimento).

Neste sentido, os resultados da pesquisa foram inseridos em planilha do *Microsoft Excel 2010* para a respectiva apuração das médias. Como passo seguinte tais informações foram transformadas em gráficos, e tabelas por meio da utilização do programa *Microsoft Word 2010*.

Adicionalmente, alguns dados coletados durante a pesquisa de campo foram tabulados para as métricas envolvendo a densidade e a centralidade da rede, a partir da utilização da planilha de dados do *Microsoft Excel 2010*, e, posteriormente importadas para o programa *UCINET*, o qual gerou os cálculos finais sobre a densidade e a centralidade da rede. Como passo seguinte, foi utilizado o *software NETDRAW*, visando gerar os respectivos sociogramas da densidade e centralidade. Assim, ressalta-se que um sociograma refere-se a uma representação gráfica das relações sociais envolvendo os atores de uma rede social (SCOTT, 2000).

3.1 Pato Branco como indutor de inovação

No quesito tecnológico, o município de Pato Branco possui elevado nível de desenvolvimento, onde a vocação tecnológica surge anos de 1980, quando na antiga Fundação de Ensino Superior de Pato Branco (FUNESP) - embrião do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - (CEFET) no ano de 1993, e da atual UTFPR (em 2005) iniciou a formação de mão de obra qualificada na área de tecnologia de informação com o curso superior de Processamento de Dados. Em meados dos anos 1990, com o lançamento do Softex Genesis Empreender, nas dependências do CEFET, possibilitou a criação de ambiente inovador, podendo ser considerada a semente que originou as empresas locais da área de tecnologia de informação, com muitas sendo inclusive destaque nacional e em outros países (MARINI; SILVA, 2011).

Outro fator preponderante para a construção do ambiente inovador foi fruto do pioneirismo na criação do Núcleo de Tecnologia da Informação, que contribuiu significativamente para condução do Arranjo Produtivo Local de Tecnologia da Informação na região Sudoeste do Paraná, e como consequência, fiador das atividades de TI em Pato Branco e região. Em seu estatuto social, o NTI é apresentado como entidade sem fins lucrativos que persegue o desenvolvimento econômico e tecnológico de seus membros (NTI, 2015).

Também podemos citar a Secretaria Municipal de Ciência e Tecnologia e Inovação (SMCTI); o Parque Tecnológico Municipal; e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

Corroborando com esse cenário inovador, no ano de 2013 foi criada a Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (SMCTI), visando a articulação inter secretarias do município e os demais atores locais. Neste sentido, o Parque Tecnológico Municipal (figura 1) explicita em sua finalidade o caráter científico, tecnológico e educacional. Como público-alvo busca gerar ambiente de empreendedorismo tecnológico e de inovação, envolvendo empreendedores com ideias e projetos inovadores. Logo, serve “para implantação de empresas, incubação de novos empreendimentos e atuação como órgão integrador entre entidades e empresas (SMCTI, 2019).

Figura 1 – Vista aérea do Parque Tecnológico Municipal de Pato Branco



Fonte: SMCTI (2019).

Localizada dentro do Parque Tecnológico está a Incubadora de empresas que objetiva potencializar empreendimentos inovadores, contribuindo com o desenvolvimento local e regional. Entre suas atividades, busca-se a construção do relacionamento com seus incubados, além de assessorar, capacitar, orientar e estimular o perfil empreendedor, fomentar e acelerar projetos para as respectivas empresas. Conta com estrutura de 1.720,28 m², construída para apoiar empresas iniciantes, 36 salas individuais de 25m² cada, com mobília básica e notebook por empresa incubada (SMCTI, 2019).

3.2 Universidades Locais

Atualmente, o município de Pato Branco conta com três instituições de ensino superior na modalidade presencial, sendo: Faculdade de Pato Branco (FADEP), com dezessete cursos; Faculdade Mater Dei, com nove cursos superiores; e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) com doze cursos de graduação. No cômputo total são ofertados no município trinta e oito cursos presenciais, para um total de oito mil estudantes.

Especificamente no tocante aos cursos que formam de mão de obra especializada no que diz respeito à tecnologia da informação, são oferecidos cinco cursos (13,1% do total), a saber: Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (FADEP e UTFPR); Engenharia de Software (FADEP); Sistemas de Informação (Mater Dei); e Engenharia de Computação (UTFPR).

4 Resultados

A partir da pesquisa de campo e as entrevistas realizadas com as quinze empresas incubadas, buscou-se uma melhor compreensão da relação entre os incubados do parque tecnológico e as universidades/faculdades que estão situados em seu entorno.

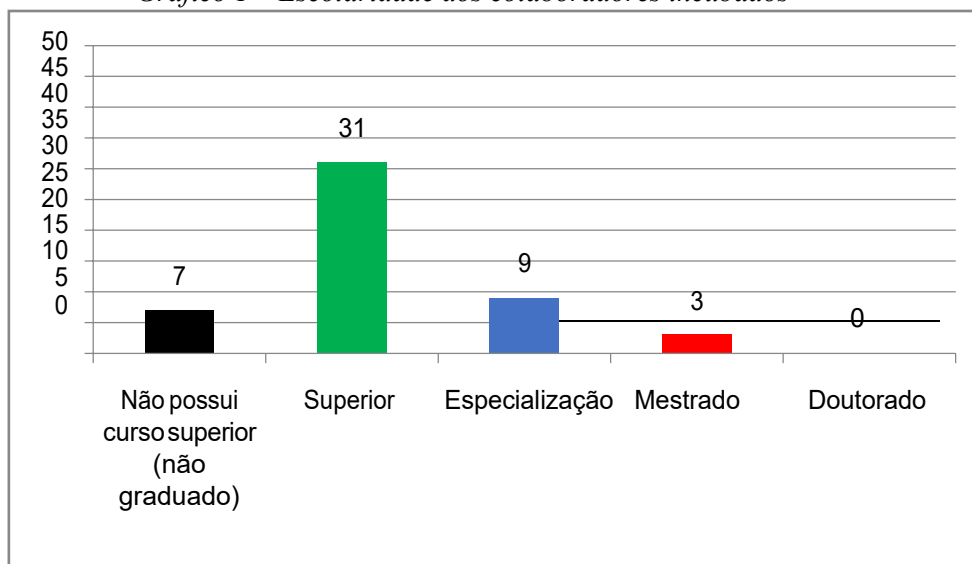
Como primeiro subproduto dessa interação, a pesquisa de campo apontou que entre as quinze empresas incubadas, seis foram constituídas no ano de 2017, três em 2018 e outras três no presente ano de 2019. As empresas incubadas mais antigas foram constituídas entre os anos de 2014 até 2016, uma a cada ano.

Na sequência, ao indagar sobre o porte da empresa incubada foi possível observar que dez das quinze empresas incubadas são compostas por até três colaboradores; quatro incubadas entre quatro e seis colaboradores e apenas uma com mais de seis, a maior de todas.

Ao questionar o ramo de atuação dessas empresas incubadas, três estão vinculadas com o provimento de soluções para o setor secundário da economia e as outras doze (grande maioria) vinculam-se ao setor terciário (prestação de serviços como *softwares* e aplicativos).

No aspecto relacionado com a escolaridade dos cinquenta colaboradores incubados, trinta e um deles detêm graduação em nível superior; nove são especialistas e sete não possuem curso superior ou não graduados até o momento da realização desta pesquisa. Ainda em referência ao grau de instrução, especificamente em nível *strictu sensu*, três colaboradores são detentores de títulos de mestrado e nenhum de doutorado, conforme demonstra o gráfico 1.

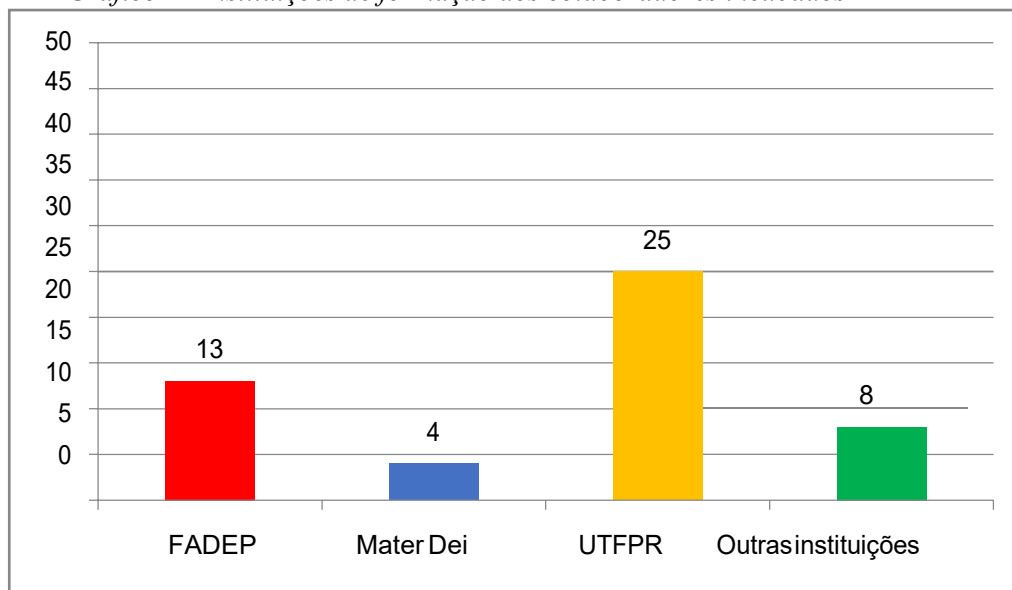
Gráfico 1 – Escolaridade dos colaboradores incubados



Fonte: Elaborado pelos Autores (2019).

Especificamente, ao analisar em qual instituição de ensino superior os colaboradores incubados estudam ou já concluíram seus estudos, destaca-se a UTFPR como a instituição formadora de metade dos incubados, com 50% entre um ambiente com cinquenta colaboradores incubados. Destaca-se que essa instituição federal é a mais antiga, presente no município desde 1993. Na seqüência como segunda maior local de formação aparece a FADEP, com treze incubados. Tem-se oito colaboradores que afirmaram que estudaram em outros municípios, a saber: quatro oriundos de Dois Vizinhos na UNISEP e outros quatro da UFPR de Curitiba. A Faculdade Mater Dei encontra-se como instituição de estudo com menor participação nesse quesito, possuindo apenas quatro colaboradores entre os cinquenta totais das empresas incubada, como pode ser visto no gráfico 2.

Gráfico 2– Instituições de formação dos colaboradores incubados



Fonte: Elaborado pelos Autores (2019).

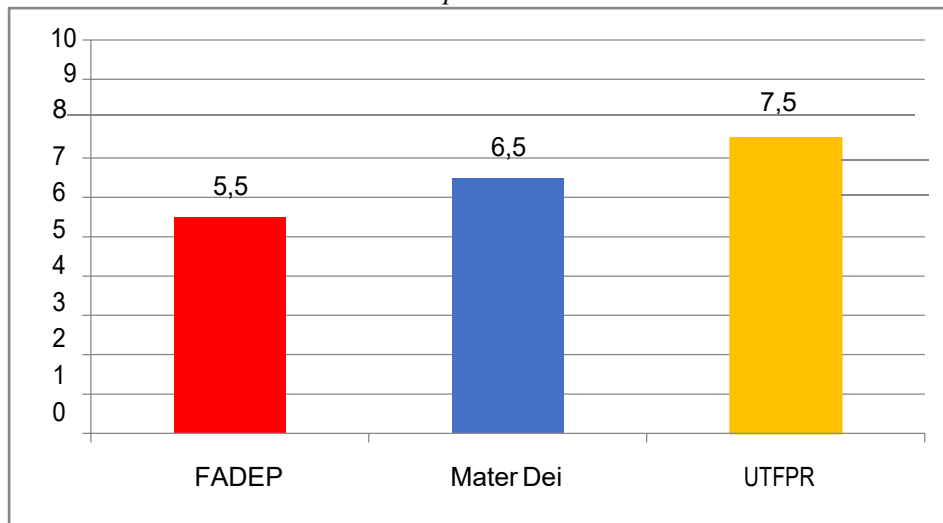
A primeira questão elaborada para analisar especificamente as relações existentes entre universidade e seu entorno, buscou compreender através de questionamento aos entrevistados sobre se as empresas incubadas possuíam relação com instituições e atores locais. Com base nos dados obtidos na pesquisa de campo, foi possível observar que das quinze empresas entrevistadas, cinco (ou 33,33%) delas afirmavam não possuir qualquer relação. No outro extremo, apresenta-se a UTFPR como instituição de referência para oito empresas incubadas (53,33%). Destaca-se nesse quesito que FADEP e Mater Dei não foram mencionadas pelos entrevistados. Outras duas empresas incubadas afirmaram manter relações com a mesma instituição: SEBRAE.

Com os dados observados no presente questionamento, pode-se depreender a forte presença da UTFPR como instituição referência na visão das empresas incubadas, mesmo tendo no município outras duas instituições de ensino superior.

Quando a análise refere-se à questão da troca de informações entre as empresas incubadas no parque tecnológico de Pato Branco com as universidades, os participantes foram questionados em referência à qualidade e utilidade dessa informação. Na visão de Coleman (1988), capital social prepara e alavanca para fomentar o indivíduo e sua contribuição no capital humano possibilita agregar ainda mais relações humanas. Dessa forma, é possível que a troca de informações flua no sentido positivo para diminuir o tempo necessário para a obtenção de informações e também possibilitar o maior alcance em sua rede de contatos (NAHAPIET; GHOSHAL, 1998).

Após a análise dos resultados apresentados no gráfico 3, percebe-se que a UTFPR mais uma vez apresenta-se como a instituição de maior prestígio junto aos entrevistados, com média de 7,5; a Faculdade Mater Dei aparece com média 6,5 e seguida pela FADEP com o resultado 5,5.

Gráfico 3 - Quanto a qualidade e utilidade da troca de informações com as instituições de ensino superior

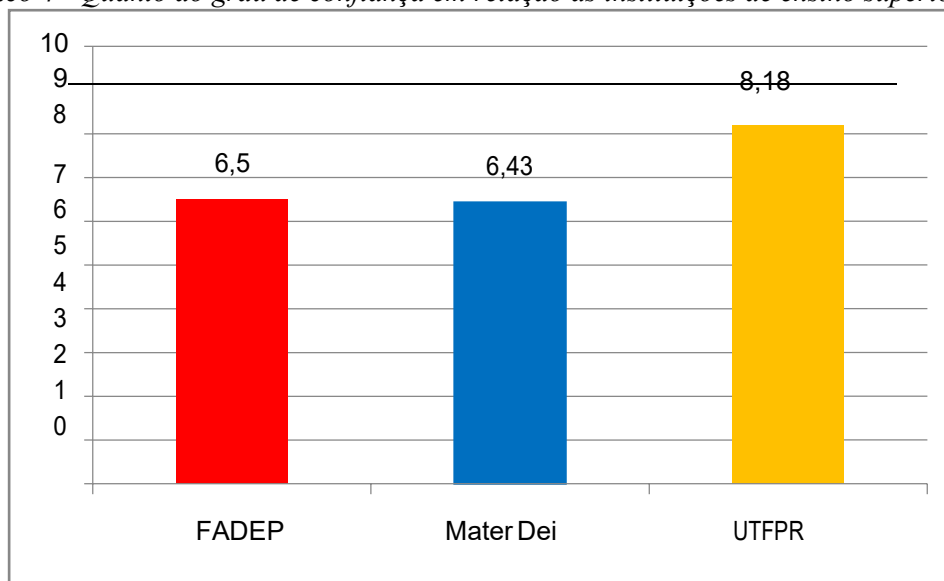


Fonte: Elaborado pelos Autores (2019).

Quando a questão da confiança, cada empresa incubada deveria avaliar o grau de confiança em relação a cada uma das instituições de ensino superior de Pato Branco (FADEP, Mater Dei e UTFPR), em uma escala de 1 até 10, na qual 1 representa baixo grau de confiança, e 10 de alto grau de confiança (máxima). Nesse quesito, confiança versa com a capacidade de relatar problemas, criar e manter parcerias se for o caso. A UTFPR destaca-se outra vez com a melhor média (8,18) no tocante ao grau de confiança, onde a FADEP aparece com (6,5); e a Faculdade Mater Dei com (6,43).

Para Coleman (1988), um dos aspectos principais para que o capital social seja construído passa pelo nível de confiança existente em determinado ambiente, no qual pessoas confiem umas nas outras. Putnam (1996) destaca confiança como componente básico do capital social e também afirma que confiança é fruto do entendimento mútuo existente entre membros da sociedade e dotados de tradição comunitária. Ainda destacam os autores que o capital social é resultado da confiança existente entre as pessoas da sociedade (WOOLCOOCK, 2000). O gráfico 4 ilustra melhor esses resultados obtidos junto aos entrevistados.

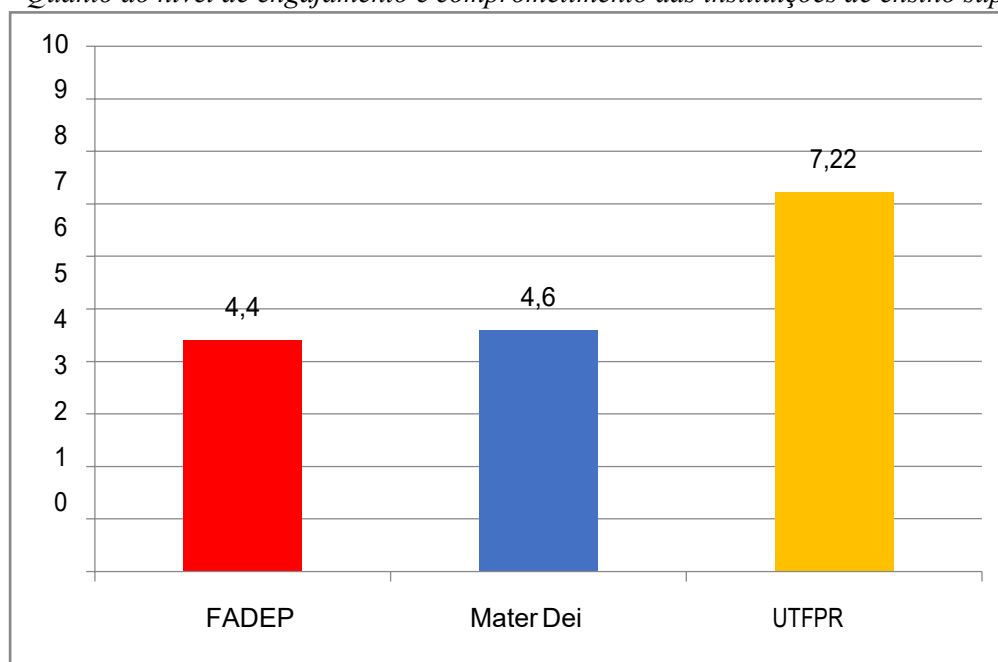
Gráfico 4 - Quanto ao grau de confiança em relação às instituições de ensino superior



Fonte: Elaborado pelos Autores (2019).

Para analisar o nível do engajamento e de comprometimento das universidades locais com as empresas incubadas, foi solicitado aos quinze entrevistados que respondessem como avaliam esse nível de engajamento e envolvimento. O gráfico 5 apresenta os respectivos resultados.

Gráfico 5 - Quanto ao nível de engajamento e comprometimento das instituições de ensino superior



Fonte: Elaborado pelos Autores (2019).

Em mais uma questão analisada, a UTFPR destaca-se como instituição que obtém as

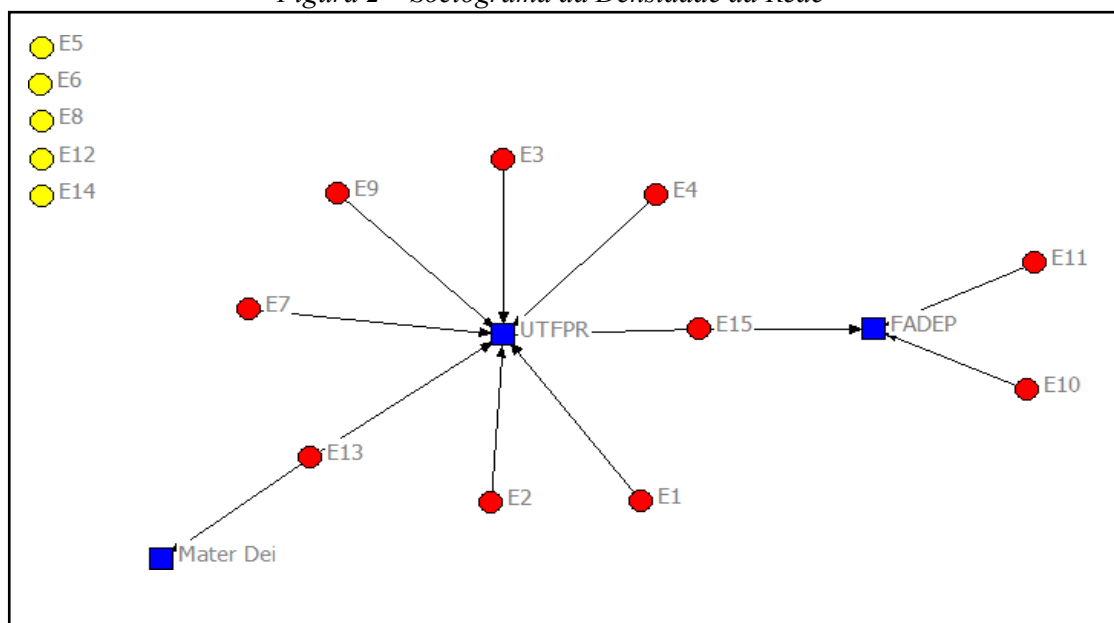
maiores médias na presente avaliação das empresas incubadas (7,22), onde as demais faculdades aparecem próximas, Mater Dei (4,6) e FADEP (4,4).

O engajamento e comprometimento acontecem de forma voluntária com viés colaborativo e também interagem em conjunto no sentido de alcançar objetivos em comum para todos. Com a interação resultante dessas ações é possível perceber maiores doses de articulação e troca de conhecimentos entre os membros que por sua vez permite que o conjunto alcance de maneira coletiva objetivos em comum (PUTNAM, 1996; FLÓRES, 2018).

Em continuidade, buscou-se verificar como está a densidade desta rede, com base na questão: “Considerando a interação entre universidades/faculdades locais, assinale aquela(s) que sua empresa incubada possui contato e interação”. Especificamente para analisar a densidade faz-se necessário entender o nível das ligações existentes entre os pontos (nós da rede). Na medida em que existirem maiores conexões entre os referidos pontos, maior será a representação da densidade (SCOTT, 2000).

Na presente análise, o resultado encontrado para a rede de participantes foi uma densidade final de 0,267. Considerando que a densidade pode variar de zero (inexiste) até um (máximo), é possível afirmar que os dados da pesquisa apontam para uma baixa densidade, com apenas um quarto das possibilidades de ligações entre os participantes. Conforme Scott (2000) a densidade serve para avaliar o nível de coesão presente em um grafo. Corroborando, Hatala (2006) ressalta que na medida em que os laços presentes sejam maiores, maior será a coesão presente.

Figura 2 – Sociograma da Densidade da Rede



Fonte: Autoria própria, a partir dos dados da pesquisa de campo, uso do *software* UCINET.

Conforme pode ser visto na figura 2, o núcleo principal desta rede concentra-se apenas na UTFPR, destaque com mais da metade das interações possíveis. Existe ainda uma segunda instituição, a FADEP, na qual a interação também existe, porém com apenas três entrevistados. No outro extremo, em região periférica está presente a faculdade Mater Dei, apresentando o menor grau de densidade, com apenas um nó. É impreterível se destacar também o total

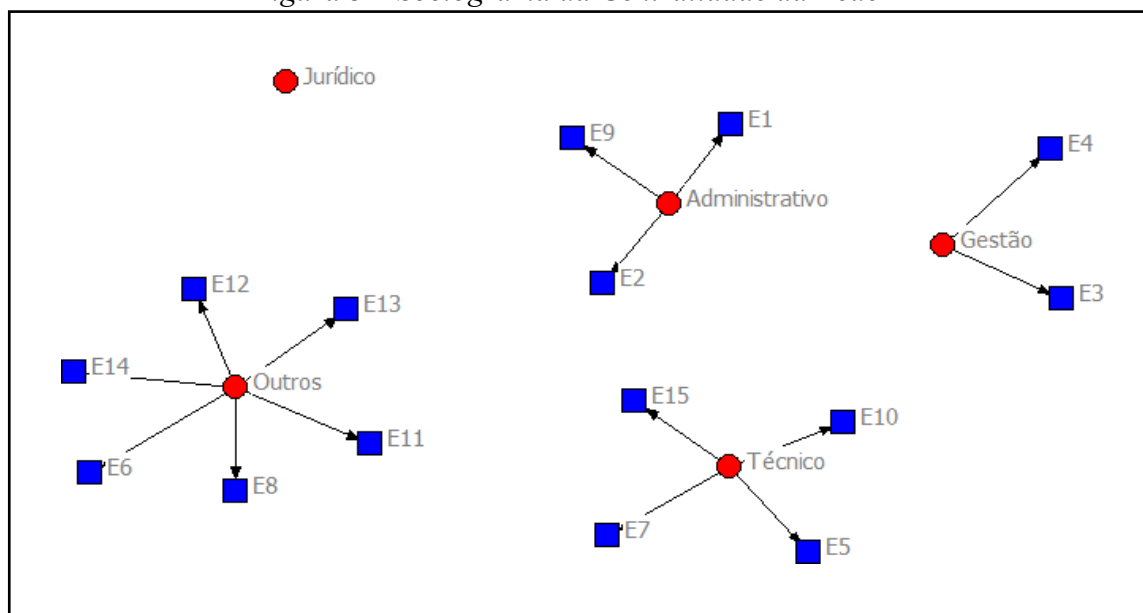
isolamento de 33,33% das empresas incubadas, as quais afirmaram que não possuem nenhum contato e interação com as instituições de ensino superior (IES) locais.

Ainda em relação à análise da rede social, para a identificação da centralidade de rede quanto ao tipo de apoio e atividades realizadas pelas universidades/faculdades junto às empresas incubadas no parque municipal, foi solicitado aos mesmos que apontassem qual o tipo de interação/apoio que as faculdades/universidade fornecem para sua empresa incubada.

A partir dos dados da pesquisa de campo e o resultados das informações geradas, tornou-se possível a construção da sociomatriz da centralidade da rede. Neste sentido, este sociograma revela o ponto central da rede, baseado no número de laços direcionados a cada associado, indicando os atores mais importantes desta rede. Hatala (2006) afirma que um alto resultado na centralidade significa que o agente possui posição central na rede. Neste caso especificamente, deseja-se analisar o quão está rede é horizontal, ou seja, possui uma baixa centralidade. Assim, parte-se do pressuposto que quanto menor a centralidade, maior será a horizontalidade. O resultado desta análise apontou para um índice de centralidade final de 35,71%.

Ainda nesta questão, é importante destacar que foram consideradas como atividades de apoio, o suporte institucional envolvendo elemento: administrativo, técnico, jurídico, gestão, e outros. Logo, buscou-se compreender qual tipo de suporte é prestado pelas universidades locais, como pode ser visto no sociograma apresentado na figura 3.

Figura 3 – Sociograma da Centralidade da Rede



Fonte: Autoria própria, a partir dos dados da pesquisa de campo, uso do *software* UCINET.

Esta análise aponta para uma pulverização da rede, visto que entre as cinco opções disponíveis para cada questão (e os entrevistados poderiam responder mais de uma), cada empresa incubada optou por indicar apenas uma alternativa. Ademais, 40% dos respondentes indicaram que sua relação com as atividades de apoio realizadas pelas universidades/faculdades junto às empresas incubadas refere-se a: política para formação do preço dos aplicativos a serem comercializados; dúvidas sobre estratégia de vendas no país e para o exterior; tradução de softwares e manuais técnicos; além de mentorias como coaching e

treinamento para atendimento de suporte e vendas.

Ainda nesta questão, é importante destacar que a opção de apoio jurídico não foi mencionada por nenhum dos quinze entrevistados, mesmo considerando-se que duas faculdades (FADEP e Mater Dei) ofertam o curso de Direito, e que disponibilizam núcleos de práticas jurídicas para seus acadêmicos e sociedade em geral.

5 Considerações finais

É importante salientar a importância da pesquisa desenvolvida na universidade para o sistema econômico, bem como a respectiva interação entre universidades e seu entorno, visando potencializar os resultados que advêm da troca de conhecimentos e a geração de inovações.

Nesse sentido, a presente pesquisa buscou analisar a relação entre universidades e seu entorno, representadas pelas três instituições de ensino superior do município de Pato Branco e as quinze empresas incubadas no parque tecnológico municipal. Como encaminhamento metodológico, utilizou-se pesquisa de campo, a partir da aplicação de questionários com os representantes das empresas incubadas.

Como resultados de pesquisa, observa-se que a maioria das empresas são recentes, constituídas de 2017 até 2019. Dois terços das empresas incubadas são de formadas por até três colaboradores, as quais atuam com soluções para o setor terciário. Quanto à escolaridade dos cinquenta colaboradores incubados, trinta e um já possuem ensino superior completo. A UTFPR aparece nos resultados com grande protagonismo em todos os quesitos, como instituição formadora da metade dos colaboradores que participam das empresas incubadas; é referência para 53,33% das empresas incubadas como agente de relação/apoio; foi a instituição mais apontada no quesito de troca de informações; também é a instituição de ensino superior dotada da melhor avaliação na questão da confiança; bem como quanto ao nível de engajamento e comprometimento.

Adicionalmente, também buscou-se analisar a densidade da rede, onde a UTFPR aparece como principal ator da rede. No que concerne ao nível de centralidade das atividades de apoio desta rede, a mesma resultou em 35,71%, com uma pulverização das diversas atividades (apoio técnico, administrativo, jurídico, gestão). Como recomendação para estudos futuros, sugere-se a reaplicação dos instrumentos de coleta de dados junto aos demais participantes/ativos locais, o que poderá contribuir na compreensão das causas relacionadas aos baixos níveis de interação das universidades locais e o entorno formado pelas respectivas empresas incubadas.

6 Referências

- Albuquerque, E. (2005). Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas brasileiras. *Revista de Economia Contemporânea*, 615-642.
- Anése, R. L. R. (2009). Arranjos produtivos locais e capital social no Vale do Jaguari/RS.
- Associação Nacional de Entidade Promotoras de Empreendimentos Inovadores. (2016). Estudo de impacto econômico: segmento de incubadoras de empresas do Brasil.
- Azevedo, P., Cario, S. A. F., & de Melo, P. A. (2017). Interação Universidade Empresa sob o Enfoque Institucionalista-Evolucionário. *Revista Alcance*, 175-190.
- Beltrame, A. (2014). Ensino e aprendizagem em incubadora tecnológica: um estudo de caso na Incubadora Tecnológica de Caxias do Sul.
- Bourdieu, P. (1985) 'O capital social notas provisórias'. In: Nogueira, M. A. e A. Catani (orgs.) Pierre Bourdieu:

- escritos de educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.
- Bretas, V. As 10 cidades pequenas mais inteligentes e conectadas do Brasil. *Revista Exame*. São Paulo. 11 set. 2017.
- Cardoso, F. M. C. B. (2016) Capital social, inovação, e spin-off nos clusters: um estudo sobre a influência da estrutura e natureza do capital social no setor de tecnologia da informação no Brasil e Espanha.
- Chaves, S. S. (2009). Cooperativismo de crédito e empresas de pequeno porte em arranjos produtivos locais.
- Chiarini, T., & Vieira, K. P. (2012). Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento econômico. *Revista Brasileira de Economia*, 66(1), 117-132.
- Chiochetta, J. C. (2010). Proposta de um modelo de governança para parques tecnológicos.
- Closs, L., Ferreira, G., Sampaio, C., & Perin, M. (2012). Intervenientes na transferência de tecnologia universidade-empresa. *Revista de Administração Contemporânea*, 16(1), 59-78.
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology*, 94, S95-S120.
- Costa, A. B., & da Costa, B. M. (2007). Cooperação e capital social em arranjos produtivos locais. *RDE Desenvolvimento Econômico*, 9, 51-citation_lastpage.
- Dal Toé, R. D. A. (2015). Análise de fatores críticos à implantação de parques científicos: um estudo de caso. Etzkowitz, H. E. (2009). *Hélice tríplice: universidade-indústria-governo inovação em ação*. Edipucrs.
- 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.
- Hatala, J. P. (2006). Social network analysis in human resource development: A new methodology. *Human Resource Development Review*, 5(1), 45-71.
- Flôres, A. F. (2018). *Capital social e a governança local do arranjo produtivo local de tecnologia da informação do sudoeste do Paraná* (Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- La Rovere, R. L. (2006). Políticas de apoio a micro e pequenas empresas e desenvolvimento local: alguns pontos de reflexão. *Redes (Santa Cruz do Sul)*, 11(3), 9-24.
- Leite, E. F. (1998). O processo de criação de empresas de base tecnológica, via incubadora: o perfil do empreendedor do Norte de Portugal e do Brasil.
- Manual de Valencia (2017). Tecnología y la Sociedad. *Manual Iberoamericano de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico*.
- Marini, M. J., & da Silva, C. L. (2011). Política de Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Nacional: reflexões sobre o plano de ação brasileiro. *Desenvolvimento em Questão*, 9(17), 9-38.
- Mctic. (2016) Ministério da Ciência e Tecnologia. Ciência, Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional Plano de Ação 2007-2010.
- Mendes, C. C., & Teixeira, J. R. (2004). Desenvolvimento econômico brasileiro: releitura das contribuições de Celso Furtado.
- Myoken, Y. (2011). Science parks and triple-helix innovation in UK and Japan. *International Journal of Technoentrepreneurship*, 2(3-4), 261-274.
- Nti (2019) Núcleo de Tecnologia da Informação. Arranjo Produtivo Local em Tecnologia de Informação do Sudoeste do Paraná (NTI/APL de TI do Sudoeste do Paraná).
- Pereira, R. M., Marques, H. R., de Castro, S. O. C., de Almeida, F. M., & Gava, R. (2016). Contexto Da Inovação Nas Universidades Federais Brasileiras Na Perspectiva De Indicadores De Ciência E Tecnologia. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, 4(1), 66-89.
- Perez, M. C., Sousa, M. R. B. D. D., Espindola, J. S. D. O., (2016). Incubadoras De Base Tecnológica: O Papel Social Da Universidade.
- Putnam, R. D. (2015). *Comunidade e democracia: a experiência da Itália moderna*. editora FGV.
- Rapini, M. S. (2007). Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 37(1), 211-233.
- Rodrigues, R. F. (2013). Parques tecnológicos: relações entre território e inovação e os desafios das políticas e práticas territoriais na criação de valor compartilhado.
- SMCTI. (2019) Secretária Municipal de Ciência Tecnologia e Inovação. Pato Branco.
- Scott, J. (2000). Social network analysis. *Sociology*, 22(1), 109-127.
- Woolcock, S. (2000). European trade policy: Global pressures and domestic constraints. *Policy-making in the European Union*, 4, 373-99.

Análisis de los factores clave para la cooperación tecnológica en las IES: caso Universidad Industrial de Santander

Piedad Arenas Díaz.

Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Colombia.

parenasd@uis.edu.co

Cinthya Arias Manjarrez.

Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Colombia.

cariasmanjarrez@gmail.com

Resumen

En cumplimiento de su rol en la transformación social y económica en sus áreas de influencia, las Universidades emplean mecanismos como las alianzas tecnológicas con las empresas para contribuir al desarrollo de los sistemas de innovación. En este sentido, el objetivo del trabajo es presentar los factores clave al interior de las IES que pueden influir en la planificación, implementación y ejecución de las alianzas tecnológicas con empresas en la modalidad de cooperación tecnológica ‘bajo el mismo techo’.

El trabajo se desarrolló, con un enfoque cualitativo, en dos fases: revisión de la literatura-análisis de contenido y un análisis de caso de una alianza tecnológica entre una empresa del orden nacional y la Universidad Industrial de Santander (UIS), en Colombia, mediante un proceso de sistematización de experiencias, en la cual participaron 69 actores de la universidad y la empresa. Los resultados presentan cuatro elementos claves que pueden influenciar en el desempeño de las alianzas de la academia con el sector empresarial, que son gobierno directo e indirecto de las IES: condiciones internas de la universidad, antecedentes de relacionamiento con empresas, capacidades de los individuos y la institución de educación, percepción de los individuos e intereses de los grupos involucrados.

Los hallazgos del estudio contribuyen a mejorar la gestión de las alianzas tecnológicas en las unidades de investigación y extensión de IES, orientado a la puesta en marcha de proyectos y estrategias internas que promuevan a un clima favorable para la colaboración, al fortalecimiento de los procesos administrativos claves en la gestión y generación de capacidades CTI.

Palabras clave

Cooperación tecnológica; universidades; factores determinantes; investigación y desarrollo.

1. Introducción

El proceso de innovación, desde el modelo interactivo y con enfoque sistémico, se reconoce como abierto, en el que concurren diferentes fuentes e implica flujos de información y conocimiento. El término de innovación abierta fue acuñado por Chesbrough (2003) para describir un conjunto de prácticas desarrolladas por las organizaciones para mejorar sus capacidades de innovación (como se citó en Grimaldi, Quinto, & Rippha, 2013), estrategia que permite diversificar las fuentes de conocimiento de las organizaciones, propiciando un conjunto de beneficios que deben ser gestionados; por ejemplo: incremento de la capacidad de aprendizaje mediante el uso de recursos externos, adquisición de conocimientos para mejorar

el proceso de I+D, lo que resulta en la reducción de los costes de innovación (Olaru, Dinu, Keppler, Mocan, & Mateiu, 2015; Carvalho & Carrizo, 2015) y acceso a instalaciones tecnológicas (Wynarczyk, Piperopoulos, & Mcadam, 2013). El aprovechamiento de estas ventajas está ligado a una serie de retos internos, relacionados con las capacidades propias, la gestión y la cultura organizativa.

Los procesos de innovación abierta no siguen un único patrón de relacionamiento, sino que puede ser logrados en un número de formas combinando actores, sus roles y la efectividad de sus vínculos (Suh & Kim, 2013). De forma general los procesos de innovación se han diferenciado en tres grupos: *outbound*, *inbound* y *couple*. Este último hace referencia a los flujos hacia el exterior y el interior de las organizaciones trabajando con empresas complementarias, en las cuales dar y recibir es crucial para el éxito (Gassmann & Enkel, 2004). Este trabajo conjunto se caracteriza por una profunda forma de interacción entre las organizaciones durante un largo período de tiempo. El aprendizaje y el proceso de acoplado permite la transferencia de conocimiento tácito entre las organizaciones, que normalmente no pueden ser fácilmente documentado o empaquetados (Roijakkers, 2013).

Una práctica de innovación abierta de tipo *couple* son las alianzas estratégicas, entendidas como relaciones complejas e interdependientes a largo plazo entre compañías diferentes que comparten algunos objetivos comunes significativos y algunos objetivos significativos diferentes (Weiss, Keen, & Kliman, 2006). Estas relaciones pueden tener múltiples propósitos y formas, entre estas se encuentran las alianzas universidad-empresa con propósitos I+D+i. La modalidad de cooperación en la cual los socios, ya sean de la industria, institutos de investigación y/o universidades, trabajan colaborativamente en temáticas de investigación conjuntamente, orientándose en las necesidades especiales de los socios interdisciplinarios e interinstitucionales y compartiendo sus fortalezas, se conoce como cooperación “bajo el mismo techo” (Grochowski, Hoos, Waitzinger, Spath, & Mitschang, 2015).

La coevolución de la industria y el sistema universitario es una precondition para el funcionamiento de los sistemas regionales de innovación (Sæther, Isaksen, & Karlsen, 2011) y sus estrechas interacciones tienen un impacto positivo en la capacidad innovadora regional (Yang, Lee, & Lin, 2013). En el departamento de Santander, en Colombia, las relaciones entre la UIS y las empresas han sido clave para el desarrollo regional. Una de estas interacciones con el sector productivo surge por primera vez en la región, en la modalidad ‘bajo el mismo techo’, en el año 2015, con el fin de fortalecer las capacidades de I+D+i de las dos organizaciones (Mantilla et al., 2017). En el marco de esta, se desarrolló el proyecto “Conceptualización e instrumentalización del modelo de cooperación para la innovación”- Alianza UIS-Empresa, en el cual se buscaba conceptualizar, instrumentalizar y difundir el modelo de cooperación para la innovación de la

alianza ‘bajo el mismo techo’ con el propósito de incorporar mejoras en una segunda fase de esta, a partir de las lecciones aprendidas y prácticas de referencia. Entre los resultados de la investigación, se identificaron los factores relevantes que determinan el desempeño de las alianzas a partir de la literatura (Arenas, Quiroz, Arias, & Mantilla, 2017) y a partir de las percepciones de los involucrados, mediante una metodología empleada en las ciencias sociales (Arenas, Rodríguez, Uribe, & Arias, 2017).

El presente trabajo profundiza en los factores determinantes para las alianzas tecnológicas que son independientes al proceso mismo de cooperación, es decir, aquellos que son internos a los socios (universidad-empresa), enfocándose específicamente en la universidad como sujeto de estudio. En consecuencia, el análisis se fundamenta en la literatura

y en la percepción de los individuos en diferentes roles –gestores y ejecutores– de las dos organizaciones de la Alianza de la UIS con una empresa del orden nacional.

El presente artículo contiene, primero, el desarrollo metodológico de la investigación basado en un proceso cualitativo, que permitió identificar los factores internos a las universidades que son determinantes para las cooperaciones; segundo, presenta los resultados teóricos y los del caso de análisis de la alianza de la UIS con una empresa nacional. Seguidamente, se expone una discusión sobre la gestión de los factores institucionales clave para desarrollar alianzas, con el objeto de conformar un cuerpo de aportes, producto de la práctica, que contribuya al diseño y ejecución de proyectos o iniciativas en los procesos de gestión de alianzas en las universidades. Finalmente, se presentan las conclusiones del estudio, retomando los principales hallazgos y las contribuciones a la práctica universitaria.

2. Desarrollo metodológico

El trabajo se desarrolla con un enfoque cualitativo empleando dos metodologías. En la primera fase se usó la revisión de la literatura, que siguió las etapas sugerido por Tranfield, Denyer y Smart (2003): planificación, conducción y reporte. La estrategia de búsqueda de artículos incorporó los términos cooperación, transferencia de tecnología, universidades y variaciones de éstas en los campos referenciales de título, resumen y palabras clave, de la base de datos Scopus, entre 2001 y 2016; resultando un total de 791 artículos. Por ‘bola de nieve’ y aportes de expertos se incluyeron 11 estudios adicionales. En el proceso de análisis de contenido se identificaron 79 artículos que hacían referencia a factores claves en las alianzas tecnológicas, los *insights* identificados fueron categorizados en catorce grupos y subcategorizados (Arenas et al., 2017). 37 artículos mencionaban al menos un factor interno a la organización determinante en las alianzas tecnológicas, estas contribuciones corresponden a cinco categorías de factores.

La siguiente fase del trabajo abordó el análisis de una alianza tecnológica entre una empresa del orden nacional y la Universidad Industrial de Santander (UIS), en Colombia. La metodología empleada fue la sistematización de experiencias, entendida como la reconstrucción y reflexión analítica sobre una experiencia, mediante la cual se interpreta lo sucedido para comprenderlo, a fin de obtener conocimientos consistentes y sustentados, comunicarlos, confrontar la experiencia con otras y contribuir a una acumulación de conocimientos generados desde y para la práctica (Barnechea y Morgan, 2010). En el proceso participaron 69 actores de la universidad y la empresa, divididos en el grupo Gestor (personal administrativo) y Ejecutor (docentes, investigadores y estudiantes), la muestra fue seleccionada por interés en un muestreo estratificado por roles en la alianza. Los instrumentos empleados fueron: entrevistas semiestructuradas, grupos focales y fichas de experiencias, lo que permitió desde la perspectiva de los actores, comprender el desarrollo de las etapas de planificación, implementación y ejecución de la Alianza UIS-ECP. La información recopilada por las partes fue procesada y clasificada empleando el software de investigación cualitativa Nvivo®.

Finalmente, se comparó sistemáticamente la información del caso de análisis con los hallazgos de la literatura, identificando en los testimonios aquellos aspectos que desde la perspectiva de los actores fueron determinantes en la planificación, implementación y ejecución de la alianza y que la afectaron de forma positiva o negativa.

3. Resultados

Los hallazgos de la investigación son de tipo teórico con la identificación de los factores clave en las alianzas de cooperación en la literatura y de tipo práctico, con el análisis de la alianza en entre la UIS y una empresa del orden nacional, de tamaño grande, mixta y con sede en la región de Santander, estos se desarrollan a continuación.

3.1 Factores internos a las organizaciones determinantes en las alianzas

Los factores identificados en la literatura que tienen potencial influencia en el desempeño de las alianzas son catorce: factores de contexto, formalidad, características del equipo de trabajo, criterios de decisión, características del gobierno de la alianza, objetivos de la alianza, resultados de la alianza, características de las interacciones, compatibilidad institucional, condiciones internas a los socios, percepción de los socios, antecedentes de relacionamiento, capacidades de los individuos y organizaciones e intereses de los grupos involucrados. Estos cinco últimos corresponden a aspectos internos a los socios, independientes de la alianza, los cuales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores internos a las organizaciones determinantes en las alianzas

Factores	Definición	Descriptor	Referencias
Condiciones internas	Factores o circunstancias propias de las organizaciones que conforman la alianza, los cuales influyen en el desempeño de esta.	Procedimientos y tiempos de gestión	Davey, Baaken, Muros y Meerman (2011); Healy, Perkmann, Goddard y Kempton (2014); Brinkerhoff (2002); Elmuti, Abebe y Nicolosi (2005); Morandi (2013); Lockett, Cave, Kerr y Robinson (2009); Vega-González, Nairn, Stiles y Ascanio (2012)
		Situación financiera	Kastelli, Caloghirou y Ioannides (2004); Lichtenthaler y Lichtenthaler (2010); Beck, Gregory y Marschollek (2015); Davis, Bryant y Zaharieva, (2013); De Man y Duysters (2005); Davey et al. (2011)
		Apoyo de la alta dirección	Whipple y Frankel (2000); Brinkerhoff (2002); Bölling y Eriksson (2016).
		Directrices de gestión de las alianzas	Whipple y Frankel (2000)
Antecedentes de relacionamiento	Existencia y características de relacionamiento previo de los socios.	Estabilidad organizacional	Barnes, Pashby y Gibbons (2002)
		Participación previa en alianzas	Sherwood y Covin (2008); Perkmann, Neely y Walsh (2011)
		Existencia de alianzas previas entre los socios	Barnes et al. (2002); Khamseh y Jolly (2006); Kim y Song (2007); Davey et al. (2011); Brinkerhoff (2002); Schall (2014); Whipple y Frankel (2000).

Capacidades de los individuos y la institución	Disponibilidad de habilidades de los individuos y recursos de las organizaciones para llevar a cabo una cooperación	Capacidad de absorción	Whipple y Frankel (2000); Han y Lee (2013); Khamseh y Jolly (2006); Lichtenthaler y Lichtenthaler (2010) Davey et al. (2011)
		Capacidad de gestión	Healy et al. (2014); Kastelli et al. (2004) De Man y Duysters (2005); Lyne (2007); Whipple & Frankel, 2000)
		Capacidad financiera	Perkmann et al. (2011); Koschatzky y Stahlecker (2010); Matt y Wolff (2004); Feng, Ding, y Sun (2011); Trencher, Yarime, McCormick, Doll, y Kraines (2014)
		Capacidades de I+D	Liu (2012)
		Capital relacional	Araújo y Teixeira (2013); Sherwood y Covin (2008)
		Juicio del socio	Brinkerhoff (2002); Whipple y Frankel (2000)
Percepción de los individuos	Apreciaciones que tienen los socios de las alianzas sobre la contraparte.	Equidad	Brinkerhoff (2002)
		Valores del socio	Brinkerhoff (2002)
		Prudencia del socio	Khamseh y Jolly (2006); Dos Santos y Torkomian (2013); Xiao y Huang (2011); Whipple y Frankel (2000); Davey et al. (2011)
		Confianza hacia el socio	Barnes et al. (2002); Bölling y Eriksson (2016); Morandi (2013); Sherwood y Covin (2008) Brinkerhoff (2002) Davey et al. (2011) Whipple y Frankel (2000).
		Compresión de la asociación	Brinkerhoff (2002)
		Capacidades del socio	Brinkerhoff (2002)
		Desempeño del socio	Brinkerhoff (2002)
		Cualificación del socio	Whipple y Frankel (2000)
		Formación académica	Davey et al. (2011); Barnes et al. (2002)
		Generación y fortalecimiento de la base de conocimiento	Perkmann et al. (2011); Farinha, Ferreira y Gouveia (2016); Bercovitz y Feldman (2007); Lyne (2007); Matt y Wolff (2004); Christoffersen (2013); Santoro y Chakrabarti (2002)
Motivaciones o	Contribución institucional	Whipple y Frankel (2000)	
	Aplicación del conocimiento	Elmuti et al. (2005); Santoro & Chakrabarti (2002)	

Intereses de los grupos involucrados	aspiraciones de las personas, que propician la formalización y continuidad de la cooperación	Impacto de la alianza	Villasana (2011); Lockett et al. (2009) Han y Lee (2013); Saad y Zawdie (2005)
		Acceso a socios estratégicos	Barnes et al. (2002)
		Obtención de financiamiento	Farinha et al. (2016); Bercovitz y Feldman (2007); Araújo y Teixeira (2013); Huang y Li (2011)
		Acceso a instalaciones tecnológicas.	Santoro y Chakrabarti (2002); Han y Lee (2013)
		Relacionamiento con personas altamente cualificadas	Han y Lee (2013); Bercovitz y Feldman (2007)

Fuente: Elaboración propia

3.2 Factores clave de la Universidad Industrial en Santander en el desarrollo de una alianza de cooperación

En la Tabla 2 se describe, desde las percepciones de los actores de la universidad y del socio, cómo los factores mencionados en la literatura también fueron claves, favorables o restrictivos, para la planificación, implementación y ejecución de la alianza regional.

Tabla 2. Perspectivas de los individuos sobre los factores clave de la UIS para la cooperación

Factores	Aspectos clave	Caso alianza UIS
Condiciones internas a la universidad	Procedimientos y tiempos de gestión	Desde el punto de vista administrativo la universidad tiene fortaleza en la definición de procesos, actividades, tiempos e instrumentos en aquellas áreas claves para el desarrollo de la alianza, tales como talento humano, contratación, propiedad intelectual, gestión de programas y proyectos I+D+i. Las UIS al ser una institución pública sigue los principios de autorregulación autocontrol y autogestión, lo cual fue relevante en la puesta en marcha y desarrollo de actividades investigativas con un socio con capital público.
	Situación financiera	Uno de los aspectos analizados como favorable por el socio previo a la cooperación fue estructura financiera fuerte y la estabilidad financiera de la Universidad.
	Apoyo de la alta dirección	La dirección universitaria consideró como una prioridad el relacionamiento de la universidad con el sector empresarial, principalmente por la formación académica del rector, que veía esta relación como un proceso fundamental para el fortalecimiento universitario. También el equipo de dirección contaba con experiencia en procesos de gestión de la tecnología e innovación que facilitaron la formalización del acuerdo.

		La planificación e implementación del acuerdo fue gestionado desde la dirección universitaria, como estrategia institucional, contando con la participación del equipo directivo central.
	Directrices de gestión de las alianzas	La institución no contaba, al iniciar la cooperación, con una estructura definida para la gestión de la cooperación tecnológica en la modalidad 'bajo el mismo techo', al tratarse de la primera alianza de este tipo que a nivel regional se desarrollaba.
Antecedentes de relacionamiento de la universidad con empresas	Existencia de alianzas previas entre los socios	La universidad en conjunto con el socio venía desarrollando actividades de investigación, en otras modalidades, proyectos en los cuales se habían logrado desarrollos tecnológico-relevantes. Esta tradición de investigación conjunta, facilitó la integración y la confianza para la construcción de un nuevo tipo de alianza.
Capacidades de los individuos y la institución universitaria	Capacidad de absorción	La habilidad de la universidad de generar tecnologías a partir de la transferencia de conocimiento multidisciplinar entre diferentes escuelas de la universidad y con organizaciones externas, incluso en el mismo sector del caso analizado, se hizo evidente en la generación de productos tecnológicos, protegido por patentes y por otros mecanismos.
	Capacidad de gestión	La universidad cuenta con procesos administrativos y de investigación definidos. un estatuto de propiedad intelectual y un equipo directivo con liderazgo institucional, que facilitó la planificación e implementación de la alianza.
	Capacidad financiera	La universidad dispone de recursos (personal técnico y administrativo, laboratorios y equipos) para aportar al presupuesto requerido para el desarrollo de la investigación.
	Capacidades de I+D	La universidad cuenta con profesores e investigadores de alto nivel, gran parte con estudios de doctorado, con amplia experiencia y experticia, reconocidos en el área a nivel académico e industrial. La universidad ofrece formación para la industria, integrando diferentes disciplinas que favorecen la I+D. La institución cuenta con grupos de investigación consolidados, reconocidos y con alta clasificación de Colciencias. La infraestructura tecnología para la investigación en la institución se compone de: laboratorios y equipo de última tecnología, amplias bases de datos científicas, licencias software requerido en la industria y equipos informáticos de supercomputación y cálculo científico. Además, cuenta con el Parque tecnológico Guatiguará. Las capacidades en I+D se evidencian en el número de solicitudes de patentes y publicaciones de alto impacto.
	Formación académica	Apoyo a la formación de estudiantes a nivel de pregrado, maestría y doctorado, con temas de investigación de la industria.

Intereses de los grupos involucrados al interior de la IES	Generación y fortalecimiento de la base de conocimiento	Fortalecimiento de capacidades científicas y tecnológicas de los grupos de investigación. Generación de nuevo conocimiento sobre la industria, que permitía a su vez el fortalecimiento de las actividades de formación.
	Contribución institucional	Contribución a los ejes misionales de la universidad y al desarrollo de todas las dimensiones del plan de desarrollo institucional. Fortalecimiento de las capacidades de investigación del personal, de los grupos de investigación y, por tanto, de la institución. La alianza contribuye a la acreditación institucional y de los programas académicos, en generación de capacidades y en indicadores de cumplimiento.
	Aplicación del conocimiento	Aplicación en ambiente relevante del conocimiento teórico generado o validar un desarrollo tecnológico.
	Impacto de la alianza	Fortalecer el sistema de innovación regional. Mayor posicionamiento de la universidad en desarrollo de tecnologías.
Factores	Aspectos clave	Caso alianza UIS
Percepción de los individuos de la universidad sobre la empresa		Propiciar la generación de otras alianzas de cooperación ‘bajo el mismo techo’ a nivel nacional.
	Obtención de financiamiento	Apoyo para auxilias estudiantiles, pasantías investigativas y estudios en el exterior para estudiantes y docentes. Adquisición de infraestructura tecnológica e insumos para investigación. Vinculación de personal científico y administrativo adicional para desarrollar actividades de investigación.
	Acceso a instalaciones tecnológicas.	Acceso a laboratorios y equipos del socio, que no se encuentran disponibles en la universidad.
	Equidad	Al interior de la universidad se tenía preocupación sobre temas de propiedad intelectual, tales como la repartición de los derechos patrimoniales de las tecnologías, regalías por uso de la tecnología por parte del socio y divulgación de los resultados de investigación.
	Prudencia del socio	Algunos miembros de la universidad reconocieron que el socio tenía un camino recorrido respecto a la gestión de la confidencialidad, y en la misma vía, algunos vieron esto como una restricción debido a que la divulgación científica sería limitada.
Confianza hacia el socio	Las relaciones previas con el socio contribuyeron a la generación de confianza persona-persona.	
Compresión de la asociación	A algunos de los ejecutores de las actividades de investigación les preocupaba que su contraparte no tuviera claridad sobre la diferencia entre contrato de investigación e investigación bajo el mismo techo.	

Capacidades del socio

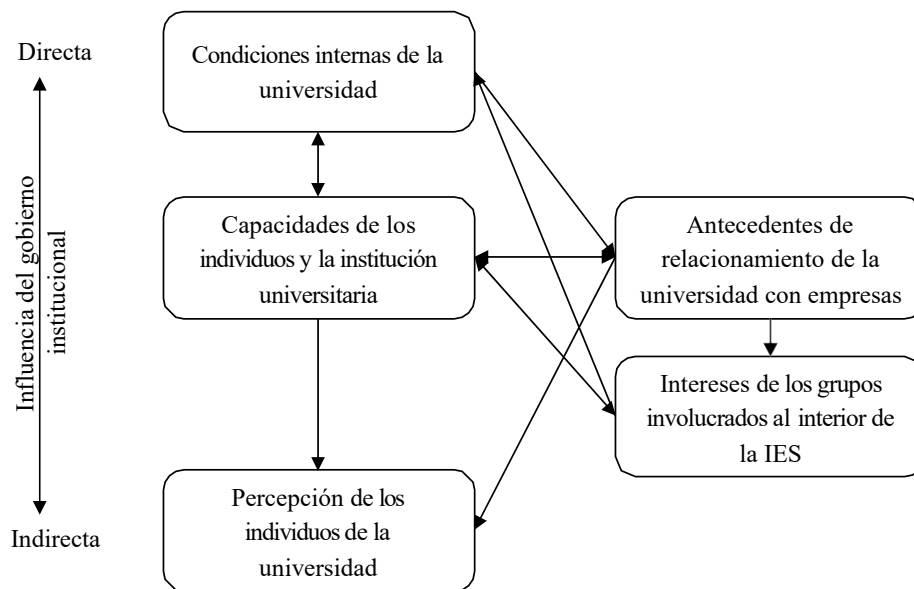
Al interior de la universidad se percibía al socio como una empresa con capacidad de gestión, capacidad financiera y con capacidades de I+D.

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión y análisis de resultados

Los resultados presentaron los factores internos a las organizaciones que influyen en la planificación, implementación y ejecución de las alianzas tecnológicas, exponiendo posteriormente aquellos, que desde la perspectiva de los actores, fueron claves en la consolidación y ejecución de una alianza regional entre la UIS y una empresa. Se encuentra que son cinco los factores relevantes, entre los cuales hay relaciones de dependencia y no son excluyentes. Así mismo que, algunos de estos pueden ser gestionados por la institución educativa generando un impacto directo y otros, relacionados con la cultura de las personas, indirecto (ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Influencia del gobierno de la universidad en los factores internos a las IES que determinan la cooperación



Fuente: Elaboración propia.

La administración institucional tiene gobierno directo sobre condiciones internas para mejorar los procedimientos y tiempos de gestión, la situación financiera y para crear directrices de gestión de las alianzas, emprendiendo acciones desde las áreas de trabajo que le permitan la estandarización y la flexibilidad de los procesos administrativos, que está relacionado con la calidad institucional. Respecto a la situación financiera, mediante el emprendimiento de estrategias para el logro de mayores ingresos (ej.: acreditación en alta calidad) y reducción de costos (ej.: análisis de cargas laborales). En relación con las capacidades de los individuos y la institución, también se tiene gobierno directo con el apoyo a la formación y vinculación de profesores- investigadores de alta formación y experiencia, la inversión en infraestructura de i+D y la generación de programas de apoyo a la investigación

interna; también sobre la capacidad relacional y capacidad de absorción mediante el incentivo y apoyo a la creación y participación en redes académicas y empresariales.

También la universidad tiene influencia indirecta sobre los antecedentes de relacionamiento con empresas, en la medida en que logre mejorar los procesos de gestión y desarrollo de colaboraciones, mediante seguimiento al logro de resultados y calidad de sus colaboraciones. También, con la inserción de los estudiantes satisfecho al mercado laboral, propiciando incentivos en la comunidad académica para la interacción con empresas y gestionando las relaciones institucionales desde las unidades de investigación y proyección social universitaria.

La institución tiene acción más limitada respecto a las percepciones de los individuos sobre las empresas y los intereses individuales de los miembros de la comunidad, toda vez que se refieren a aspectos humanos de la cultura de la organización. Sin embargo, la institución puede crear estrategias que promuevan la colaboración, tales como planes de comunicación y orientación de los incentivos laborales.

De otra parte, los factores identificados se encuentran relacionados. Las capacidades de los individuos y de la institución son claves en la generación de condiciones internas, pero tales condiciones internas a su vez impactan la generación de capacidades institucionales. Por ejemplo: la formación en investigación y la experiencia de colaboración de los individuos de la alta dirección, determinan el apoyo institucional hacia la colaboración I+D+i. A su vez, aspectos internos como la situación financiera de la IES y el apoyo de la alta dirección determinan la existencia de iniciativas orientadas al fortalecimiento de capacidades, como la formación o vinculación de profesores a alto nivel. En la misma vía, las capacidades desarrolladas por los individuos determinan los intereses en una colaboración, así como la percepción de hacia las empresas.

También, el relacionamiento previo con socios influye en la percepción de los individuos hacia la colaboración empresarial (propensión o aversión), así como los intereses de los grupos en la participación en alianzas. Las condiciones internas a la universidad, como la burocracia, la situación financiera y las directrices de gestión de las alianzas, pueden influir en la existencia histórica de vinculación empresarial. Así mismo, las condiciones internas orientan los intereses de los agentes institucionales.

Específicamente para el caso presentado de la alianza empresarial de la UIS, en comparación con las contribuciones de la literatura, se encontró que todos los factores principales identificados fueron relevantes en la consecución y ejecución de la alianza. En relación con el factor de condiciones internas, se encontró correspondencia con los resultados de la literatura; con respecto a la 'estabilidad organizacional' los involucrados en la investigación no hicieron mención del tema, esto podría indicar que la estabilidad podría afectar la consecución y desarrollo de una alianza de forma negativa si la universidad no cuenta con una sólida gestión, mas no de forma positiva si esta estabilidad existe.

Respecto a los intereses de los grupos involucrados al interior de la UIS, no se identificó como una motivación de la alianza para la comunidad universitaria acceder a socios estratégicos y tener relacionamiento con personas altamente calificadas. Referente al factor percepciones de los grupos involucrados, no se identificaron apreciaciones de los miembros de la institución educativa sobre el juicio, desempeño y cualificación técnica del socio. Considerando las capacidades de la UIS, los actores tampoco mencionaron la capacidad relacional como un aspecto determinante para la cooperación. Finalmente, en relación con los antecedentes de relacionamiento, fue relevante la interacción previa con el mismo socio, sin embargo, no se identificó que colaboraciones con otras organizaciones fueran claves para la

alianza estudiada.

5. Conclusiones

La cooperación universidad empresas se ve influenciada por factores del entorno, factores propios a la colaboración y factores propios a cada una de las organizaciones. Respecto a la última, en la literatura especializada se hace aportes que se categorizaron en cinco macro factores: condiciones internas, antecedentes de relacionamiento, capacidades de los individuos y la institución, intereses de los grupos involucrados y percepción de los individuos. Estos elementos están relacionados entre sí, principalmente se encuentra que las capacidades de los individuos y de la institución son determinantes para los otros cuatro factores identificados. En consecuencia, las iniciativas que busquen favorecer la cooperación con empresas se deben enfocar, desde el interior de las IES, a la consolidación y fortalecimiento de las capacidades de los individuos (capacidad de absorción, capital relacional y capacidades de I+D) y de la institución (capacidad de gestión, capacidad financiera, capital relacional y capacidades de I+D).

La gestión universitaria tiene diferentes niveles de gobierno sobre los cuatro factores internos clave para la vinculación con las empresas, de mayor a menor influencia se tiene en: condiciones internas, capacidades de los individuos y la institución, antecedentes de relacionamiento, intereses de los grupos involucrados y percepción de los individuos. Por lo cual, un conjunto de las estrategias para mejorar la colaboración debe estar orientada a promover en la cultura de la institución sobre la propensión hacia la colaboración en el sector productivo.

Se encuentra que los factores internos clave de la alianza regional de la UIS con una empresa guarda relación con los hallazgos de la literatura. Los aspectos sobre los cuales no se identifica influencia son: Estabilidad organizativa, percepción sobre el juicio, desempeño y cualificación del socio, la capacidad relacional, el interés por acceder a socios estratégicos y tener relacionamiento con personas altamente calificadas y el relacionamiento previo con otras organizaciones.

Este estudio contribuye a orientar los programas, proyectos o actividades enfocadas a la creación de alianzas para la I+D+i de las universidades con empresas, presentando los factores clave que son susceptibles de causar éxito o fracaso en cooperaciones, indicando que la forma en que estos pueden influir varía según las características particulares de cada vinculación. Estos factores deben y pueden ser gestionados en diferentes niveles por las unidades gestoras de vinculación con el sector productivo en las universidades.

6. Referencias

- Araújo, A., & Teixeira, A. (2013). Determinants of international technology transfer: an empirical analysis of the Enterprise Europe Network. *FEP Economics And Management*, 9(3), 120–134.
- Arenas, P., Quiroz, S., Arias, C., & Mantilla, A. (2017). Performance factors of university-industry R+D+I cooperations: Determinants of an open innovation organizational strategy. En *CONIITI 2017* (p. 6). Bogotá D.C.: IEEE. doi: 10.1109/CONIITI.2017.8273360
- Arenas, P., Rodríguez, D., Uribe, M. P., & Arias, C. (2017). La gestión del conocimiento en alianzas de cooperación tecnológica: un proceso de sistematización de experiencias. En *Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2017* (p. 15). Universidad Externado de Colombia. Recuperado de <http://administracion.uexternado.edu.co/encuentroInvestigacion/plantillas/2017/MemoriasEncuentroInvestigacion2017.pdf>
- Barnechea, M., & Morgan, M. de la L. (2010). La sistematización de experiencias: producción de conocimientos

- desde y para la práctica. *Revista Tendencias & Retos*, 1(15), 97-107.
- Barnes, T., Pashby, I., & Gibbons, A. (2002). Effective university - Industry interaction: A multi-case evaluation of collaborative R&D projects. *European Management Journal*, 20(3), 272–285. doi: 10.1016/S0263- 2373(02)00044-0
- Beck, R., Gregory, R. W., & Marschollek, O. (2015). The Interplay of Institutional Logics in IT Public-Private Partnerships. *The Data Base for Advances in Information Systems*, 46(1), 24–38. doi: 10.1145/2747544.2747547
- Bercovitz, J. E. L., & Feldman, M. P. (2007). Fishing upstream: Firm innovation strategy and university research alliances. *Research Policy*, 36(7), 930–948. doi: 10.1016/j.respol.2007.03.002
- Bölling, M., & Eriksson, Y. (2016). Collaboration with society: The future role of universities? Identifying challenges for evaluation. *Research Evaluation*, 1–10. doi: 10.1093/reseval/rvv043
- Brinkerhoff, J. M. (2002). Assessing and improving partnership relationships and outcomes: a proposed framework. *Evaluation and Program Planning*, 25(3), 215–231. doi: 10.1016/S0149-7189(02)00017-4
- Carvalho, A. C. S., & Carrizo, A. (2015). Open innovation profile in small and medium-sized firms . The perspective of technology centres and business associations António Carrizo Moreira *. *Int. J. Innovation and Learning*, 18(1), 4–22. doi: 10.1504/IJIL.2015.070242
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. (H. B.S. Press., Ed.). Cambridge, Massachusetts.
- Christoffersen, J. (2013). Cooperation in international strategic alliances and impact on host economies: knowledge transfer and diffusion to local firms. *European Journal of Development Research*, 25(4), 518–536. doi: 10.1057/ejdr.2013.26
- Davey, T., Baaken, T., Muros, V., & Meerman, A. (2011). Barriers and Drivers in European University-Business cooperation. In *The State of European University-Business Cooperation. Final Report - Study on the cooperation between Higher Education Institutions and public and private organisations in Europe* (p. 18). European Commission.
- Davis, D. D., Bryant, J. L., & Zaharieva, J. (2013). Leadership relationships between center directors and university administrators in cooperative research centers: a multilevel analysis. In *Cooperative Research Centers and Technical Innovation* (pp. 149–173). New York, NY: Springer New York. doi: 10.1007/978-1-4614-4388-9_7
- De Man, A. P., & Duysters, G. (2005). Collaboration and innovation: a review of the effects of mergers, acquisitions and alliances on innovation. *Technovation*, 25(12), 1377–1387. doi: 10.1016/j.technovation.2004.07.021
- Dos Santos, M. E. R., & Torkomian, a L. V. (2013). Technology transfer and innovation: the role of the Brazilian TTOs. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 12(1), 89–111. doi: 10.1386/tmsd.12.1.89
- Elmuti, D., Abebe, M., & Nicolosi, M. (2005). An overview of strategic alliances between universities and corporations. *Journal of Workplace Learning*, 17(1/2), 115–129. doi: 10.1108/13665620510574504
- Farinha, L., Ferreira, J., & Gouveia, B. (2016). Networks of innovation and Competitiveness: a Triple Helix case study. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(1), 259–275. doi: 10.1007/s13132-014-0218-3
- Feng, C., Ding, M., & Sun, B. (2011). A comparison research on industry-university-research strategic alliances in countries. *Asian Social Science*, 7(1), 102–105. doi: 10.5539/ass.v7n1p102
- Gassmann, O., & Enkel, E. (2004). Towards a theory of open innovation: three core process archetypes. In *R&D management conference (RADMA)*, 1–18. doi: 10.1.1.149.4843
- Grimaldi, M., Quinto, I., & Rippa, P. (2013). Enabling Open Innovation in Small and Medium Enterprises : A Dynamic Capabilities Approach. *Knowledge and Process Management*, 20(4), 199–210. doi: 10.1002/kpm
- Grochowski, E., Hoos, E., Waitzinger, S., Spath, D., & Mitschang, B. (2015). Web-based collaboration system for interdisciplinary and interorganizational development teams : case study. In *The 23rd International Conference on Production Research*. Manila, Philippines: Philippine Institute of Industrial Engineers (PIIE).
- Han, J. S., & Lee, S. Y. T. (2013). The impact of technology transfer contract on a firm's market value in Korea. *Journal of Technology Transfer*, 38(5), 651–674. doi: 10.1007/s10961-012-9257-8

- Healy, A., Perkmann, M., Goddard, J., & Kempton, L. (2014). *Measuring the impact of university-business cooperation. European Union final Report* (European U). Luxembourg: European Union. Report number: NC- 02-14-337-EN-N
- Huang, H., & Li, L. (2011). Empirical research on enterprise technology alliance knowledge transfer to promote the development of high technology industry. *2011 International Conference on Management and Service Science*, 1–4. doi:10.1109/ICMSS.2011.5998911
- Kastelli, I., Caloghirou, Y., & Ioannides, S. (2004). Cooperative R&D as a means for knowledge creation. Experience from European publicly funded partnerships. *International Journal of Technology Management*, 27(8), 712. doi:10.1504/IJTM.2004.004990
- Khamseh, H. M., & Jolly, D. R. (2006). Identifying and classifying the determinant factors of knowledge transfer in strategic alliances. In *PICMET 2006 Proceedings* (pp. 273–281). Istanbul, Turkey.
- Kim, C., & Song, J. (2007). Creating new technology through alliances: an empirical investigation of joint patents. *Technovation*, 27(8), 461–470. doi: 10.1016/j.technovation.2007.02.007
- Koschatzky, K., & Stahlecker, T. (2010). The emergence of new modes of R&D services in Germany. *The Service Industries Journal*, 30(5), 685–700. doi: 10.1080/02642060802253884
- Lichtenthaler, U., & Lichtenthaler, E. (2010). Technology Transfer across organizational boundaries: absorptive capacity and desorptive capacity. *California Management Review*, 53(1), 154–170. doi: 10.1525/cmr.2010.53.1.154
- Liu, H. (2012). Study on industrial generic technology R&D organization model Based on the background of collaborative innovation. In *2012 3rd International Conference on System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization* (pp. 253–257). Chengdu, China: Institute of Electrical and Electronics Engineers. Lockett, N., Cave, F., Kerr, R., & Robinson, S. (2009). The influence of co-location in higher education institutions on small firms' perspectives of knowledge transfer. *Entrepreneurship and Regional Development*, 21(3), 265–283. doi: 10.1080/08985620802279973
- Lyne, M. B. (2007). Research institutes have become industry partners. *Research Technology Management*, 50(4), 42–48. doi: 10.1080/08956308.2007.11657450
- Mantilla, A., Mogollon, L., Meneses, J., Santos, N., Arenas, P., Moreno, M., ... Becerra, L. (2017). Experiencia positiva de codesarrollo e investigación aplicada bajo el mismo techo. In *Quinto Congresos Internacional de gestión tecnológica y de la Innovación*.
- Matt, M., & Wolff, S. (2004). Incentives, coordination and learning in government-sponsored vs. spontaneous inter-firm research cooperation. *International Journal of Technology Management*, 27(8), 694–711. doi:10.1504/IJTM.2004.004989
- Morandi, V. (2013). The management of industry-university joint research projects: How do partners coordinate and control R&D activities? *Journal of Technology Transfer*, 38(2), 69–92. doi:10.1007/s10961-011-9228-5
- Olaru, M., Dinu, V., Keppler, T., Mocan, B., & Mateiu, A. (2015). STUDY ON THE OPEN INNOVATION PRACTICES IN ROMANIAN SMEs. *New Trends in Sustainable Business and Consumption AE*, 17(9), 1129–1142.
- Perkmann, M., Neely, A., & Walsh, K. (2011). How should firms evaluate success in university-industry alliances? A performance measurement system. *R and D Management*, 41(2), 202–216. doi: 10.1111/j.1467-9310.2011.00637.x
- Roijakkers, N. (2013). Open innovation practices in SMEs and large enterprises. *Small Bus Econ*, 41, 537–562. doi: 10.1007/s11187-012-9453-9
- 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 & Strategic Management*, 17(1), 89–103. doi: 10.1080/09537320500044750
- Santoro, M. D., & Chakrabarti, A. K. (2002). Firm size and technology centrality in industry–university interactions. *Research Policy*, 31(7), 1163–1180. doi: 10.1016/S0048-7333(01)00190-1
- Sæther, B., Isaksen, A., & Karlsen, A. (2011). Innovation by co-evolution in natural resource industries: The Norwegian experience. *Geoforum*, 42(3), 373–381. doi: 10.1016/j.geoforum.2011.01.008
- Schall, D. (2014). A multi-criteria ranking framework for partner selection in scientific collaboration environments. *Decision Support Systems*, 59(1), 1–14. doi: 10.1016/j.dss.2013.10.001

- Sherwood, A. L., & Covin, J. G. (2008). Knowledge acquisition in University–Industry Alliances: an empirical investigation from a learning theory perspective. *Journal of Product Innovation Management*, 25(812), 162–179. doi: 10.1111/j.1540-5885.2008.00292.x
- Suh, Y., & Kim, M. (2013). Effects of SME collaboration on R&D in the service sector in open innovation. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 14(3), 37–41. doi: 10.5172/impp.2012.14.3.349
- 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. doi: 10.1111/1467-8551.00375
- Trencher, G., Yarime, M., McCormick, K. B., Doll, C. N. H., & Kraines, S. B. (2014). Beyond the third mission: Exploring the emerging university function of co-creation for sustainability. *Science and Public Policy*, 41(2), 151–179. doi: 10.1093/scipol/sct044
- Vega-González, L. R., Nairn, J., Stiles, B., & Ascanio, G. (2012). International private-public collaboration for technology development and knowledge generation: the development of an automatic moulding press. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 8(3), 278. doi: 10.1504/IJTIP.2012.048574
- Villasana, M. (2011). Fostering university–industry interactions under a triple helix model: the case of Nuevo Leon, Mexico. *Science and Public Policy*, 38(1), 43–53. doi: 10.3152/030234211X12924093659996
- Weiss, J., Keen, S., & Kliman, S. (2006). *Managing Alliances for Business Results Lessons: Learned from Leading Companies*. (Vantage Partners, Ed.). Boston, Massachusetts.
- Whipple, J. M., & Frankel, R. (2000). Strategic Alliance Success Factors. *The Journal of Supply Chain Management*, 36, 21–28. doi: 10.1111/j.1745-493X.2000.tb00248.x
- Wynarczyk, P., Piperopoulos, P., & Mcadam, M. T. (2013). Open innovation in small and medium-sized enterprises: An overview. *International Small Business Journal*, 31(3), 240–255. doi: 10.1177/0266242612472214
- Xiao, Y. y Huang, Y. (2011). The impact of relational embeddedness to intellectual property risks in industry-university-institute cooperation. *2011 Fourth International Conference on Business Intelligence and Financial Engineering*, IEEE, 175–179. doi: 10.1109/BIFE.2011.131

Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO na Geração e Transferência de Tecnologias: uma Análise com base nos Indicadores de Produção de Artigos, Patentes e Spin-Offs

Herus Orsano Machado
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
herus.machado@ifma.edu.br

Rafaela Cajado Magalhães
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
rafaela.cajado0105@gmail.com

Elda Fontinele Tahim
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
fontineletahim@gmail.com

Domingos Albano Matos de Menezes
Universidade Estadual do Ceará - UECE, Brasil
jrnumeral@gmail.com

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

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo analisar o desempenho da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO com base na geração de patentes, a produção bibliográfica, Transferência de Tecnologias e a criação de *spin-offs*. A partir disso, foi realizado um panorama do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO, da quais pode-se aferir pelos resultados que as diferentes categorias de TT, quando analisadas em conjunto representam o real perfil de transferência de tecnologia nessas instituições vinculadas ao programa, onde os índices de desempenho dos dois pontos focais estudados (UECE e UFPB) apresentaram divergências em todas as categorias, devendo-se destacar a produção acadêmica e a geração de patentes como as que mais diferiram. Pôde-se concluir, de forma geral, que o RENORBIO apresenta um importante impacto para a produção científica e acadêmica em biotecnologia.

Palavras-chave

Transferência de Tecnologia; *Spin-offs*; Licenciamento de patentes.

1. Introdução

O Brasil no âmbito do desenvolvimento tecnológico, no que tange ao relacionamento Universidade-Empresa se difere de outros países, apresentando uma relação ainda em construção em virtude da legislação recente, conhecida como Lei de Inovação nº 10.973/04

(SANTOS; TOLEDO; LOTUFO, 2009).

Contudo percebe-se avanços no que se refere à ciência, tecnologia e inovação a partir da promulgação da Lei da Inovação, sancionada em 2004 e, mais recentemente, do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243 de 2016) que cria mecanismos para regulamentar as atividades de pesquisa desenvolvidas nas Instituições de Ciência e Tecnologia- ICT, a prestação serviços e as parcerias entre Universidade- Empresa, bem como as atividades de proteção à propriedade intelectual, comercialização e/ou licenças, à transferência das tecnologias e de conhecimento, dentre outras funções à política institucional de inovação (Nazareno, 2016; Silva, 2016;Torkomian, 2009). Neste contexto, agrega-se ao papel tradicional da universidade, de ensino, de geração e difusão de conhecimento e inovações, a necessidade de alinhar a pesquisa às demandas da sociedade (ALVES; OLIVEIRA, 2014).

As pesquisas desenvolvidas nas universidades, geralmente, resultam em artigos científicos, depósitos de patentes que podem ser passíveis de transferência por meio de licenciamento para o setor produtivo ou por criação de *spin-offs*. Entretanto, existem tipologias de Transferência de Tecnologia (TT) desde a troca de conhecimentos informais até a concretude de contratos de pesquisa e complexo contrato de licenciamento da Propriedade Intelectual-PI (Alves e Oliveira 2014). Contudo, o licenciamento de patentes é considerado por alguns autores a forma precípua de TT, pois esse processo gera ganhos sociais, pois ao registrar uma patente o inventor apresenta a planta do produto ou serviço exclusivo podendo originar novas invenções a partir daquele desenho industrial (OLIVEIRA; FREY; EDRMANN, 2018; ALVES; OLIVEIRA 2014; PÓVOA; RAPINI, 2010 MOEN; GULBRANDSEN, 2006; SORENSEN; CHAMBERS, 2008)

Neste contexto, os programas de pós-graduação das universidades, em especial, públicas são fundamentais no processo de transferência de tecnologia, tendo em vista que são neles onde ocorre a maior parte das pesquisas e geração de tecnologia e inovação do Brasil. Dada a sua importância, o Governo Federal brasileiro criou vários planos para o desenvolvimento desses programas e enfatizou, no IV Plano Nacional da Pós-Graduação – PNPg (2005-2010), a necessidade de integrar a pós-graduação ao sistema de ciência e tecnologia e ao “setor produtivo” como fator estratégico para o desenvolvimento econômico do país, com foco principal no atendimento das prioridades nacionais (Oliveira e Fonseca 2010; ALVES; OLIVEIRA, 2014; BRASIL, 2005).

Dentre os programas de pós-graduação que vem se expandindo no país estão as redes de pesquisa em diversas áreas de conhecimento entre quais se destaca a Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO que possui dentre os seus objetivos disseminar e aplicar o conhecimento em biotecnologia de modo a incentivar o desenvolvimento tecnológico da região (RENORBIO, 2019). Essa rede envolve cerca de 200 pesquisadores, estando presente em 9 estados da Região Nordeste e mais o Espírito Santo e conta ainda com 30 instituições associadas, voltadas ao desenvolvimento científico e tecnológico nesta área.

A RENORBIO desenvolve recursos humanos para que estes transformem o conhecimento em tecnologia por meio de patentes que fomentem a produtividade da região nesse campo do conhecimento (SOLAR; QUINTELLA, 2011). O Objetivo principal dessa rede é usar os sistemas biológicos, organismos vivos ou derivados destes, para fabricar ou modificar produtos ou processos (RENORBIO, 2018). Como isso, o programa de doutorado da rede, além de formação de recursos humanos para o desenvolvimento científico e tecnológico, foca na geração e transferência de tecnologias, orientando para que as pesquisas desenvolvidas gerem patentes e *spin-offs*, contribuindo para o desenvolvimento regional do país. Essas

reflexões iniciais remetem ao seguinte questionamento: Qual o desempenho da RENORBIO na Transferência de Tecnologias - TT por meio da geração de patentes, produção bibliográfica e criação de *spin-offs*, tendo em vista ser estes seus propósitos? A partir dessa indagação, essa pesquisa tem como objetivo analisar o desempenho da RENORBIO com base na geração de patentes, a produção bibliográfica, TT e a criação de *spin-offs*.

2. Transferência de Tecnologia no Contexto dos Programas de Pós-Graduação

2.1 Conceito de Transferência de Tecnologia (TT)

As discussões acerca do conceito e aplicabilidade do termo Transferência de Tecnologia (TT) não são novas, e tiveram início com a pesquisa e a difusão de tecnologia realizada por cientistas sociais europeus e rapidamente tornou-se tema importante de estudo de diversos pesquisadores (ROGERS, 1995, BLAKENEY, 1989; JOHNSON, GATZ E HICKS, 1997). Mais recentemente surgiram novos conceitos a partir de estudos realizados por Bozman (2000; Rogers *et al.* 2001), Buratti e Penco (2001) e Pérez e Sánchez (2003) que definem TT com um tipo especial de processo de comunicação entre uma organização de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) emissor, que desenvolve a tecnologia por possuir conhecimentos técnicos especializados, e uma organização receptora. Parker e Zilberman (1993, p.89) interpretam a TT de forma mais ampla ao considerarem com um processo pelo qual o conhecimento básico, a informação e as inovações são transferidas de uma universidade, de um instituto ou de um laboratório governamental para um indivíduo ou para empresas nos setores privados.

Corroborando com essa visão, Bozman (2000) ressalta que o foco somente no produto não é suficiente para o estudo de TT, uma vez que não é apenas este que é transferido, mas também o conhecimento da sua utilização e aplicação. Esse processo de transmissão dentro de uma conjuntura de TTUE (transferência de tecnologia entre universidade e empresas) se estrutura de formas diferentes a depender da relação entre as organizações, podendo ser uma relação informal: caracterizada por uma comunicação oral com nível superficial de TT ou uma relação formal, através da realização de consórcios de pesquisas, que podem alcançar o processo de licenciamento de patentes (GILSING *et al.*, 2011. DIAS; PORTO, 2013; PARKER; ZILBERMAN, 1993).

2.2 Os mecanismos de Transferência de Tecnologia

Considerando a regulamentação da TT e os incentivos governamentais necessários para o efetivo sucesso do processo de Transferência de Tecnologia, Dias e Porto (2013) destacam que a eleição dos mecanismos de transferências deve considerar duas características: “o objetivo da aquisição” e “o horizonte do tempo”. Nesse contexto, entende-se que o licenciamento de patentes e a produção bibliográfica (artigos) estão em duas vertentes opostas quanto às características descritas, já que, o período necessário para a efetivação do licenciamento de uma patente entre a Universidade e empresa é demasiadamente superior quando comparado ao processo de publicação de artigos científicos.

Diferentes mecanismos podem ser usados na TT entre U-E e vai depender de suas motivações e dos recursos disponíveis. Embora a descrição dos modelos essenciais de TT sejam representada pelo licenciamento de patentes e pela criação de *spin-offs* é importante destacar que existem diversos métodos de Transferências de Tecnologias e conhecimentos (CLOSS E FERREIRA, 2012; DIAS E PORTO, 2013, LEE e WIN 2004), tais como:

treinamentos profissionais e educacionais, consultorias técnicas e publicações acadêmicas.

Para Póvoa e Rapini (2010) a formas de TT mais utilizadas pelos brasileiros, registradas no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), resumem-se a publicações acadêmicas, relatórios técnicos, consultorias e treinamentos profissionais. Os autores ainda destacam que o licenciamento de patentes é uma das estratégias de TT menos utilizadas no país, o que pode explicar, em partes, o perfil da cultura brasileira de inovação. Entretanto, esta pesquisa usará a geração de patente e suas transferências, a produção de conhecimento científico (artigos) e a criação de *spin-offs* acadêmicas, representadas por empresas que nascem a partir do ambiente acadêmico, como fruto do desenvolvimento de tecnologias oriundas de pesquisas científicas realizadas no âmbito das universidades.

Dentre os indicadores de desempenho da ciência brasileira está o número de publicações em revistas catalogadas em diversas bases, sendo, a forma mais eficiente de comunicar e difundir os resultados de pesquisas, além de representar garantia da propriedade intelectual do autor, e também permitir a avaliação e o (re) conhecimento pelos pares (LETA, 2011; BICALHO E FERREIRAS/d). Uma vez que os novos conhecimentos gerados nessas pesquisas acadêmicas e sua difusão têm repercussões não apenas na comunidade científica nacional, mas também podem ser usadas como medida para o avanço científico do país em relação à comunidade internacional.

A transferência de tecnologia por meio da concessão de patentes é caracteriza como um direito legal de propriedade sobre uma invenção, assegurado pelos escritórios de patentes nacionais, conferindo ao seu detentor direitos exclusivos, por um certo período, para explorar a invenção patenteada (OCDE, 2005). No âmbito científico, uma patente é considerada o ponto culminante de atividades de pesquisa e desenvolvimento. Desta forma, a informação de patente constitui uma ponte entre os resultados dos processos de pesquisa e desenvolvimento (P & D) e sua potencial utilização econômica (WISLA, 2017). Por este motivo, as patentes têm sido identificadas e utilizadas frequentemente como uma medida indireta das atividades tecnológicas e inovadoras em nível empresarial, setorial e nacional.

Uma das principais vantagens do uso dos dados de patentes é a capacidade corporativa que elas podem representar sobre a geração de inovação. (BESSANT; TIDD, 2009). Nesse aspecto, as estatísticas de patentes podem fornecer, com toda sua riqueza de informação técnico- econômica, grande conhecimento sobre as atividades de inovação, enquanto disponibiliza a informação mais recente sobre o Estado da arte e, ainda, oferece informações de caráter legal e comercial (PIMENTA, 2017; FRANÇA, 2014).O número de patentes é, portanto, internacionalmente considerado como um dos indicadores relevantes para avaliar a capacidade de conversão de conhecimento de uma determinada instituição (ZAHRA; VAN DE VELDE; LARRANETA, 2007; SOUSA-GINEL; FRANCO-LEAL; CAMELO-ORDAZ, 2017).

A gestão da inovação dentro das Universidades é essencial para determinar os modelos de TT mais utilizados por essas instituições (CLOSS E FERREIRA, 2012; DIAS E PORTO, 2013). Para a atuação desse tipo de gestão nas universidades, foram criados os Núcleos de Inovações Tecnológicas (NITs) amparado pela Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004, que têm a função de atuar no gerenciamento de recursos e processos que viabilizem as transferências de tecnologias entre as universidades e as empresas, sendo responsáveis pela atuação de todos os componentes interligados durante esse processo (DA SILVA, 2016).Segundo Benedetti (2010), os NITs desempenham o papel de intermediadores entre o ambiente de desenvolvimento da pesquisa (ICTs) e o ambiente externo. Assim, a atuação dos NITs fomenta

a criação de um ambiente propício e mecanismos de transferência de tecnologia e proteção do conhecimento, desenvolvidos nos ambientes das universidades e centros de pesquisas, passando a ser o interlocutor na relação de interação universidade-empresa.

3. Metodologia

A presente pesquisa foi natureza descritiva e exploratória com base em uma abordagem quantitativa, uma vez que para atender o objetivo da pesquisa, essa abordagem possibilitará o emprego de estratégias de investigação que envolve coleta e tratamento de dados com informações numéricas e de texto (CRESWELL, 2007).

Segundo Hair Jr. *et.al* (2005) a pesquisa exploratória consiste na investigação de uma temática pouco explorada, até então. Já a pesquisa descritiva visa a descrição do objeto de estudo pesquisado, sem interferir para alterá-lo (VERGARA, 2014). Quanto aos meios de investigação, a pesquisa foi do tipo documental, utilizando técnicas de mineração de dados a partir de fontes escritas, secundárias, contemporâneas e/ou retrospectiva (Marconi; Lakatos, 2003). Por meio dessa técnica obteve-se dados referentes às tecnologias protegidas pelo RENORBIO e os trabalhos científicos publicados pelos pesquisadores que possuem vínculo acadêmico com o programa, utilizando-se a base de dados da Plataforma Sucupira – CAPES, dados do relatório disponível no site oficial do RENORBIO, documentos dos NITs das Universidades que compõem a REDE, dados disponibilizados pelas coordenações dos pontos focais de programa e informações oriundas das *spin-offs*.

Buscou-se catalogar o número de patentes do programa no período de 2010 a 2017, o título das patentes, as áreas de concentração, os autores principais e o ano de depósito das mesmas no INPI, por meio do relatório disponível no site oficial do RENORBIO. Já na Plataforma Sucupira buscou-se dados referente à publicação de artigos científicos dos pesquisadores da rede, considerando o ano (2010-2017), o estrato da publicação no campo de produção “Bibliográfica”.

Foi realizado um levantamento junto aos Núcleos de Inovações Tecnológicas (NITs) presentes nos 10 pontos focais - Universidades vinculadas à RENORBIO, buscando também analisar informações relacionadas ao depósito, concessão, licenciamento e arquivamento das patentes depositadas por cada instituição. Bem com os dados referentes à criação de *spin-offs* no Programa. A partir daí, fez-se uma busca online nos sites das empresas identificadas para verificação de informações, como: se os discentes ou egressos RENORBIO atuavam em cargos de liderança ou na sociedade dessas empresas; o ano de criação das empresas; a área de atuação das mesmas e o tipo de serviço ou produto fornecido por elas.

Com base em dados quantitativos de patentes e artigos publicados, analisaram-se dois pontos focais vinculados ao Programa: Universidade Estadual do Ceará e Universidade Federal da Paraíba. Tais objetos de estudo foram selecionados por disponibilizarem dados suficientes para análise, viabilizando a determinação dos indicadores de desempenho nos referidos pontos focais. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva simplificada (gráficos tabelas) e com o objetivo de medir a taxa de conversão das pesquisas científicas em inovações tecnológicas nos pontos focais avaliados, utilizando-se a seguinte fórmula: Patentes Depositadas/Publicações.

4. Análise e Discussão dos Resultados

4.1 A produção científica da RENORBIO

A Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO desde sua criação em 2004 até o ano

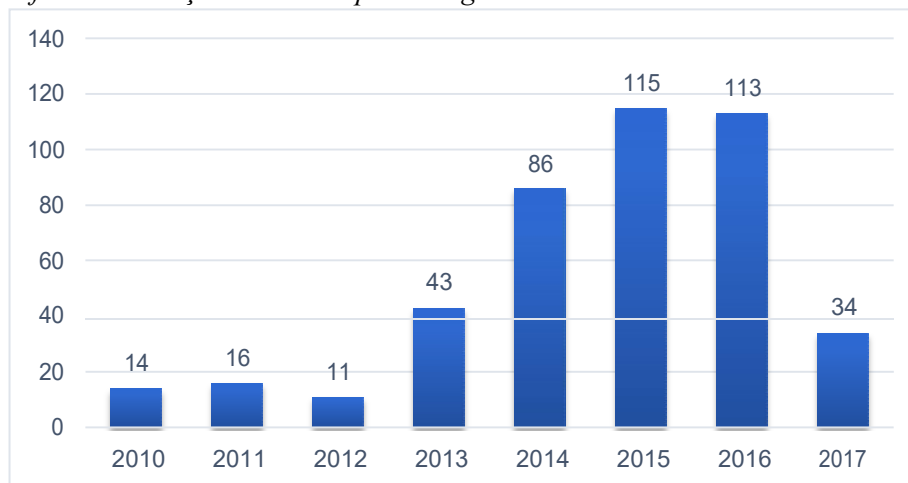
de 2017 apresenta os seguintes números: 865 alunos matriculados, 722 teses defendidas, 7.496 artigos em periódicos, 737 patentes submetidas e 13 empresas fundadas por egressos do RENORBIO ou que possuem egressos em suas sociedades.

A respeito dos indicativos de spin-offs acadêmicas advindas da RENORBIO, sabe-se que elas não representam o número total de empresas divulgado acima, já que, algumas haviam sido fundadas fora do ambiente acadêmico e antes da criação da RENORBIO, o que não corresponde ao conceito de spin-offs acadêmicas, na visão de Chaym; Benayon; De Melo; Moreira (2018) e Renault (2010), que são representadas por empresas que nascem a partir do ambiente acadêmico.

Diante do exposto, de acordo com dados documentais do Programa, 10 é o número do spin-offs acadêmicas oriundas da rede, onde 7 empresas atuam no desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos, majoritariamente nas áreas da biotecnologia em agropecuária e biotecnologia em saúde. Além dessas, 3 spin-offs atuam nas seguintes áreas: consultoria e assessoria de propriedade intelectual e consultoria em legislação ambiental e biotecnológica. Neste caso, a criação de spin-offs acadêmicas pelo Programa, no período analisado é insignificante, considerando o número de teses defendidas, considerando que somente 1,4% das teses resultou em spin-offs acadêmicas.

Sobre as tecnologias produzidas, das 737 patentes oriundas de pesquisas desenvolvidas no âmbito da RENORBIO e registradas na plataforma sucupira, só foi possível identificar informações de 432 patentes, por meio dos números de registros disponíveis no site da RENORBIO. Com base neste número tem-se as patentes depositadas por ano entre o período de 2010 e 2017 (Gráfico 1), em que se verifica um crescimento significativo, a partir de 2013, na produção de patentes, demonstrando o progresso científico e tecnológico do Programa, e validando a importância das estatísticas de patentes para a TT, já que elas fornecem um amplo conhecimento sobre as atividades de inovação, por meio do fornecimento de informações técnicas, legais e comerciais. (PIMENTA, 2017; ARAÚJO, 1984; FRANÇA, 2014). O cenário exposto pelo número de artigos publicados e o número de patentes depositadas demonstram o processo de consolidação em que a RENORBIO se encontra, desenvolvendo a cada ano um número maior de pesquisas científicas passíveis de gerar vários métodos de Transferência de Tecnologia para a rede.

Gráfico 1: Evolução anual das patentes geradas no âmbito da RENORBIO.

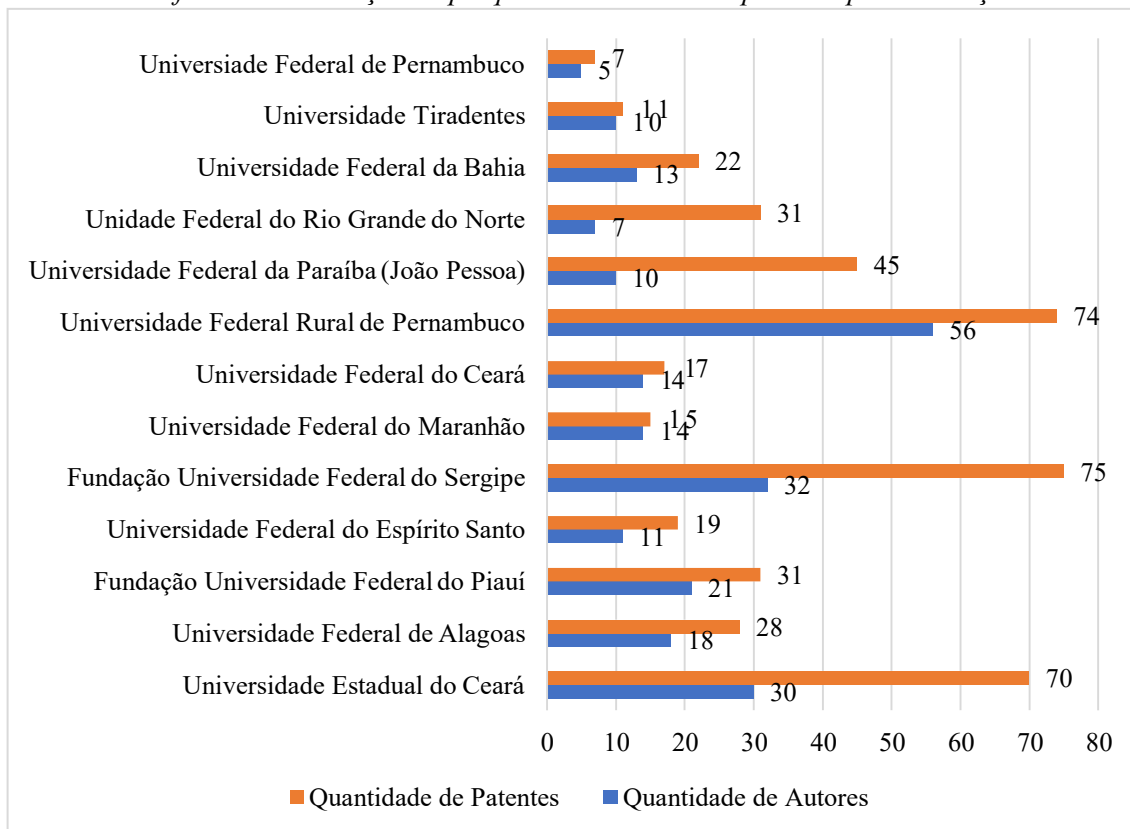


Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados disponíveis no site oficial do RENORBIO, 2019.

Em contrapartida a esse crescimento, observa-se ainda que entre os anos de 2016 e 2017 houve uma queda expressiva na produção de patentes no Programa. Essa situação pode estar relacionada a fatores externo e interno à rede, entre eles, pode-se destacar a crise política e financeira do país, como fator externo, que inviabilizou a liberação de expressivos recursos financeiros para a fomentação da pesquisa científica. Por outro lado, o elevado número de doutores, já formados pelo Programa, indica uma discussão à respeito da possível saturação de determinadas temáticas científicas, que pode ser abordada em estudos futuros sobre a rede.

Quando se analisa as patentes depositadas por instituições e por autor percebe-se que a Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE é a que apresenta a maior concentração do nº de patentes intitulada pelos mesmos inventores, seguida de forma simultânea pela Universidade Federal de Sergipe-UFSE, Universidade Estadual do Ceará-UECE e Universidade Federal da Paraíba (Gráfico 2). Com exceção da UFRPE, UECE e UFSE a maioria das titularidades das patentes estão concentradas em poucos pesquisadores do Programa que atuam como inventores principais destas, especialmente na Universidade Federal da Paraíba- UFPB. Ou seja, a UFPB é a que tem mais depósitos de patentes por Autor (4,5 patentes em média por autor), seguida pela UFRGN (4.4 patentes em média), da UFSE (2,34 patentes em média) e da UEAL (2,3 patentes em média por autor). Demonstrando, portanto, que a maior concentração é na UFPB que apresenta o maior número de patente por pesquisador. Resta saber, no entanto, se são patentes independentes ou se são adição a patente já existente, realizada pelo mesmo autor.

Gráfico 2: Distribuição de pesquisadores e número patentes por instituição



Fonte: Elaborados pelos autores, com base nos dados disponíveis no site oficial RENORBIO, 2019.

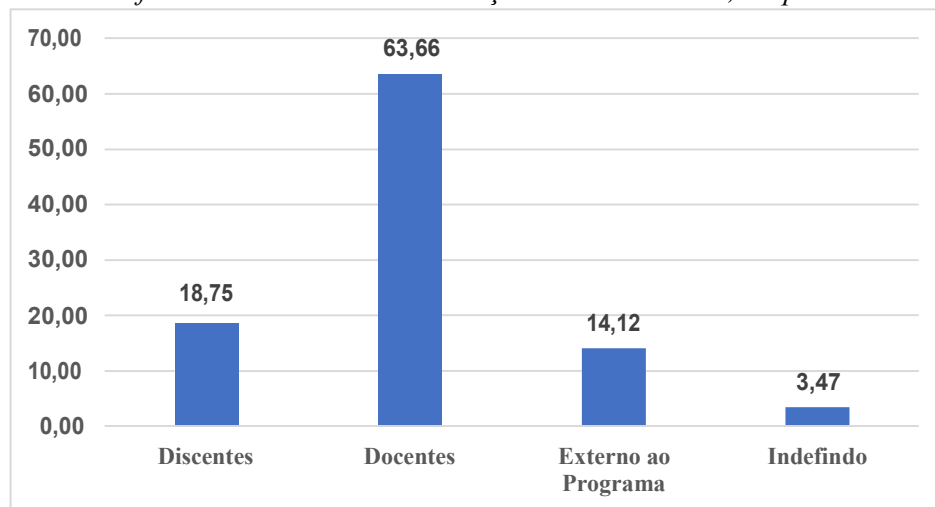
Esses valores podem demonstrar também que a rede precisa incorporar de forma mais

eficiente os professores/pesquisadores, vinculados a seus pontos focais, no intuito de desenvolver um maior número de pesquisas em parcerias, e como consequência gerar tecnologias patenteáveis no nome de pesquisadores que ainda não possuem registros de depósito de patentes como fruto de suas pesquisas. Ademais, percebe-se ainda que a Universidade Federal do Rio Grande do Norte também apresenta uma concentração significativa de depósitos com em nome de titulares, fato este, que exige uma ação inovadora da instituição a fim de melhorar essa relação e contribuir para a evolução dos resultados científicos e tecnológicos da rede.

A respeito da titularidade das invenções depositadas pela rede (gráfico 3) é importante destacar a expressiva participação de docentes do RENORBIO atuando como autores principais das patentes, correspondendo a 63,7% do total de 432 patentes depositadas, enquanto que os discentes apresentam apenas 18,75% do total, percebendo-se que a atuação dos mesmos nesta configuração ainda apresenta pouca relevância quando comparada com os docentes do Programa. Sabe-se que um dos critérios do programa da rede é que o aluno de doutorado tem duas opções: uma de desenvolver uma pesquisa que resulte em um registro de patente de novas tecnologias, a outra de submeter dois artigos em periódicos de impacto.

Esperava-se que a maioria dos discentes fizessem a opção de um depósito de patente para obter o título, embora esse depósito nem sempre signifique que a patente será aceita. Ou seja, que as teses tivessem um impacto no desempenho da rede em termo de geração de novas tecnologias para a região uma vez que um dos principais objetivos da RENORBIO é formar recursos humanos para que estes transformem o conhecimento em tecnologia que melhore a produtividade da região nesse campo do conhecimento (SOLAR; QUINTELLA, 2011). Por outro lado, a atuação dos pesquisadores vinculados à rede é representada pelas publicações de artigos e patentes, onde a autoria principal destes não pode determinar isoladamente o perfil de interação entre os atores da rede (docentes e discentes). No entanto, os números expressos desta análise revelam que o Programa demanda de uma maior atuação pioneira de discentes no desenvolvimento de tecnologias patenteadas.

Gráfico 3: Titularidade das invenções do RENORBIO, em percentual.

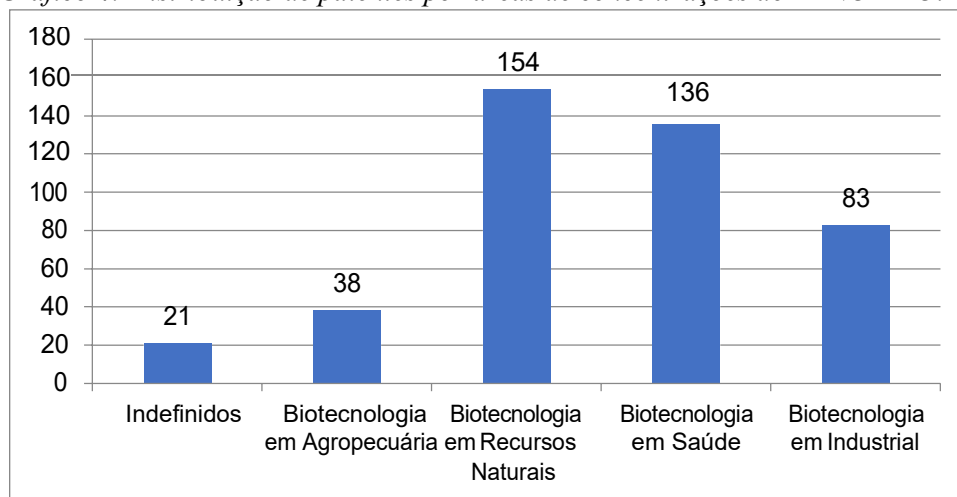


Fonte: Elaborados pelos autores, com base nos dados disponíveis na plataforma lattes, 2019.

No que concerne a relação dos números de patentes oriundas de pesquisas nas áreas de concentração determinados pelo RENORBIO, sabe-se que estas estão divididas em:

biotecnologia em saúde, biotecnologia em agropecuária, biotecnologia em recursos naturais e biotecnologia industrial (RENORBIO, 2019). Nesse aspecto, deve-se observar, no gráfico 4, que as áreas de concentrações biotecnologia em recursos naturais, biotecnologia em saúde e biotecnologia industrial apresentam respectivamente 35,65%, 31,48% e 19,21 respectivamente do total de 432 patentes analisadas. Tal fato pode estar relacionado a algumas hipóteses, que devem ser analisadas mais profundamente em próximas pesquisas, como: o maior número de docentes do Programa serem oriundos das áreas em destaque, devido às suas formações bases e suas linhas de pesquisas pertencerem as referidas temáticas e o maior índice de projetos financiados pelas agências de fomentos estarem ligados à laboratórios e pesquisadores da rede que atuam nessas áreas respectivas áreas.

Gráfico 4: Distribuição de patentes por áreas de concentrações do RENORBIO.



Fonte: Elaborados pelos autores, com base em dados do site RENORBIO e Plataforma Lattes, 2019.

As análises a seguir se concentrarão nos pontos focais UECE e UFPB, por ter sido as unidades onde se conseguiu dados mais consistentes e disponibilidade de informações.

4.2 Análise dos pontos focais - UECE e UFPB - Nucleadoras do RENORBIO

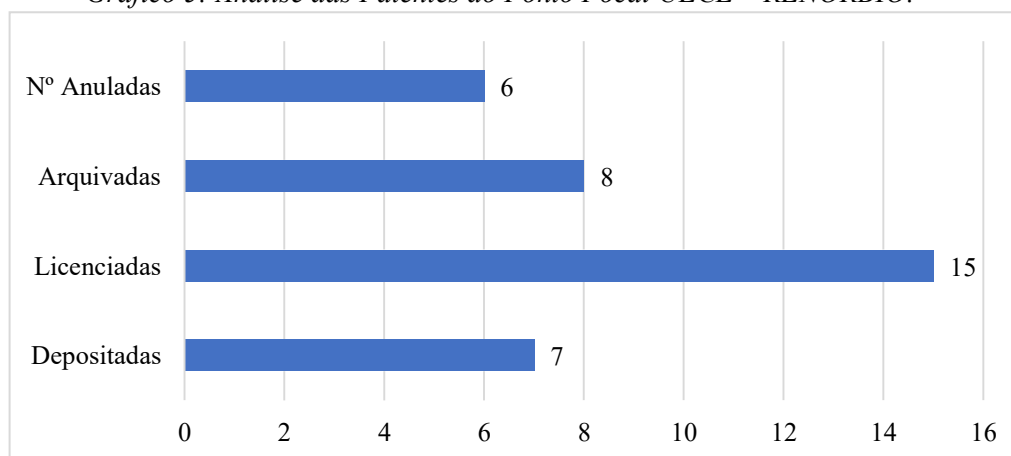
Conforme visto a Universidade Estadual do Ceará é responsável pela produção de 70 patentes, entre os anos de 2010 e 2017, por de pesquisas desenvolvidas em laboratórios vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO. Tais pesquisas são responsáveis pela produção de tecnologia acadêmica que por meio da transferência de tecnologia podem atingir o mercado de forma prática e usual, gerando recursos para a Universidade e para os inventores dessas patentes.

No entanto, o que deve ser analisado é se de fato a produção de patentes, oriundas do RENORBIO, têm originado inovações que possam ser transferidas e comercializadas, gerando um valor econômico, já que para Wisla (2017) a dimensão econômica deve integrar o processo de inovação. No que diz respeito à nucleadora da Universidade Estadual do Ceará, observa-se no gráfico 5, que do total de 36 patentes, que exibiram dados suficientes para análise, 6 tiveram seus nº de registros anulados, 8 estão arquivadas, porém ainda com possibilidade de ficarem ativas, já que a condição de arquivada é temporária até que as notificações do INPI sejam atendidas pelos inventores; 7 estão depositadas sem parceria com empresas e 15 são licenciadas com empresas, entretanto desse total de licenciadas 9 estão totalmente regulares, 3

tiveram seus nº de registros anulados e 3 estão arquivadas.

Contudo, isso demonstra a dificuldade em transferir os resultados de pesquisa da rede para o mercado e pode estar associado a burocracia e também a falta de preparo do NIT na gestão da Propriedade Intelectual do Programa, fato também constatado, por estudos realizados Closs e Ferreira (2012). A respeito dos licenciamentos de patentes registradas é necessária a realização de análises posteriores sobre quais os tipos de contratos firmados entre o ICT e as empresas que licenciaram essas tecnologias (DE ANDRADE, 2017), a fim de identificar o impacto econômico (WISLA, 2017) das patentes licenciadas provenientes do RENORBIO, ponto focal UECE.

Gráfico 5: Análise das Patentes do Ponto Focal UECE – RENORBIO.



Fonte: Elaborados pelos autores, com base em dados disponibilizados pelo NIT da UECE, 2019.

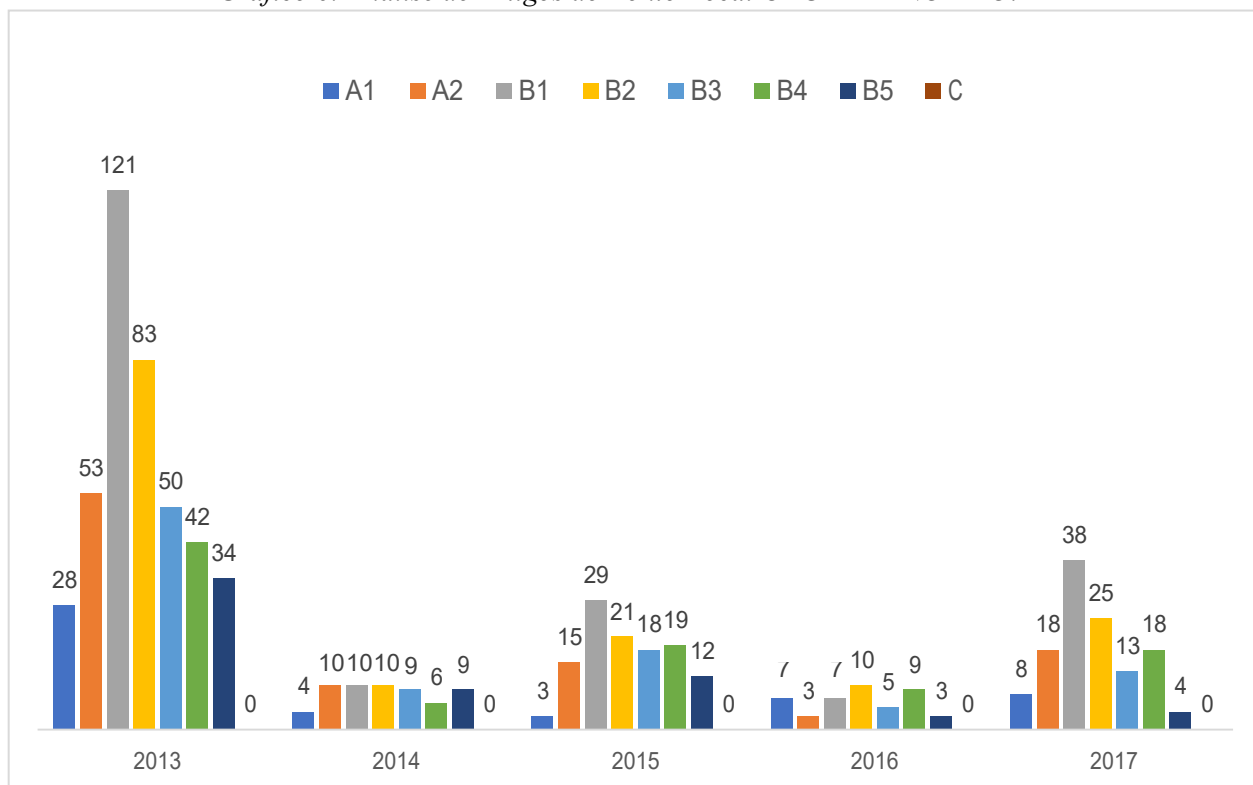
Na concepção ampla do conceito de TT inclui-se a transferência de conhecimento/informações produzidas nos meios acadêmicos por meio de publicações (CLOSS E FERREIRA, 2012; DIAS E PORTO, 2013). Neste caso, no que concerne a transferência de conhecimento mediante as publicações em periódicos oriundas das pesquisas de docentes e discentes da Universidade Estadual do Ceará vinculados ao RENORBIO, a identificação dos artigos foi realizada através de busca na base de dados da Plataforma Sucupira, considerando o período de 2013-2017.

Essa análise bibliográfica permite traçar o perfil das Transferências de Tecnologias do RENORBIO – UECE, em que durante esse período verificou-se um total de 754 artigos publicados. No ano de 2013, pode-se observar que os artigos de todos os estratos publicados somaram 411, com destaque para os periódicos de estratos A (81 artigos), estrato B1(121 artigos) e estrato B2 (81 artigos), sendo que os dois primeiros estratos são considerados de grande relevância pela CAPES. Esses números revelam o excelente desempenho do Programa no ano de 2013, onde as primeiras pesquisas advindas de teses estavam em fase de consolidação, já que no ano citado o RENORBIO estava formando a 2ª turma de doutores egressos do Programa.

Nos anos subsequentes observa-se uma queda significativa nas publicações de impactos do Programa, principalmente nos estratos A1 e A2. Esta redução pode ser percebida por meio dos seguintes dados: em 2014, os estratos A1, A2 e B1 somaram 24 artigos; em 2015, houve um crescimento nas publicações, porém ainda discreto quando comparado com o ano de 2013, neste ano somou-se 47 artigos de impacto relevantes (A1, A2 e B1). Em 2016 e 2017 o Programa oscilou entre uma queda e um novo crescimento de seu desempenho acadêmico, em

2016 somou-se apenas 17 artigos (A1, A2 e B1) e em 2017 foi registrado o número total de 64 artigos nesses estratos.

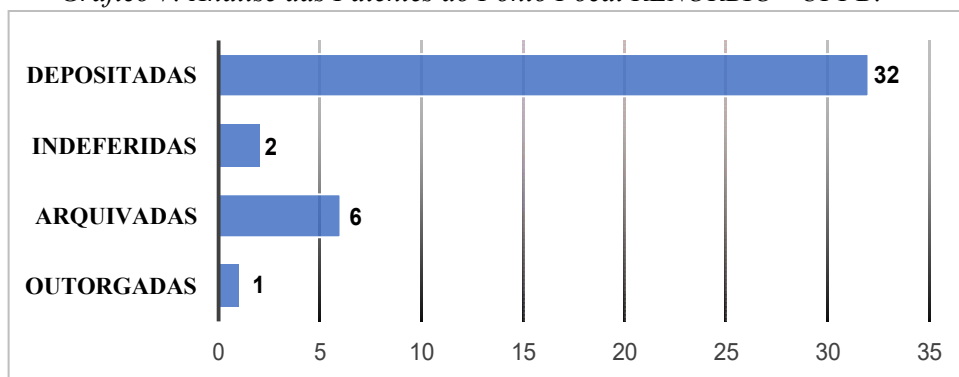
Gráfico 6: Análise de Artigos do Ponto Focal UECE – RENORBIO.



Fonte: Elaborados pelos autores, com base em dados disponibilizados pela Plataforma Sucupira CAPES, 2019.

A análise dos números referentes a produção bibliográfica do ponto focal RENORBIO – UECE revela uma concordância com a afirmação de Dias e Porto (2013), visto que, a estratégia utilizada para a “eleição do mecanismo de TT” considerou as características denominadas “o objetivo da aquisição” e “o horizonte do tempo”, onde as publicações de artigos científicos relevantes, atuando como um mecanismo de TT, apresentaram uma vasta vantagem quando comparadas aos números de patentes registradas pelo ponto focal. Esses dados refletem que a Transferência de Tecnologias, oriundas de pesquisas do RENORBIO - UECE têm predominância de um perfil acadêmico, atuando como difusora do conhecimento científico.

Gráfico 7: Análise das Patentes do Ponto Focal RENORBIO - UFPB.



Fonte: Elaborados pelos autores, com base em dados disponibilizados pelo NIT da UFPB, 2019.

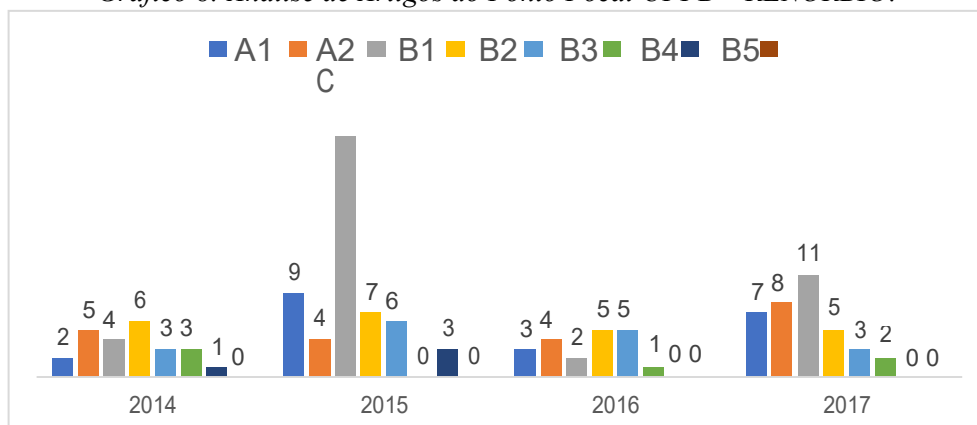
Já quando se analisa o ponto focal do RENORBIO vinculado a Universidade Federal da Paraíba, a produção de patentes corresponde ao total de 45 no período analisado, das quais 4 patentes não foram analisadas por ausência de dados disponíveis, 32 patentes estão depositadas sem parcerias com empresas, 2 patentes foram indeferidas, 6 estão arquivadas e somente 1 patente foi outorgada (gráfico 7).

Diante do exposto, percebe-se que o perfil de transferência de tecnologia advindo do referido ponto focal apresenta um número maior de depósito de patentes sem parceria com empresas, nenhuma patente licenciada e apenas uma patente concedida, diferindo do ponto focal da UECE que apresentou o licenciamento de patentes como uma característica forte em seu perfil tecnológico, fato esse que reflete a baixa ou nenhuma inserção de empresas para o apoio no desenvolvimento de pesquisas científicas no ponto focal RENORBIO – UFPB, demonstrado a fraca relação do programa com o setor produtivo. Esse fato também foi constatado por diversos pesquisadores que analisaram a relação universidade empresa no Brasil, dentre eles Leta, (2014); Velloso e Col. (2004) e Leta e Col. (2006).

A respeito do panorama da produção bibliográfica do RENORBIO, advindo de pesquisas desenvolvidas na Universidade Federal da Paraíba (gráfico 8), pode-se perceber uma ampla divergência quando comparado aos números provenientes da UECE. Durante o período analisado foram publicados 135 artigos. No ano de 2013, a UFPB não registrou nenhuma publicação na plataforma sucupira da CAPES, fato esse que pode estar relacionado a recém vinculação do ponto focal no Programa, que combinada ao período comum de efetivação de uma publicação em uma média 2 anos, ocasionaram a ausência de registros de publicações acadêmicas. No ano de 2014, as publicações de artigos científicos são registradas de forma discreta, porém com destaque para o total de 7 artigos em revistas de estratos A.

O ano de 2015 corresponde ao melhor cenário de produção acadêmica do ponto focal RENORBIO – UFPB, em que foram publicados 26 artigos B1, 4 artigos A2 e 9 artigos A1. Os números expostos no ano de 2016 exibem uma forte queda nas produções científicas, já o ano de 2017, demonstra um retorno ao crescimento de publicações advindas do Programa. Considerando os estratos de maior impacto (A1, A2 e B1) no período de 2014 a 2017, estes correspondem a 69,96%, o que é bastante significativa as publicações de impactos durante o período. Os números expostos no ano de 2016 exibem uma forte queda nas produções científicas, já o ano de 2017, demonstra um retorno ao crescimento de publicações advindas do Programa.

Gráfico 8: Análise de Artigos do Ponto Focal UFPB – RENORBIO.



Fonte: Elaborados pelos autores, com base em dados disponibilizados pela Plataforma Sucupira/CAPES, 2019.

A análise de dados referente a produção bibliográfica e a produção de patentes da UFPB revela traços semelhantes ao perfil identificado na UECE, onde a produção de artigos é em maior número registrada quando comparada ao nº de patentes, o que concorda com a afirmação de Póvoa e Rapini (2010) a respeito da publicação bibliográfica ser uma das formas de TT mais utilizadas por brasileiros. Além disso, os dados oriundos da análise de TT da RENORBIO - UFPB reforçam a afirmação de que o licenciamento de patentes é um dos tipos de TT menos utilizados no Brasil (PÓVOA E RAPINI, 2010).

Quanto aos depósitos de patentes, observa-se que nos dois pontos focais analisados (UECE e UFPB) o número de depósito de patentes encontra-se muito aquém da quantidade de artigos publicados, demonstrando que a cultura do depósito de patentes ainda é incipiente, e quando se trata de patentes concedidas é insignificante, considerando que apenas uma patente foi outorgada.

Contudo, o que ainda confere mais pontos, por exemplo, na avaliação dos programas de pós-graduação na Capes, são as publicações de artigos, não estimulando a proteção do conhecimento. Há, entretanto, dois fatores que podem explicar esse comportamento, a burocracia na análise dos pedidos de patentes e o período para a concessão que em muitos casos chega a 10 anos no Brasil, além disso é preciso atentar ao conservadorismo dos pesquisadores, pela cultura das publicações, por não considerarem a proteção do conhecimento relevante (Sousa et. At, 2014) Com o propósito de medir a taxa de conversão de ciência em potenciais inovações tecnológicas (com base em patentes geradas), utilizou-se a relação entre publicação de artigos científicos gerados por todo Programa RENORBIO, desde sua implantação, ou seja, de 2004 a 2017, e o número de depósito de patente no mesmo período, correspondendo, respectivamente, a 7.496 artigos e 737 depósito de patentes. Observou-se que essa taxa é em torno de 0,098, ou seja, a taxa média de conversão de ciência em inovação tecnológica é de aproximadamente em 9,8%. De fato, a produção acadêmica do Programa é bem superior ao patenteamento, confirmando que a transferência de tecnologia se dá principalmente por geração e difusão de conhecimento via publicações.

Analisando essa mesma taxa para os pontos focais (UECE e UFPB), conforme indicadores de desempenho da tabela 1, utilizando-se os depósitos de patentes por ponto focal e somente o nº de publicações de artigos nos estratos A1, A2 e B1, verificou-se que o ponto focal da Universidade Estadual do Ceará apresenta uma taxa de conversão inferior ao ponto focal da Universidade Federal da Paraíba, em que taxa desta última está mais próximo em

torno de 37%, enquanto que a taxa da UECE é em torno de 1,9%. Porém, é válido ressaltar que a UECE apresentou um elevado nº de publicações quando comparada a UFPB, o que demonstra o excelente potencial acadêmico e científico do RENORBIO – UECE.

Tabela 01 – Tabela geral de publicações, patentes depositadas, tecnologias licenciadas e patentes outorgadas, entre os anos de 2010 – 2017.

Ponto focal	Publicações (A1, A2 e B1)	Patentes Depositadas	Taxa de conversão
UECE	354	7	0,0197
UFPB	85	32	0,3764

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados disponibilizados pela Plataforma Sucupira/CAPES e pelos NITs da UECE e UFPB, 2019.

A análise das taxas de conversão de ciência em inovação dos pontos focais UECE e UFPB revelam que as principais formas de TT utilizadas pelo RENORBIO, representado principalmente pelo ponto focal da UECE é publicação de artigos, se sobressaindo, portanto, o ponto focal da UFPB do com maior eficiência em que o conhecimento gerado pode ter maior possibilidade de geração de tecnologias. Além disso, é possível perceber, por meio dessa análise, que o RENORBIO, que tem como um de seus objetivos “produzir, difundir e aplicar conhecimento da Biotecnologia para a realidade econômica e cultural da região Nordeste” (RENORBIO, 2019) tem atingido este objetivo de forma relevante, porém demonstrando que a produção de conhecimento científica na forma de publicações se sobressai em relação ao caráter empreendedor do mesmo, em que o desempenho oriundo dos números de patentes depositadas, licenciadas e outorgadas ainda é muito baixo, não diferenciando-se, portanto de outros Programas conforme demonstram os estudos de LETA (2014), CLOSS e FERREIRA (2012). Vale ressaltar que a análise de patentes da UECE não foi completa o que pode alterar esse cenário, já que a ausência de dados disponíveis para a análise de 34 patentes pode superar o nº de depósitos de patentes da UFPB.

5. Considerações Finais

A análise do desempenho da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO com base na geração de patentes, transferência de tecnologia e criação de *spin-offs*, mostrou que o programa não difere de outros programas de pós-graduação do país em que o foco é a produção e difusão de conhecimento via publicação. Apesar de um dos critérios para a obtenção do título de doutor ser uma depósito de patente, o número de patentes é baixo se comparado ao número de artigos, bem como as patentes licenciadas e *spin-offs* geradas, demonstrando fraca relação com o setor produtivo, ou seja, ainda não há um direcionamento efetivo do conhecimento desenvolvido na RENORBIO para futuras aplicações na produção, especialmente na região Nordeste. Esse fato pode significar uma relação incipiente entre a Universidade – Empresa e pode refletir também a fraca gestão, a falta de autonomia e de infraestrutura dos NITs ligados a RENORBIO, impossibilitando um trabalho mais eficiente destes.

Os pontos focais analisados (UFPB e UECE) demonstraram certa diferenciação, a UFPB é mais eficiência na geração de patentes, já a UECE tem melhor desempenho na publicação de artigos e de licenciamento de suas patentes. No aspecto relativo aos números gerais do Programa

foi notório que as produções bibliográficas dos pontos focais analisados são majoritariamente consideradas de impacto (estratos A1, A2 e B1), tendo como principais áreas de concentração biotecnologia em saúde e biotecnologia em recursos naturais o que reflete a importância das pesquisas desenvolvidas no âmbito da RENORBIO.

A forma de transferência de tecnologia do programa da RENORBIO se dá muito fortemente pela difusão de informações e conhecimento por meio de publicações, destacando a primazia de publicações versus patentes, predominando o que foi confirmado por diversos estudos empíricos sobre o Brasil. Contudo, esperava-se que a RENORBIO fosse diferente firmando-se como geradora de tecnologias com o objetivo de desenvolvimento e comercialização que gerassem maior benefício econômico e social para a região Nordeste.

Por fim, não se pode negar o importante papel da RENORBIO para a produção científica e acadêmica em biotecnologia, porém é preciso destacar que este estudo apresenta limitações quanto as bases de dados analisadas, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas complementares que englobem a análise de dados dos outros pontos focais da rede que somam um total de 9 Estados, bem como as dificuldades no licenciamento das patentes geradas que permitirá traçar o perfil tecnológico geral do Programa.

6. Referências Bibliográficas

- Alves, C. G. M. D. F., & Oliveira, M. A. (2014). Rede de Interações Internacionais: Produção Científica sobre Inovação e Centros de Pesquisa. *Revista ADM. MADE*, 18(2).
- Bicalho, L. M., & Ferreira, M. A. T. (2012). Indicadores de produção de conhecimento tecnológico na universidade.
- Blakeney, M. (1989). *Legal Aspects of the Transfer of Technology to Developing Countries* Oxford. ESC.
- Brasil (2004). Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Plano Nacional de Pós-Graduação-PNPG 2005-2010. Brasília: Capes.
- Brasil. (2004). Lei n. ° 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 3.
- Brasil. (2018). Portaria Nº 1.078, de 27 de fevereiro de 2018. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Institui no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) a Rede Brasil - Biotec. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.
- Brasil. (2019). Plataforma Sucupira. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/linhaPesquisa/listaLinhaPesquisa.jsf>
- Closs, L., Ferreira, G., Sampaio, C., & Perin, M. (2012). Intervenientes na transferência de tecnologia universidade-empresa: o caso PUCRS. *Revista de Administração Contemporânea*, 16(1), 59-78.
- Croswell, J. W. (2007). *Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 2ª Edição. Porto Alegre-RS: Artmed.
- Dias, A. A., & Porto, G. S. (2013). Gestão de transferência de tecnologia na Inova Unicamp. *Revista de Administração Contemporânea*, 17(3), 263-284.
- Gilsing, V., Bekkers, R., Freitas, I. M. B., & Van der Steen, M. (2011). Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers. *Technovation*, 31(12), 638-647.
- Johnson, S. D., Gatz, E. F., & Hicks, D. (1997). Expanding the content base of technology education: Technology transfer as a topic of study. Volume 8 Issue 2 (spring 1997).
- Lee, J., & Win, H. N. (2004). Technology transfer between university research centers and industry in Singapore. *Technovation*, 24(5), 433-442.
- Leta, J. (2011). Indicadores de desempenho, ciência brasileira e a cobertura das bases informacionais. *Revista USP*, (89), 62-67.
- Closs, L. Q., & Ferreira, G. C. (2012). A transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto brasileiro: uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009. *Gestão e produção*. São Carlos, SP. Vol. 19, n. 2 (2012), p. 419-432.

- Lotufo, R. D. A. (2009). A institucionalização de Núcleos de Inovação Tecnológica e a experiência da Inova Unicamp. *Transferência de Tecnologia: estratégias para estruturação e gestão dos Núcleos de Inovação Tecnológica*. Campinas: Komed, 41-74.
- Perkmann, M., & Walsh, K. (2007). University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 259-280.
- Oliveira, B. S. D., Frey, I. A., & Erdmann, R. H. (2018). Funil de Patentes: metodologia para indução ao registro da propriedade industrial.
- Oliveira, J. F. D., & Fonseca, M. (2010). A pós-graduação brasileira e o seu sistema de avaliação. Pós-graduação e avaliação: impactos e perspectivas no Brasil e no cenário internacional. Campinas: Mercado de Letras, 15-52.
- Parker, D. D., & Zilberman, D. (1993). University technology transfers: impacts on local and US economies. *Contemporary Economic Policy*, 11(2), 87-99.
- Perez, M. P., & Sánchez, A. M. (2003). The development of university spin-offs: early dynamics of technology transfer and networking. *Technovation*, 23(10), 823-831.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’Este, P., ... & Krabel, S. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university– industry relations. *Research policy*, 42(2), 423-442.
- Póvoa, L. M. C., & Rapini, M. S. (2010). Technology transfer from universities and public research institutes to firms in Brazil: what is transferred and how the transfer is carried out. *Science and Public Policy*, 37(2), 147-159.
- Quintella, C. M., & Torres, E. A. (2012). Gestão e Comercialização de Tecnologia. *Capacitação em Inovação Tecnológica para Empresários*, 185.
- RENORBIO. Disponível em <http://www.renorbio.org/renorbio/sobre/objetivos>. Acesso em: 14 de jan. 2019
- Rogers, E. M., Takegami, S., & Yin, J. (2001). Lessons learned about technology transfer. *Technovation*, 21(4), 253-261.
- Rogers, E. M. (2002). The nature of technology transfer. *Science Communication*, 23(3), 323- 341.
- Santos, M. (2009). dos; TOLEDO, PTM; LOTUFO, RA *Transferência de Tecnologia: Estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica*. Agência de Inovação da Unicamp, Campinas.
- Silva, V. (2016) “*Níveis de Maturidade dos Núcleos de Inovação Tecnologia do Ceará*”. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil.
- Sola, M. C. R., & Quintella, C. M. (2014). Desenvolvimento biotecnológico no âmbito da RENORBIO–Rede Nordeste de Biotecnologia. *Cadernos de Prospecção*, 4(4), 50.
- Sousa-Ginel, E., Franco-Leal, N., & Camelo-Ordaz, C. (2017). The influence of networks on the knowledge conversion capability of academic spin-offs. *Industrial and Corporate Change*, 26(6), 1125-1144.
- Torkomian, A. L. V. (2009). Panorama dos núcleos de inovação tecnológica no Brasil. *Transferência de tecnologia*. Campinas: Komed, 21-37.
- VERGARA, S. C. (2014). *Gestão de pessoas*. São Paulo: Atlas, 2003. _ . Projetos e relatórios de pesquisa em administração, 7.
- Zahra, S. A., Van de Velde, E., & Larraneta, B. (2007). Knowledge conversion capability and the performance of corporate and university spin-offs. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 569- 608.

El profesor investigador y la tercera misión universitaria: actores y determinantes

Gloria Naranjo Africano
Universidad Simón Bolívar/Universidad del Norte, Facultad de Ingenierías/Escuela de Negocios,
Programa de Ingeniería Industrial, Colombia
gnaranjo@unisimonbolivar.edu.co

Jaiderv Vega Jurado
Universidad del Norte, Escuela de Negocios, Colombia
jaiderv@uninorte.edu.co

Liney Manjarrez Henríquez
Universidad de la Costa, Departamento de Gestión Industrial, Agroindustrial y Operaciones,
Colombia
lmanjarres@cuc.edu.co

Resumen

El concepto de Tercera Misión universitaria implica las diversas interacciones que surgen entre la universidad y diferentes actores no académicos. Sin embargo, la literatura se ha centrado en el estudio de estas relaciones principalmente con las empresas. Es así como el propósito de este artículo es analizar factores a nivel del profesor investigador que inciden en las relaciones con diferentes tipos de actores no académicos. Bajo un paradigma cuantitativo, se diseñó un cuestionario con preguntas tipo Likert, para obtener información sobre las relaciones universidad- sociedad. Éste se aplicó a una muestra de 211 profesores investigadores categorizados por COLCIENCIAS que laboran en universidades de la Región Caribe Colombiana. Para el procesamiento de los datos se aplicaron estadísticas descriptivas y un modelo de análisis de regresión bivariada. Los resultados obtenidos muestran que los actores no académicos con quienes más se relacionan los profesores universitarios son las entidades gubernamentales. Por otra parte, se identificó que para colaborar con el gobierno la trayectoria del investigador juega un papel importante; en el caso de las empresas el tiempo de dedicación a la docencia tiene un efecto negativo y para las relaciones con Instituciones Sin Ánimo de Lucro, las motivaciones por acceder a recursos tienen un efecto negativo. Se concluye entonces que es necesario particularizar el estudio de las relaciones de los profesores investigadores con cada tipo de actor no académico y entender que existen diferencias en los determinantes para vincularse con cada uno de ellos. Esto demuestra la importancia de abordar el análisis de la tercera misión desde una perspectiva amplia, lo que le permite a la universidad y a los hacedores de política pública establecer un marco de incentivos que responda a esta dinámica y promover de manera acertada las relaciones con los diferentes tipos de actores atendiendo a las condiciones propias de cada uno de ellos.

Palabras clave

Relación Universidad-Sociedad, Tercera Misión, Extensión Universitaria

1. Introducción

La contribución de las universidades al desarrollo socioeconómico de sus áreas de influencia a través de los procesos de transferencia de conocimiento y tecnología ha sido un tema en las últimas décadas que ha suscitado el interés de los investigadores. La literatura ha asociado estos procesos con la ocurrencia y consolidación de la denominada “Tercera Misión”

universitaria, caracterizada por una vinculación mucho más estrecha de la universidad con diferentes actores no académicos (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Molas-Gallart, Salter, Patel, Scott, & Duran, 2002). La participación en este tipo de actividades le ha permitido a la universidad convertirse en un actor importante en este tipo de procesos.

Los estudios sobre la “Tercera Misión universitaria” se han focalizado en las relaciones que se establecen con las empresas (Agrawal, 2001; Giuliani & Arza, 2009; Tartari & Salter, 2015; Torres, Dutrénit, Sampedro, & Becerra, 2011) y en los mecanismos asociados a la comercialización de los resultados de investigación, tales como patentes y spin-offs (Baldini, 2008; Dietz & Bozeman, 2005; Geuna & Nesta, 2006; Landry, Amara, & Rherrad, 2006; Mustar et al., 2006), así como a los servicios de investigación y desarrollo tecnológico (Battaglia, Landoni, & Rizzitelli, 2017; Siegel, Veugelers, & Wright, 2007; Siegel, Waldman, & Link, 2003). Además, la mayor parte de la literatura asociada con el análisis de la tercera misión universitaria se ha producido en países desarrollados (Arza & Vazquez, 2010; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Jurado, Henríquez, Castro, & Fernández, 2011; Manjarrés-Henríquez, Gutiérrez-Gracia, Carrión-García, & Vega-Jurado, 2009; Torres et al., 2011) por lo que los principales hallazgos están basados en este tipo de contextos y las características de sus sistemas de innovación. Esto implica que para el caso de países emergentes existan problemas en la apropiación de estos referentes (Vega-Jurado, Fernández-de-lucio, & Huanca-lópez, 2007), lo que influyen el diseño de políticas de fomento y apoyo a los vínculos de la universidad con su entorno.

Este trabajo tiene entonces como objetivo, contribuir a la literatura sobre la tercera misión a partir del análisis de las relaciones que establecen los profesores investigadores con diferentes usuarios no académicos, además de las empresas, e identificar factores a nivel del investigador que inciden en las mismas. Este trabajo, se centra a nivel del investigador, sustentado en que las características individuales desempeñan un papel importante en la predicción del compromiso de los investigadores para relacionarse con otros actores del entorno (Halilem, 2010; Perkmann et al., 2013) asociado también a su percepción sobre el entorno organizativo en el que se desenvuelven (Tartari & Breschi, 2012). De acuerdo con lo anterior, el modelo de análisis propuesto busca identificar como factores asociados al profesor investigador tales como su trayectoria y experiencia, motivaciones, interés en la producción del conocimiento y área de conocimiento, así como su percepción los aspectos organizacionales de su institución de procedencia inciden en su decisión de con quién realizar las actividades de la tercera misión.

Considerando lo expuesto, se abre entonces espacio para el estudio de la interacción de la universidad con agentes sociales diferentes a los tradicionalmente abordados en la literatura, así como en contextos con características diferentes a las estudiadas. Esto evidencia que la investigación sobre el área de las relaciones Universidad-Sociedad se encuentra aún abierta y en desarrollo, por lo que uno de los propósitos de éste trabajo es contribuir a la literatura en este tema. El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. La siguiente sección revisa la literatura sobre la tercera misión de la universidad y las características individuales que afectan las actitudes hacia este tipo de actividades. La sección 2 proporciona información sobre los datos y los métodos empíricos. La sección 3 describe y analiza los resultados y la sección 4 extrae conclusiones, y consideraciones de diseño de políticas.

2. Revisión de la Literatura

Cada vez están tomando más fuerza los conceptos de la Tercera Misión, que apuntan a ampliar los análisis a otros tipos de agentes sociales, además de las empresas, y dan alcance a

las diferentes actividades que la universidad lleva a cabo en torno al desarrollo tanto económico como social de sus áreas de influencia. Considerando que las demandas a la universidad son originadas desde un amplio rango de stakeholders (Castro-Martínez et al., 2016; Göransson, Maharajh, & Schmoch, 2009b; Jongbloed et al., 2008).

En la literatura sobre estos procesos de transferencia de conocimiento se ha destacado la importancia que juega el agente transferente en la probabilidad de ocurrencia y el logro de los resultados esperados en estos procesos (Bozeman, 2000; De Fuentes & Dutrénit, 2010). Autores como Siegel, Link, & Bozeman (2006) indican que el análisis de los procesos de vinculación se aborda mejor si se centra directamente en los agentes que participan en la comercialización de la tecnología, tales como los científicos, profesores e investigadores.

Por lo anterior se destaca que son diversos los factores individuales que se han abordado en la literatura, que explican este tipo de relaciones, tales como los de tipo sociodemográfico, como el género (Azagra-Caro, Archontakis, Gutiérrez-Gracia, & Fernández-de-Lucio, 2006; Banal-Estañol; Thune & Gulbrandsen, 2011) y edad (Bekkers & Bodas Freitas, 2008; Schuelke-Leech, 2013); el perfil del investigador, que incluye el campo de investigación (Bercovitz & Feldmann, 2006; Craig Boardman & Ponomariov, 2009; D'Este & Perkmann, 2007; Manjarrés-Henriquez, Gutierrez-Gracia, & Vega-Jurado, 2008). Se ha reconocido que entre más experimentado es un individuo se impacta la forma en que desempeña su trabajo (Giuliani, Morrison, Pietrobelli, & Rabellotti, 2010; Haeussler & Colyvas, 2011). Las motivaciones son identificadas como elementos determinantes sobre las decisiones de actuación de un individuo, algunos autores reconocen que los científicos universitarios, pueden estar movidos por la obtención de financiación para sus investigaciones (Craig Boardman & Ponomariov, 2009; D'Este & Perkmann, 2011), aunque, no todos los investigadores se concentran en recursos financieros, la mayoría de los profesores investigadores interactúan con la industria para avanzar en su propia investigación (D'Este & Perkmann, 2011).

Un elemento considerado también en estos estudios es la forma como los profesores enfocan su proceso de investigación. Los análisis se han venido abordando desde el área disciplinar, lo que ha conllevado a evidenciar diferencias entre el trabajo realizado por investigadores de las áreas de ciencias e ingeniería frente al trabajo de investigadores de ciencias humanas y sociales (Bekkers & Bodas Freitas, 2008; Franco & Haase, 2015; Meyer-Krahmer & Schmoch, 1998), sin embargo, hoy día una aproximación que se ha concebido es el uso de las dimensiones reconocidas en el cuadrante de Stokes (Stokes, 1997) que clasifica el trabajo realizado por los investigadores de acuerdo a su excelencia teórica y relevancia práctica¹.

Finalmente cabe anotar, que la percepción que tiene un individuo sobre la organización a la que está vinculado, es un referente para comprender su conducta al interior de la misma, considerando que los individuos se comportan con base en lo que perciben (Alvarez, 2013), es entonces que el individuo debe percibir el respaldo institucional frente al trabajo que desarrolla. Entre los principales procesos organizacionales que debe efectuar una universidad para llevar a cabo los procesos de relacionamiento con actores no académicos están el establecer políticas y procedimientos, contar con capacidad de gestión, capacidad para la

¹ (i) el cuadrante superior izquierdo (Bohr): investigación básica que se guía únicamente por la búsqueda de la comprensión sin pensar en el uso práctico; (ii) el cuadrante inferior derecho (Edison): investigaciones que se guían únicamente por objetivos aplicados sin buscar una comprensión general de los fenómenos; (iii) el cuadrante superior derecho (Pasteur): investigación básica que busca ampliar las fronteras de la comprensión, pero también está inspirada en consideraciones de uso y (iv) el cuadrante inferior izquierdo: investigación que no está inspirada por el objetivo de la comprensión ni por el uso, es una investigación que está impulsada por la curiosidad del investigador sobre cosas particulares (Stokes, 1997).

transferencia tecnológica y asignación de recursos (Jacobson, Butterill, & Goering, 2004), además, desarrollar estrategias para la vinculación con el entorno y permitir la medición efectiva de las mismas (OCTS-OEI & RICYT, 2017).

Los factores explicados en este apartado se emplean en la sección empírica de este artículo para comprender más en detalle qué factores tienen una incidencia sobre el tipo actores no académicos con los que un profesor investigador realiza el cumplimiento de la tercera misión.

3. Metodología

- Instrumento y Muestra

Los datos del estudio se obtuvieron a partir de la aplicación de un cuestionario diseñado con el objetivo de obtener información sobre las relaciones de la universidad con la sociedad. Este instrumento se estructuró en seis secciones que abordan aspectos relacionados con (i) el perfil del investigador/investigadora; (ii) características de la actividad investigadora; (iii) relaciones con actores de la sociedad; (iv) gobernanza de las relaciones; (v) obstáculos de relacionarse y (vi) resultados de las relaciones, en las que se aplicaron preguntas en escala de Likert, con categorías del 1 al 5, de única y múltiple respuesta. Este trabajo en particular aborda el análisis de la segunda y tercera parte de la encuesta.

La población objeto de estudio estuvo conformada por profesores investigadores categorizados² en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) de Colombia en el año 2017. Como criterio de inclusión en el estudio se tuvo en cuenta que estos profesores investigadores pertenecieran a las universidades públicas y privadas de las tres principales ciudades de la Región Caribe Colombiana (Barranquilla, Santa Marta y Cartagena)³. Para lo cual se tomaron de referencia seis (6) Instituciones con una población de 872 profesores a quienes se les aplicó en su totalidad el instrumento, mediante su envío por correo electrónico para ser diligenciado en línea. Se calculó un tamaño muestral de 210 profesores investigadores bajo un nivel de confianza del 95%. El periodo de aplicación del instrumento fue de 6 meses (diciembre 2017-mayo 2018). Se obtuvo una tasa de respuesta del 27% del total de la población, que representó más de 230 investigadores quienes respondieron el cuestionario. Posterior a una revisión, se obtuvieron 211 respuestas válidas para el estudio.

• Variables

○ Variable Dependiente

Esta variable es denominada “Actores no académicos”, está asociada a los diferentes tipos de actores del entorno socioeconómico con los cuales se establecen relaciones en el marco de la tercera misión. Considerando las variables dependientes (i) Empresas (EMP); (ii) Instituciones Públicas (GOB) e (iii) Instituciones sin ánimo de lucro/comunidades (ISAL). De tal forma que la variable toma el valor 1 si el profesor investigador se ha relacionado por lo menos una vez con un tipo de actor no académico y 0 de lo contrario. Las especificaciones econométricas, que muestran la función lineal del modelo de regresión logística binaria, para

² De acuerdo a los lineamientos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI), los profesores investigadores son clasificados y reconocidos como Emérito, Sénior, Asociado y Junior de acuerdo con su formación, producción científica y tecnológica y su aporte en la formación de nuevo recurso humano para la investigación. (COLCIENCIAS, 2016).

³ Estas regiones son las que presentan mejores indicadores en CTI en la Región Caribe Colombiana

este grupo son:

$$(i) \quad EMP = \beta_0 + \beta_1 CAT + \beta_2 EXPPriv + \beta_3 EXPPubl + \beta_4 TDOC + \beta_5 MOTC + \beta_6 MOTR + \beta_7 OINV + \beta_8 CAPGEST + \beta_9 CAPTRANSF + \beta_{10} ASIGNREC + \beta_{11} TUNI + \beta_{12} ACONO + \beta_{13} IRESULT + \beta_{14} IIMPACT + \alpha$$

$$(ii) \quad GOB = \beta_0 + \beta_1 CAT + \beta_2 EXPPriv + \beta_3 EXPPubl + \beta_4 TDOC + \beta_5 MOTC + \beta_6 MOTR + \beta_7 OINV + \beta_8 CAPGEST + \beta_9 CAPTRANSF + \beta_{10} ASIGNREC + \beta_{11} TUNI + \beta_{12} ACONO + \beta_{13} IRESULT + \beta_{14} IIMPACT + \tau$$

$$(iii) \quad ISAL = \beta_0 + \beta_1 CAT + \beta_2 EXPPriv + \beta_3 EXPPubl + \beta_4 TDOC + \beta_5 MOTC + \beta_6 MOTR + \beta_7 OINV + \beta_8 CAPGEST + \beta_9 CAPTRANSF + \beta_{10} ASIGNREC + \beta_{11} TUNI + \beta_{12} ACONO + \beta_{13} IRESULT + \beta_{14} IIMPACT + \lambda$$

o Variables Independientes

Teniendo en cuenta lo descrito en la literatura, se han considerado las siguientes variables explicativas y de control para el estudio, los cuales se describen a continuación con su respectivo criterio de medición, Tabla 1.

Tabla 1. Variables del estudio

VARIABLES	MEDICIÓN	MÉTODO (RANGO)
VARIABLES EXPLICATIVAS		
Experiencia previa (<i>EXPPREV</i>)	Indique los años de experiencia previa a su vinculación al ámbito académico en los siguientes sectores: Sector productivo; Sector público	Numero: Número de años de experiencia
Categorización (<i>CAT</i>)	Indique la Categoría en COLCIENCIAS	Categoría: 1: Junior; 2: asociado; 3: Senior
Tiempo dedicado a la Docencia (<i>TDOC</i>)	En una semana habitual de trabajo, indique la proporción de tiempo que dedica a cada una de estas actividades.	Numero: Porcentaje de tiempo dedicado a actividades de docencia.
Orientación de la actividad del investigador (<i>OINV</i>)	Puntúe en una escala Likert de 1 a 5, siendo “1 = ninguno” y “5 = mucho”. 1) la medida en que la actividad científica se inspira en hacer contribuciones a la comprensión fundamental de fenómenos y hechos; y 2) La medida en que la actividad del investigador se inspira en consideraciones de uso.	Cada una de las variables categóricas resultantes fueron transformadas en variables binarias con valor “1 = alta” si el investigador había respondido “bastante=4” y “mucho=5”, y con valor “0 = baja” en el resto de los casos, se toma como referencia esta división para evitar un sesgo de deseabilidad (Olmos-Peñuela, Castro-Martínez, & D’este, 2014). Las variables categóricas resultantes quedaron como: 4: cuadrante de NN; 3: cuadrante de Edison; 2: cuadrante de Bohr; 1: cuadrante de Pasteur

Motivaciones (<i>MOTC</i> + <i>MOTR</i>)	Puntúe en una escala Likert de 1 a 5 “el grado de importancia que tienen las motivaciones personales para establecer relaciones con otras entidades” donde 1: Nada Importante a 5: Muy Importante.	Se realizó un análisis factorial, en el que se encontraron 2 tipos de motivaciones: Motivación por conocimiento y Motivación por Recursos. Se construyeron entonces dos nuevas variables utilizando los promedios ponderados. Se define la nueva variable desde el punto de vista dicotómico, donde toman valor de 1: >=4 y 0:<4.
Percepción sobre aspectos organizacionales de la universidad (<i>CAPGEST</i> - <i>CAPTRANSF</i> - <i>ASIGNREC</i>)	Puntúe en una escala Likert de 1 a 5, donde 1: Nada de acuerdo 5: Totalmente de acuerdo “en qué nivel está de acuerdo con la gestión que se hace en su universidad”.	Se realizó un análisis factorial, en el que se encontraron 4 factores que recogen las áreas de percepción sobre los aspectos organizacionales de los profesores investigadores. Se crearon cuatro nuevas variables, utilizando los promedios ponderados y fueron incluidas en el modelo de análisis. Se define la nueva variable desde el punto de vista dicotómico, donde toman valor de 1: >=4 y 0:<4.

Variables de Control		
Tipo de Universidad	Indique el tipo de Universidad a la que está vinculado	Categoría: 0: Pública; 1: Privada
Área de Conocimiento	Indique su área de conocimiento	Categoría: 0: Humanidades; 1: C. Sociales; 2: C. Naturales; 3: Ingeniería y Tecnología; 4: C. Agrícolas; 5: C, Médicas y Salud
Interés por los resultados de su investigación	Señale con qué frecuencia realiza las siguientes actividades en el marco de la ejecución de un proyecto de investigación: Identificar los resultados potenciales que pueden ser transferidos a distintos usuarios y Seguir el efecto de los resultados de su investigación en la sociedad. Donde 1: Nunca a 5: Siempre.	Se define la nueva variable desde el punto de vista dicotómico, donde toman valor de 1: >=4 y 0:<4.

Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

Antes de pasar a los resultados de la regresión, esta sección incluye algunas estadísticas descriptivas para caracterizar la muestra.

o Características del Profesor Investigador Universitario

La tabla 2, muestra los estadísticos descriptivos de las variables explicativas en el modelo econométrico. En lo que respecta a la categorización del investigador, se ha empleado la clasificación establecida por COLCIENCIAS, que, de acuerdo a la producción en actividades de desarrollo tecnológico e innovación, producción científica, trayectoria académica, y productos de formación de alto nivel entre otros⁴ clasifican a los investigadores de mayor a menor reconocimiento, como: Senior, Asociado y Junior. En este sentido, los

⁴ http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/guia-reconocimiento-y-medicion-de-grupos-e-Investigadores.pdf

profesores investigadores de la muestra están categorizados 58% como Junior; 30% Asociado y 12% Senior. Cabe anotar que estas proporciones están relacionadas con los datos a en Colombia, que corresponden a 60% Junior, 28% Asociados, y 12% Sénior⁵. Los profesores de la muestra están vinculados en un 41.2% a universidades públicas y un 58.8 % a privadas. La distribución de los investigadores por áreas de conocimiento es: 7% Humanidades; 37% C. Sociales; 18% C. Naturales; 25% Ingenierías y Tecnología y 13% C. Médicas y Salud.

La orientación de las actividades de investigación y siguiendo el análisis a partir de los cuadrantes de Stokes (Stokes, 1997) se encontró que un 46% de los profesores de la muestra están en el cuadrante Pasteur, lo que implica que se dedican a solucionar problemas prácticos particulares y realizan investigación aplicada, además trabajan tanto desde un nivel científico como tecnológico; un 36% de los de los profesores investigadores están en el cuadrante Bohr, lo que implica que tienen como fin la interpretación de los fenómenos de la naturaleza, trabajan en investigación básica y sin el compromiso de desarrollar algún producto o proceso específicos y un 13,7% son tipo Edison, centrados principalmente en la solución de problemas. Con base en estos resultados se puede afirmar que las preferencias de los profesores investigadores de la muestra están más cercanas a establecer vínculos con la sociedad a razón de la búsqueda de la aplicación de los resultados de sus investigaciones y el desarrollo de soluciones al mismo (Mendoza, 2012). Sin embargo, también prima de forma importante su compromiso e interés en su investigación.

Los profesores investigadores manifiestan que sus motivaciones personales para establecer relaciones con otras entidades están dadas por acceder a conocimiento e información para sus investigaciones en un 69% y acceder a recursos en un 47%. Esto se asocia a lo expuesto por Meyer- Kraemer & Schmoch (1998) quienes destacan que un elemento de unión central en la cooperación entre las universidades y las empresas es el intercambio de conocimientos en ambas direcciones y la mayoría de los académicos que se involucran con la industria es para continuar su investigación y mejorar la calidad de la misma (Arza, 2010; D'Este & Perkmann, 2011).

Tabla 2. Descriptivos de Variables Explicativas

Concepto Amplio	Variables Continuas	Mín.	Máx.	Media	Desviación estándar
Experiencia del Investigador					
Experiencia previa (años)	ExpProd	0	20	1,16	3,76
	ExpAdmoP	0	43	5,12	7,72
Tiempo de dedicación a docencia					
	Docencia	0	100	39,74	19,29
Concepto Amplio	Variables Categóricas	Frecuencia			
Categorización					
Categorización					
	Junior	57,8%			
	Asociado	30,3%			
	Senior	11,8%			
Orientación de la actividad del investigador					

⁵ <https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/boletin-estadistico-2017.pdf>. Grupos de Investigación reconocidos por región y sector. 2012 - 2016.

Posición en el Cuadrante Stokes	Bohr		36%
Pasteur	NN	46,4%	3,8%
Edison		13,7%	
Motivaciones			
Motivaciones	MotiCono		68,7%
	MotiRec		46,9%
Percepción sobre aspectos organizacionales de la universidad			
Percepción sobre Procesos organizacionales	CapGes		37,4%
	CapTransf		29,4%
	AsignRec		46,9%
Área de Conocimiento			
Área de conocimiento	Humanidades		6,6%
	Ciencias Sociales		37%
	Ciencias Naturales		19%
	Ingenierías y Tecnología		24,2%
	Ciencias Médicas y Salud		13,3%
Tipo de Universidad			
Universidad	Pública		41,2%
	Privada		58,9%

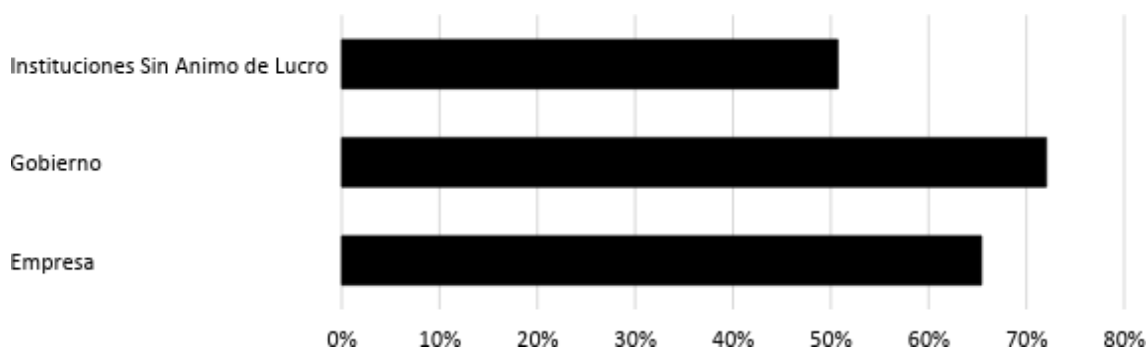
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la percepción de los profesores investigadores sobre los aspectos organizacionales llevados a cabo por la universidad para la gestión de las relaciones en el marco de la Tercera Misión, llama la atención es el hecho es que un poco menos de la mitad de los profesores de la muestra tienen una percepción positiva. Tal es el caso de que solo un 29% consideran adecuadas las capacidades de transferencia tecnológica de la universidad, esto pone de manifiesto de que la universidad debe mejorar sus capacidades y procesos de gestión en este tipo de actividades y en caso de tenerlos, mejorar la comunicación sobre los mismos a sus profesores. Lo anterior, señala la necesidad de que al interior de la universidad se fortalezcan procesos de apoyo al cumplimiento de la tercera misión (Jacobson, Butterill, & Goering, 2004; Siegel et al., 2003).

○ Con quien se relacionan profesores investigadores en el marco del cumplimiento de la tercera misión

Los resultados evidencian que los investigadores tienen un alto relacionamiento con la sociedad, dado que un 88,6% de la muestra indica que colaboran con actores no académicos a través de diferentes tipos de actividades. Los tipos de actores con los que se relacionan los profesores investigadores en el cumplimiento de la Tercera Misión se dan en la siguiente proporción: 72% sector gubernamental, 65% empresas y 51% instituciones sin ánimo de lucro, como se presenta en la Figura 1. Esto refuerza la idea propuesta en este trabajo, que, aunque la mayoría de los estudios están concentrados solo en las relaciones de la universidad con la empresa, existen una variedad de actores con los que se desarrollan las actividades de la tercera misión y que, para este contexto, el gobierno constituye un aliado importante en el desarrollo de estas actividades.

Figura 1. Relaciones Universidad Sociedad por tipo de agente no académico.



Fuente: Elaboración propia.

- Factores que explican el cumplimiento de la Tercera Misión para cada tipo de actor con el que se relacionan profesores investigadores universitarios

Se establecieron tres modelos de regresión logística binaria en la que se estimaron las variables que inciden en si el investigador se relaciona o no con cada tipo de actor identificado en el estudio. Los resultados del modelo de regresión logística binaria desarrollado, con sus respectivos estadísticos, se resumen en la Tabla 3.

- Relacionamiento con entidades gubernamentales: La trayectoria del investigador juega un papel importante en las relaciones con éste tipo de entidad, esto se explica debido a que este tipo de vínculos en gran parte de los casos están dados por criterios competitivos, sustentados en factores como experiencia, trayectoria y reconocimiento de los actores involucrados como garante de la calidad e impacto de los resultados esperados. Que el profesor investigador esté interesado en buscar conocimiento fundamental y en el uso práctico de los resultados de su investigación, es decir aquellos ubicados en el cuadrante “Pasteur”, incide significativamente en estas relaciones, es claro el interés de las entidades del gobierno en que el trabajo articulado con las universidades contribuya tanto al desarrollo científico como a la resolución de problemáticas de la sociedad, por lo que si en interés del investigador va en ambas direcciones es un claro estímulo a las mismas. La percepción que tiene un profesor sobre la capacidad de transferencia y la asignación de recursos de la universidad tiene un efecto significativo en este tipo de vínculos, por lo que al no haber claridad de éstos procesos en la universidad afecta este tipo de relaciones.
- Relacionamiento con Empresas: La trayectoria no aparece como un factor significativo, lo que se puede explicar en los bajos criterios de competitividad en la vinculación de investigadores en este tipo de procesos sustentado en la baja capacidad de absorción de las empresas en estos contextos. Que un profesor investigador esté vinculado a una universidad privada favorece significativamente estas relaciones, lo que se sustenta en las diferencias organizativas y legales existentes entre universidades públicas y privadas, aunque existen diferencias culturales entre el mundo académico y empresarial, es favorable cuando las relaciones se establecen con investigadores de universidades privadas. Como era de esperarse, los investigadores con alto interés en el uso, es decir los ubicados en el cuadrante Edison, son aquellos que tienen mayor vinculación con las empresas, en comparación a los otros cuadrantes, esto asociado con la practicidad propia del trabajo con las empresas y el interés que tienen este tipo de actores en resolver

problemáticas y necesidades puntuales. Cabe resaltar que a medida que aumenta la dedicación de tiempo a la docencia se afectan negativamente las relaciones con este tipo de actor de manera significativa. Además, la percepción que tiene un profesor investigador sobre la capacidad de gestión y de transferencia de la universidad tiene un efecto significativo en este tipo de vínculos.

Relacionamiento con Instituciones Sin Ánimo de Lucro: Aunque las motivaciones por conocimiento son importantes para la relación con los diferentes tipos de actores, en el caso particular de las motivaciones por recursos, éstas tienen un efecto negativo para trabajar con estas instituciones, debido a que a la percepción de los investigadores es que no obtienen los recursos requeridos para su investigación, lo que coloca en evidencia que el acceso a recursos es una motivación relevante en las relaciones con diferentes actores del entorno. Los investigadores pertenecientes a las áreas de las ciencias sociales, naturales, médicas y salud son los que más colaboran con este tipo de actores, esto debido a la naturaleza de su campo de acción que se asocia al trabajo con comunidades sociales y a trabajo de la mano con sus diferentes de necesidades.

5. Conclusiones

La investigación sobre las relaciones de la universidad-sociedad, sus determinantes e impactos en el desarrollo económico y social ha sido desarrollada, considerando principalmente el vínculo con las empresas. Este documento analiza con quien se lleva a cabo la tercera misión universitaria y los factores que desde la perspectiva de profesores investigadores inciden en estas relaciones. Principalmente las relaciones se llevan a cabo con actores gubernamentales, en un 72%. En segundo lugar, con empresas, en un 65%, y finalmente, con instituciones sin ánimo de lucro en un 51%.

Con base en lo propuesto en este trabajo, asociado a que factores a nivel investigador tienen incidencia en las relaciones con diferentes actores socioeconómico. Los resultados obtenidos colocan en evidencia las relaciones con cada tipo de actor del entorno socioeconómico tienen sus propios determinantes, asociados a la naturaleza e intereses propios de cada uno de ellos.

Tabla 3. Modelo de regresión logística binaria para los tipos de actores con los que el profesor investigador se relaciona para el cumplimiento de la tercera misión

Variables Independientes	Empresas	Gobierno	Instituciones Sin Ánimo de Lucro
Categoría (Ref: Junior)			
Asociado	-0,29	0,305	0,142
Senior	0,483	1,269*	0,555
Experiencia previa			
ExpProd	-0,03	0,023	-0,042
ExpAdmoP	-0,012	0,018	0,013
Tiempo de Dedicación a Docencia	-0,035***	0	-0,004
Motivaciones			
MotiCono	0,616	0,646	0,3

MotiRec	0,009	-0,176	-0,693**
Posición en el cuadrante de Stokes (Ref: Bohr)			
Pasteur	0,155	0,691*	0,277
Edison	0,787	0,85	-0,072
NN	-0,694	-0,082	-1,026
Procesos organizacionales			
CapGes	-0,61	0,832*	0,606
CapTransf	0,822*	-0,82*	-0,319
AsignRec	-0,999***	0,734	0,006
Tipo de universidad (Ref: Pública)			
Universidad Privada	0,971***	-0,681	0,387
Área de Conocimiento (Ref.: Humanidades)			
Ciencias Sociales	0,224	-0,373	0,358
Ciencias Naturales	1,362*	-0,398	0,417
Ingenierías y Tecnologías	1,319*	0,292	0,118
Ciencias Médicas y Salud	0,388	-0,491	0,429
Interés por los resultados de la investigación			
Identificar resultados potenciales	-0,109	1,01***	0,476
Seguir el efecto de los resultados	-0,028	-1,366***	-0,948***
Constante	1,172	0,799	-0,121
<hr/>			
<i>Números de casos</i>	211	211	211
<i>Ómnibus del coeficiente del modelo (df = 20)</i>	0,002***	0,014***	0,197
<i>Logaritmo de la verosimilitud</i>	229,164	217,405	267,34
<i>Nagelkerke R2 (Pseudo R2)</i>	0,254	0,226	0,15
<i>Hosmer Lemeshowc (df =8)</i>	0,839	0,968	0,975
<i>Porcentaje de predicción correcta</i>	69,70%	76,30%	62,60%

Nota: *, ** y *** indica que el coeficiente es significativo al 10%, 5% y 1%, respectivamente

Fuente: Elaboración propia.

Aspectos a nivel del profesor investigador tales como su (i) trayectoria, tiene una incidencia significativa en las relaciones con el gobierno. sustentado en que gran parte de los contratos con el gobierno se soportan en convocatorias de méritos, lo que exigen en gran parte de los casos altos niveles de categorización en los investigadores, para el caso de las empresas este factor no es significativo. (ii) el tiempo dedicado a la docencia, tiene un efecto negativo y significativo en las relaciones con actores empresariales, para el caso de los vínculos con el gobierno e ISAL no es significativo, debido a que este tipo de vínculos se asocian a actividades docentes. (iii) la orientación de la actividad del investigador tanto hacia la investigación como al uso incide positivamente en las relaciones con diferentes tipos de actores, particularmente de manera significativa con el gobierno. (iv) la naturaleza de la institución de la que provienen los investigadores, así como su percepción sobre los procesos organizacionales que éstas aplican para llevarlos a cabo tienen un efecto importante sobre su decisión de con quien relacionarse, considerando que las condiciones que circunscriben a los individuos en la organización influyen sobre el comportamiento y desempeño de estos.

Con base en lo antes expuesto, se puede afirmar que la decisión de con quién

relacionarse no solo depende del perfil e intereses del investigador, sino que también está influenciado por la naturaleza de la universidad de origen y de los procesos organizacionales de la universidad que incluyen procesos, recursos, personal de apoyo dispuestos para ello. Estos resultados entonces contribuyen a direccionar las políticas y estrategias de estímulo de estas de una manera efectiva y que permitan aumentar la visibilidad del impacto de las acciones de la universidad sobre su entorno socioeconómico.

6. Referencias

- Agrawal, A. (2001). University-to-industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions. *International Journal of Management Reviews*, 3(4), 285–302. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00069>
- Alvarez, G. (2013). La Percepcion De La Organizacion: Clave Para La Comprension Del Comportamiento Del Individuo En La Organizacion. *Revista Sobre Relaciones Industriales y Laborales*, 0, 29–48. Retrieved from <http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/rrii2/article/view/1009/913>
- Arza, V. (2010). Channels, benefits and risks of public–private interactions for knowledge transfer: conceptual framework inspired by Latin America. *Science and Public Policy*, 37(7), 473–484. <https://doi.org/10.3152/030234210X511990>
- Arza, V., & Vazquez, C. (2010). Interactions between public research organisations and industry in Argentina. *Science and Public Policy*, 37(7), 499–511. <https://doi.org/10.3152/030234210X512728>
- Azagra-Caro, J. M., Archontakis, F., Gutiérrez-Gracia, A., & Fernández-de-Lucio, I. (2006). Faculty support for the objectives of university-industry relations versus degree of R&D cooperation: The importance of regional absorptive capacity. *Research Policy*, 35(1), 37–55. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.08.007>
- Baldini, N. (2008). Negative effects of university patenting: Myths and grounded evidence. *Budapest Scientometrics*, 75(2), 289–311. <https://doi.org/10.1007/s11192-007-1865-y>
- Banal-Estañol, A., Jofre-Bonet, M., & Lawson, C. (2015). The double-edged sword of industry collaboration: Evidence from engineering academics in the UK. *Research Policy*, 44(6), 1160–1175. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.02.006>
- Battaglia, D., Landoni, P., & Rizzitelli, F. (2017). Organizational structures for external growth of University Technology Transfer Offices: An explorative analysis. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.017>
- Bekkers, R., & Bodas Freitas, I. M. (2008). Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter? *Research Policy*, 37(10), 1837–1853. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.07.007>
- Bercovitz, J., & Feldmann, M. (2006). Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. *Journal of Technology Transfer*, 31(1), 175–188. <https://doi.org/10.1007/s10961-005-5029-z>
- Bonaccorsi, A., Secondi, L., Setteducati, E., & Ancaiani, A. (2014). Participation and commitment in third-party research funding: Evidence from Italian Universities. *Journal of Technology Transfer*, 39(2), 169–198. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9268-5>
- Craig Boardman, P., & Ponomarev, B. L. (2009). University researchers working with private companies. *Technovation*, 29(2), 142–153. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.03.008>
- D’Este, P., & Perkmann, M. (2007). Appropriability, Proximity, Routines and Innovation: Why Do Academics Work With Industry? a Study of the Relationship Between Collaboration Rationales and Channels of Interaction. *Innovation*.
- D’Este, P., & Perkmann, M. (2011a). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. *The Journal of Technology Transfer*, 36(3), 316–339. <https://doi.org/10.1007/s10961-010-9153-z>
- D’Este, P., & Perkmann, M. (2011b). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. *Journal of Technology Transfer*, 36(3), 316–339. <https://doi.org/10.1007/s10961-010-9153-z>

- Dietz, J. S., & Bozeman, B. (2005). Academic careers, patents, and productivity: Industry experience as scientific and technical human capital. *Research Policy*, 34(3), 349–367. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.01.008>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Geuna, A., & Nesta, L. J. J. (2006). University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence. *Research Policy*, 35, 790–807. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.04.005>
- Giuliani, E., & Arza, V. (2009). What drives the formation of “valuable” university–industry linkages?. Insights from the wine industry. *Research Policy*, 38(6), 906–921. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.02.006>
- Giuliani, E., Morrison, A., Pietrobelli, C., & Rabelotti, R. (2010). Who are the researchers that are collaborating with industry? An analysis of the wine sectors in Chile, South Africa and Italy. *Research Policy*, 39(6), 748–761. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.03.007>
- Haeussler, C., & Colyvas, J. A. (2011). Breaking the Ivory Tower: Academic entrepreneurship in the life sciences in UK and Germany. *Research Policy*, 40(1), 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.012>
- Halilem, N. (2010). Inside the Triple Helix: An Integrative Conceptual Framework of the Academic Researcher’s Activities, a Systematic Review. *Journal of Research Administration*, 41(3), 23–50. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2012.08.017>
- Jacobson, N., Butterill, D., & Goering, P. (2004). Organizational Factors that Influence University-Based Researchers’ Engagement in Knowledge Transfer Activities. *Science Communication*. <https://doi.org/10.1177/1075547003262038>
- Jurado, J. V., Henríquez, L. M., Castro, E., & Fernández, I. (2011). Las relaciones universidad–empresa: tendencias y desafíos en el marco del espacio Iberoamericano del conocimiento. *Revista Iberoamericana de Educación*, 57, 109–124. Retrieved from <http://www.rieoei.org/rie57a04.pdf>
- Landry, R., Amara, N., & Rherrad, I. (2006). Why are some university researchers more likely to create spin-offs than others? Evidence from Canadian universities. *Research Policy*, 35(10), 1599–1615. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.020>
- Manjarrés-Henríquez, L., Gutiérrez-Gracia, A., Carrión-García, A., & Vega-Jurado, J. (2009). The effects of university–industry relationships and academic research on scientific performance: Synergy or substitution? *Research in Higher Education*, 50(8), 795–811. <https://doi.org/10.1007/s11162-009-9142-y>
- Manjarrés-Henríquez, L., Gutierrez-Gracia, A., & Vega-Jurado, J. (2008). Coexistence of university–industry relations and academic research: Barrier to or incentive for scientific productivity. *Scientometrics*, 76(3), 561–576. <https://doi.org/10.1007/s11192-007-1877-7>
- Mendoza, P. (2012). The Role of Context in Academic Capitalism: The Industry-Friendly Department Case. *The Journal of Higher Education*, 83(1), 26–48. <https://doi.org/10.1353/jhe.2012.0002>
- Meyer-Krahmer, F., & Schmoch, U. (1998). Science-based technologies: university–industry interactions in four fields. *Research Policy*, 27(8), 835–851. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(98\)00094-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00094-8)
- Molas-Gallart, J., Salter, A., Patel, P., Scott, A., & Duran, X. (2002). Measuring Third Stream Activities: Final Report to the Russel Group of Universities. *SPRU-Science and Technoly Policy Research*, (April), 85.
- Mustar, P., Renault, M., Colombo, M. G., Piva, E., Fontes, M., Lockett, A., ... Moray, N. (2006). Conceptualising the heterogeneity of research-based spin-offs: A multi-dimensional taxonomy. *Research Policy*, 35(2), 289–308. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.11.001>
- OCTS-OEI, & RICYT. (2017). *Manual de Valencia*.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’Este, P., ... Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007>
- Schuelke-Leech, B. A. (2013). Resources and research: An empirical study of the influence of departmental research resources on individual STEM researchers involvement with industry. *Research Policy*, 42(9), 1667–1678. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.06.010>
- Siegel, D. S., Veugelers, R., & Wright, M. (2007). Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: Performance and policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 23(4), 640–660. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grm036>
- Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: An exploratory study. *Research Policy*, 32(1),

- 27–48. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00196-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00196-2)
- Stokes, D. (1997). *Pasteur's Quadrant*. Retrieved from https://scholar.google.com/scholar?cluster=15707179557675195810&hl=es&as_sdt=2005&sciodt=0,5
- Tartari, V., & Breschi, S. (2012). Set them free : scientists ' evaluations of the benefits and costs of university – industry research collaboration, *21*(5), 1117–1147. <https://doi.org/10.1093/icc/dts004>
- Tartari, V., & Salter, A. (2015). The engagement gap: Exploring gender differences in University - Industry collaboration activities. *Research Policy*, *44*(6), 1176–1191. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.01.014>
- Thune, T., & Gulbrandsen, M. (2011). Institutionalization of university–industry interaction: an empirical study of the impact of formal structures on collaboration patterns. *Science and Public Policy*, *38*(2), 99–107. <https://doi.org/10.3152/030234211X12924093660110>
- Torres, A., Dutrénit, G., Sampedro, J. L., & Becerra, N. (2011). What are the factors driving university–industry linkages in latecomer firms: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, *38*(1), 31–42. <https://doi.org/10.3152/030234211X12924093660390>
- Vega-jurado, J., Fernández-de-lucio, I., & Huanca-lópez, R. (2007). ¿ LA RELACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA EN AMÉRICA LATINA : APROPIACIÓN INCORRECTA DE MODELOS FORÁNEOS ? Introducción, *2*(2).

Estilos de liderazgo, comportamiento integracional colaborativo y ambidestreza en grupos de investigación universitarios

Robinsson Cardona Cano
Universidad de Antioquia, Departamento de Ciencias Administrativas, Colombia
robinsson.cardona@udea.edu.co

Esteban López Zapata
Universidad de Antioquia, Departamento de Ciencias Administrativas, Colombia
esteban.lopez@udea.edu.co

Resumen

Este estudio busca entender la influencia de los estilos de liderazgo transformacional, transaccional, laissez faire y el comportamiento integracional colaborativo del equipo con respecto a la ambidestreza organizacional (integración de aprendizajes de exploración y explotación) en grupos de investigación universitarios, para conocer la afectación de los procesos de creación y transferencia de los productos del conocimiento hacia otros actores de su entorno. Con una muestra de 506 investigadores integrantes de 165 grupos de investigación, se realizó un análisis de modelos de regresión múltiple, a partir de los cuales se encontró que el liderazgo transformacional del coordinador y el comportamiento integracional colaborativo del equipo influyen positivamente sobre la ambidestreza organizacional de los grupos de investigación, el liderazgo transaccional también influye positivamente, pero con menor intensidad y el estilo laissez faire no presenta una influencia significativa.

Palabras clave

Ambidestreza organizacional, liderazgo transformacional, liderazgo transaccional, liderazgo laissez faire, comportamiento integracional colaborativo, grupos de investigación.

1. Introducción

Las Instituciones de Educación Superior (IES) enfrentan el reto de transferir el conocimiento que generan hacia la sociedad, proceso en el cual los grupos de investigación juegan un papel sustancial, en articulación con las unidades encargadas de la transferencia tecnológica universitaria. Sin embargo, este proceso se enfrenta a múltiples dificultades como la ineficacia de los incentivos individuales a investigadores (Viana-Barcelo et al., 2012), la limitada gestión institucional de los beneficios del conocimiento desarrollado (Acevedo-Jaramillo et al., 2005), las tensiones derivadas del proceso de transferencia de conocimiento, particularmente en universidades públicas (Morales- Rubiano et al., 2014) o la limitada flexibilidad y capacidad de aprendizaje (Pineda-Márquez et al., 2011).

La gestión exitosa de la transferencia de los resultados de investigación puede depender tanto del tipo de conocimiento que se produce, como de la orientación y el alcance que los grupos de investigación le dan al mismo. En este sentido, la literatura evidencia otras brechas asociadas, por un lado, al desconocimiento del aprendizaje organizacional en los grupos de investigación, tanto para explorar conocimiento como para la explotación del mismo por medio de procesos de transferencia de resultados de

investigación, desde la lógica de la ambidestreza organizacional (López-Zapata et al., 2012); por otro lado, al escaso conocimiento del rol que desempeñan los coordinadores de los grupos de investigación desde sus estilos de liderazgo o la influencia del comportamiento integracional colaborativo de los integrantes de los grupos de investigación (Simsek et al., 2005), aspectos que aborda el presente estudio al interior de una universidad pública.

De esta manera, este trabajo busca analizar la influencia de diversos estilos de liderazgo (transformacional, transaccional, laissez faire) de los coordinadores y el comportamiento integracional colaborativo del equipo con respecto a la ambidestreza organizacional (integración de aprendizajes de exploración y explotación) en grupos de investigación universitarios.

2. Marco teórico

Uno de los debates centrales que ha impulsado el desarrollo de la literatura sobre el aprendizaje organizativo ha sido la necesidad de explicar cómo hacen las organizaciones para desarrollar simultáneamente sus aprendizajes de exploración y explotación. Mientras la exploración supone la adquisición de conocimientos nuevos para la organización y se asocia a términos como asunción de riesgos, experimentación, flexibilidad, descubrimiento o innovación; la explotación se refiere a la extensión de los conocimientos que la organización ya posee y se asocia a conceptos como refinamiento, eficiencia, implantación y ejecución (March, 1991). En el contexto de los grupos de investigación universitarios, la exploración puede asociarse con los esfuerzos que se desarrollan para abordar nuevas líneas y preguntas de investigación, mientras que la explotación puede reflejarse en las actividades encaminadas a aprovechar los conocimientos acumulados. La ambidestreza organizacional puede ser entendida como esa capacidad que tienen algunas organizaciones para desarrollar de forma simultánea y equilibrada los aprendizajes de exploración y de explotación (Benner y Tushman, 2003; Gibson y Birkinshaw, 2004; Jansen et al., 2008).

El liderazgo es uno de los factores que puede ayudar a explicar la capacidad de ambidestreza de una organización o de un grupo específico. Inclusive se ha utilizado el concepto de liderazgo ambidiestro para referirse a la capacidad que tiene el líder de una organización de fomentar comportamientos de exploración y de explotación de manera simultánea, flexible, equilibrada y exitosa en los demás integrantes del grupo, por incrementar o reducir la varianza en sus comportamientos (Probst et al., 2011; Rosing et al., 2011). En este caso, el liderazgo toma un papel preponderante, ya que la participación suficiente en la explotación del conocimiento asegura la viabilidad actual de la organización y, al mismo tiempo, dedicar suficiente energía para la exploración, ayuda a asegurar la viabilidad futura de la organización (O'Reilly III y Tushman, 2008).

Sin embargo, puede haber conflicto entre la explotación y la exploración, entendido como la manera en que la eficiencia y el control promovidos por la primera riñe con la incertidumbre y la experimentación fomentadas por la segunda, además no es claro el momento para ejercer cierto tipo de liderazgo (transformacional, transaccional o laissez faire), por lo cual para una IES son temas críticos, en tanto los líderes pueden apoyar el fomento del espíritu emprendedor y aliviar las inseguridades del equipo para participar en la investigación y comercialización de los resultados (Chang et al., 2009); en este punto, el comportamiento integracional colaborativo del

grupo de investigación puede contribuir a diseñar y dar forma a una organización ambidiestra (Carmeli y Halevi, 2009), lo anterior, entendiendo que dicho comportamiento es el grado en el que el grupo, para este caso de investigación, se dedica a la interacción mutua y la colaboración, tanto desde dimensiones sociales (colaboración) y las relacionadas con las tareas en términos de cantidad y calidad de la información a intercambiar y con su efecto en la toma de decisiones (Lubatkin et al., 2006). Para el presente estudio, la conducta de colaboración se basa en el concepto de integración social (Sousa y Van Dierendonck, 2016).

Así, en los aspectos mencionados, el estilo del líder cumple un papel importante, con miras a asegurar el resultado esperado por la organización, reducir la incertidumbre de sus integrantes y mantener su estabilidad (Contreras-Torres y Barbosa-Ramírez, 2013). Dicha observación se realiza desde la teoría de Bass (1991), que distingue tres estilos de liderazgo: en primer lugar, el estilo de liderazgo transformacional, que se caracteriza por comportamientos como la influencia idealizada (carisma), la motivación inspiracional, la estimulación intelectual y la consideración individualizada; en segundo lugar, el estilo de liderazgo transaccional que se caracteriza por el uso de recompensas contingentes y la dirección activa por excepción; y en tercer lugar, el estilo de liderazgo *laissez faire* que se caracteriza por comportamientos pasivos y evitativos (poco involucramiento en la toma de decisiones) (Avolio y Bass, 2004).

En el marco de grupos de investigación universitarios, Chang et al. (2009) observa que el liderazgo académico es una de las principales estrategias de fomento de la ambidestreza con relación a los mecanismos de comercialización, por ejemplo, el liderazgo transformacional crea una mayor alineación en torno a visiones y misiones estratégicas, crea mayor cohesión, compromiso y menor rotación de los integrantes del grupo, al generar entornos más seguros de trabajo. El liderazgo transformacional favorece el desarrollo de la capacidad de aprendizaje de los equipos de trabajo a través de la estimulación intelectual (López-Zapata et al., 2017), influye en la capacidad de una organización para perseguir la innovación de explotación y de exploración, al promover su ambidestreza (Jansen et al., 2005). En equipos de I + D, este tipo de liderazgo se encuentra relacionado con la calidad de los proyectos de investigación, al fomentar el pensamiento y soluciones que van más allá de los conocimientos convencionales y se orientan a innovaciones radicales (Rosing et al., 2011). Con base en estos argumentos y dadas las similitudes entre equipos de I+D característicos del ámbito empresarial y grupos de investigación universitarios, se propone la siguiente hipótesis:

- H₁: El liderazgo transformacional influye de forma positiva sobre la ambidestreza de grupos de investigación.

El liderazgo transaccional se encuentra más estrechamente relacionado con las actividades de explotación que con las de exploración (Jansen et al., 2006), aspectos que se ven corroborados en que el estilo transaccional tiene una relación negativa frente a factores como la gestión de la calidad (Hirtz et al., 2007; Alharbi y Yusoff, 2012). Se ha identificado una relación positiva entre liderazgo transaccional y la explotación, pero la relación no es significativa frente a la velocidad de salida al mercado, lo que limita el impacto de la explotación. Por otro lado, se han identificado correlaciones negativas entre este tipo de liderazgo y la innovación exploratoria bajo altas condiciones de dinamismo ambiental (Rosing et al., 2011). Teniendo en cuenta estos antecedentes, se plantea la siguiente hipótesis:

- H₂: El liderazgo transaccional influye de manera negativa sobre la ambidestreza de grupos de investigación.

Debido a que en el liderazgo laissez faire se presenta baja productividad, la cual aumenta únicamente con la ausencia del líder; además, se genera baja calidad del trabajo y subgrupos, no hay cohesión grupal, produce menos concentración, bajo desempeño, menor satisfacción y los participantes no conocen claramente las metas por alcanzar (Fernández-Pomalaza et al., 2015), todo ello desemboca en la dificultad de desarrollar procesos de aprendizaje organizacional, y se encuentra en contradicción con la relación positiva entre la ambidestreza y el desempeño (López- Zapata et al., 2012). Este tipo de liderazgo es fundamental cuando los individuos tienen mucha experiencia y poca iniciativa. Por ello, se propone la siguiente hipótesis:

- H₃: El liderazgo laissez faire influye de manera negativa sobre la ambidestreza de grupos de investigación.

Algunos estudios han mostrado una asociación positiva entre la integración del comportamiento y la ambidestreza en sectores específicos como el de las pequeñas y medianas empresas (pymes) (Lubatkin et al., 2006). Estos autores, sugieren que la integración conductual es esencial para lograr una orientación ambidiestra y que la búsqueda conjunta de una orientación hacia la exploración y la explotación afecta el rendimiento. Lo anterior sugiere que los líderes necesitan comportamientos de apertura y cierre para fomentar la exploración y la explotación entre sus colaboradores y para facilitar la innovación en el nivel de equipo (Zacher et al., 2015). Por otro lado, los equipos fragmentados o aquellos donde predomine el comportamiento individual, no aprovecharán todo su potencial, serán incapaces de compensar la racionalidad de sus miembros por separado, mediante la integración de sus procesos de toma de decisiones o mediante el intercambio de la información y la colaboración, limitando la ambidestreza (Iborra y Dasí, 2012). Sin embargo, es importante señalar que la integración puede ser vista como una tensión importante en las organizaciones ambidiestras (Tahar et al., 2011). De esa manera, Crossan et al. (1999) identifican en el aprendizaje de exploración el proceso por el cual la intuición y la interpretación de un miembro del equipo se convierten en partes institucionalizadas del aprendizaje organizacional, y es caracterizado por las percepciones individuales, razonamiento e intuición que se configura a través de la experimentación de grupo, la toma de riesgos y fomenta la innovación a partir de la comprensión compartida. Por su parte, el aprendizaje de explotación afecta el comportamiento individual, al iniciar con una estructura institucional del equipo que fluye hacia abajo (miembros del equipo), quienes interpretan el proceso de aprendizaje en términos de los procesos de colaboración. Se plantea entonces la última hipótesis:

- H₄: El comportamiento integracional colaborativo influye de manera positiva sobre la ambidestreza de grupos de investigación.

3. Metodología

En esta sección se presenta la forma como se seleccionó la muestra del estudio, las escalas de medida utilizadas y los procesos realizados para el análisis estadístico de datos, con el fin de validar las escalas y contrastar las hipótesis de investigación.

- Población y muestra

La población seleccionada fueron los integrantes de 268 grupos de investigación de la Universidad de Antioquia clasificados por el Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnología e Innovación (Colciencias) en la convocatoria 737 de 2015. Para seleccionar la muestra se tuvo en cuenta lo dispuesto en el marco del Sistema de Investigación Universitario (SIU) respecto a la distribución por áreas de conocimiento, y se realizó una distribución intencionada buscando que la composición de la muestra reflejara las proporciones de grupos de investigación por área de conocimiento y buscando garantizar la participación de por lo menos tres investigadores por cada grupo. Con base en ello, se obtuvieron 506 respuestas de integrantes de 165 grupos de investigación. La tabla 1 describe la distribución de esta muestra.

Tabla 1. Composición de la muestra

		Nº de grupos	Nº de investigadores	Porcentaje de grupos (%)	Porcentaje de investigadores (%)
Área de los grupos de investigación según SIU	Ingeniería y tecnología	24	83	15	16
	Ciencias sociales, humanidades y artes	55	173	33	34
	Ciencias médicas y de la salud	58	166	35	33
	Ciencias exactas y naturales	28	84	17	17
	Total	165	506	100	100
Tiempo de existencia de los grupos - Edad	Entre 2 y 10 años	41	119	25	24
	Entre 11 y 19 años	83	287	50	56
	Entre 20 y 27 años	30	70	18	14
	Entre 28 y 44 años	11	30	7	6
	Total	165	506	100	100
Clasificación Colciencias	A – A1 – A2	66	197	40	39
	B	51	148	31	29
	C	31	105	18	21
	D	6	11	4	2
	Reconocidos	11	45	7	9
	Total	165	506	100	100

Fuente: Elaboración propia

- Instrumento y escalas de medida

Para efecto del presente estudio se utilizaron escalas tipo Likert de cinco niveles (1: totalmente en desacuerdo; 5: totalmente de acuerdo), construidas a partir de la revisión de literatura. Las escalas de “liderazgo transformacional” (9 ítems), “liderazgo transaccional” (4 ítems) y “liderazgo laissez faire” (4 ítems) se adaptaron del instrumento MLQ de Bass y Avolio (2000).

Para medir el “comportamiento integracional colaborativo” se utilizó la escala de Simsek et al. (2005) (3 ítems). Finalmente, para medir la ambidestreza organizacional se adaptaron las escalas de “aprendizaje de exploración” de Lubatkin et al. (2006) (5 ítems) y de “aprendizaje de explotación” de Zacher et al. (2016) (5 ítems) teniendo en cuenta la naturaleza de los grupos de investigación universitarios, cuyos objetivos difieren de los equipos directivos del context empresarial, en los cuales se aplicaron las escalas originales. La ambidestreza se aborda como la suma de las escalas de exploración y explotación. Todos los ítems se presentan en la tabla 2.

- Recolección y análisis de los datos

Para analizar la validez del instrumento se elevó una consulta a expertos para revisar la pertinencia y la aplicabilidad respecto a los constructos y las variables utilizadas; por otro lado, se llevó a cabo una prueba piloto con 40 integrantes de grupos de investigación, para observar la consistencia interna, externa y la validez del instrumento para la modalidad física y virtual. Seguidamente se hicieron ajustes y se procedió a aplicar el cuestionario ajustado con el que se obtuvieron 506 observaciones, distribuidos en 363 virtuales y 143 en formato físico.

Por último, se analizó la totalidad de datos obtenidos; para ello se hizo un análisis de la validez y la fiabilidad de las escalas, mediante un análisis factorial confirmatorio (AFC) usando el programa EQS 6.1, con el método de estimación de máxima verosimilitud robusto. Adicionalmente, a través de un análisis de la varianza (ANOVA) de las principales variables, se verificó que no existieran diferencias significativas entre las muestras correspondientes a cada método de recolección de información (tipo de cuestionario físico o virtual). Para finalizar, se elaboraron varios modelos de regresión lineal múltiple, con el fin de contrastar las hipótesis, utilizando el paquete estadístico SPSS Statistics 23.

4. Resultados

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis factorial confirmatorio, a partir del cual se puede verificar la fiabilidad y validez convergente de las escalas de medida. En primer lugar, se aprecia que las cargas factoriales estandarizadas (CFE) de todas las variables son superiores a 0,7 y que los valores de Alpha de Cronbach (CA) y fiabilidad compuesta (CR) de todos los constructos también son superiores a 0,7, con lo cual se confirma su fiabilidad (Hair et al., 1999). En segundo lugar, la varianza media extraída (AVE) de cada constructo es superior a 0,5, lo cual confirma su validez convergente, ya que más de la mitad de la varianza de las variables está explicada por su constructo correspondiente (Hair et al., 1999).

Adicionalmente, se presentan los factores de inflación de la varianza (VIF), los cuales son inferiores a 5 para todos los constructos. Esto indica que no existen problemas significativos de multicolinealidad entre los constructos incluidos en la investigación (Hair et al., 1999).

Para analizar la validez discriminante, como se observa en la tabla 3, las correlaciones entre los factores son inferiores a la raíz cuadrada de la varianza media extraída (AVE) de cada factor (Fornell y Larcker, 1981).

Por otra parte, se verificó que el intervalo de confianza de cada una de las correlaciones no incluyera la unidad (Anderson y Gerbing, 1988). De esta manera, se garantiza la validez discriminante de las escalas utilizadas.

Tabla 2. Análisis de fiabilidad y validez convergente

Constructo	Variable	Ítem	CFE	CA	CR	AVE	VIF
F1: Liderazgo transformacional	LTF1	Me inculca orgullo por estar asociado con él/ella	0,753	0,938	0,935	0,617	2,086
	LTF2	Va más allá de sus intereses por el bienestar del grupo	0,784				
	LTF3	Habla de sus valores y creencias más importantes	0,720				
	LTF4	Especifica la importancia de tener un fuerte sentido de propósito	0,850				
	LTF5	Habla optimistamente del futuro	0,788				
	LTF6	Expresa confianza en que las metas serán alcanzadas	0,840				
	LTF7	Enfatiza el valor de cuestionar los supuestos	0,756				
	LTF8	Busca diferentes perspectivas cuando resuelve problemas	0,760				
	LTF9	Me ayuda a desarrollar mis fortalezas	0,810				
F2: Liderazgo transaccional	LTS1	Focaliza la atención en irregularidades, errores, excepciones y desviaciones de los estándares	0,750	0,892	0,892	0,675	1,178
	LTS2	Concentra toda su atención en tratar con errores, quejas y fallas	0,817				
	LTS3	Mantiene un seguimiento de todos los errores	0,865				
	LTS4	Dirige mi atención hacia fallas para lograr los estándares	0,850				
F3: Liderazgo <i>laissez faire</i>	LLF1	Evita involucrarse cuando surge un tema importante	0,814	0,919	0,920	0,743	1,292
	LLF2	Está ausente cuando se le necesita	0,834				
	LLF3	Evita tomar decisiones	0,928				
	LLF4	Dilata la respuesta a cuestiones urgentes	0,867				
F4: Comportamiento integracional – colaborativo	CIC1	Cuando un miembro del grupo está ocupado, otros miembros se ofrecen como voluntarios para ayudar a manejar la carga de trabajo	0,815	0,890	0,896	0,741	1,693
	CIC2	Los miembros del grupo son flexibles para intercambiar responsabilidades y facilitar las cosas a los demás	0,910				
	CIC3	Los miembros del grupo están dispuestos a ayudarse unos a otros para completar los trabajos y cumplir con los plazos	0,855				
F5: Aprendizaje por exploración	EXPR1	El grupo basa su éxito en su capacidad para explorar nuevos conocimientos en sus líneas de investigación	0,760	0,904	0,906	0,659	2,494
	EXPR2	El grupo crea productos de conocimiento que son novedosos para su entorno	0,821				
	EXPR3	El grupo busca formas creativas para responder las preguntas de sus líneas de investigación	0,857				
	EXPR4	El grupo se aventura permanentemente en nuevas líneas y preguntas de investigación	0,799				
	EXPR5	El grupo establece metas de forma activa para desarrollar nuevas líneas y preguntas de investigación	0,819				
F6: Aprendizaje por explotación	EXPT1	El grupo suele usar conocimiento en actividades en las que ha acumulado mucha experiencia	0,801	0,912	0,912	0,676	2,197
	EXPT2	El grupo se enfoca en actividades que sirvan para profundizar en sus líneas de investigación actuales	0,837				
	EXPT3	El grupo desarrolla actividades que claramente sabe cómo realizar por su conocimiento acumulado	0,829				
	EXPT4	El grupo centra sus actividades en la aplicación del conocimiento adquirido desde sus líneas de investigación	0,801				
	EXPT5	El grupo desarrolla actividades que le permiten usar adecuadamente su base de conocimiento actual	0,842				

CFE: Carga factorial estandarizada. CA: Alpha de Cronbach. CR: Fiabilidad compuesta. AVE: Varianza media extraída. VIF: Factor de inflación de la varianza
S-B Chi cuadrado (g.l. = 390) = 732,5790 ($p < 0,01$); BBNFI = 0,891; BBNNFI = 0,939; CFI = 0,945; IFI = 0,946; RMSEA = 0,042 (0,037 – 0,046)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Análisis de validez discriminante

	Desviación estándar	Media	F1	F2	F3	F4	F5	F6
F1: Liderazgo transformacional	0,815	4,261	0,786					
F2: Liderazgo transaccional	1,151	3,187	0,288	0,822				
F3: Liderazgo <i>laissez faire</i>	1,039	1,738	-0,43	0,143	0,862			

F4: Comportamiento integracional colaborativo	1,022	3,986	0,550	0,155	-0,196	0,861	
F5: Aprendizaje de exploración	0,894	4,037	0,677	0,286	-0,242	0,649	0,812
F6: Aprendizaje de explotación	0,795	4,261	0,617	0,240	-0,244	0,610	0,777 0,822

En la parte inferior de la diagonal: correlación estimada entre los factores; diagonal: raíz cuadrada del varianza media extraída (AVE)

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizaron los modelos de regresión que se presentan en la tabla 4. Allí se puede ver que el modelo 1, que solo incluye las variables de control como variables independientes explica el 0,26% de la varianza de la ambidestreza ($R^2=0,026$). En el caso del modelo 2, que además de las variables de control incluye las variables relacionadas con las hipótesis, se explica el 53,4% de la varianza de la ambidestreza ($R^2=0,534$).

En el modelo 2 se puede observar que hay un efecto positivo significativo sobre la ambidestreza por parte de los estilos de liderazgo transformacional y transaccional, y por parte del comportamiento integracional colaborativo. Sin embargo, el tamaño del efecto del liderazgo transaccional es menor en comparación con las otras dos variables. En el caso del liderazgo *laissez faire*, no se aprecia una relación significativa frente a la ambidestreza.

Tabla 4. Modelos de regresión

Modelos con variable dependiente: Ambidestreza	Modelo 1		Modelo 2	
	Beta	Valor t	Beta	Valor t
Edad	-0,081	(-1,530)	0,041	(1,098)
Grupo A	0,037	(0,653)	0,061	(1,525)
Ciencias médicas y de la salud	-0,039	(-0,625)	-0,065	(-1,513)
Ciencias exactas y naturales	0,138**	(2,367)	0,029	(0,707)
Ciencias sociales, humanas y artes	0,031	(0,473)	-0,041	(-1,052)
Liderazgo transformacional			0,426***	(10,525)
Liderazgo transaccional			0,093***	(2,758)
Liderazgo <i>laissez faire</i>			0,001	(0,018)
Comportamiento integracional colaborativo			0,381***	(10,532)
F		2,652**		63,052***
R2		0,026		0,534
R2 Ajustado		0,016		0,525
N		506		506

Para cada variable se presenta el coeficiente estandarizado beta y el valor t (entre paréntesis).

Niveles de significancia: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$.

Fuente: Elaboración propia

5. Discusión y análisis

Se presenta una relación significativa entre los liderazgos transformacional y transaccional, y el comportamiento integracional sobre la ambidestreza de los grupos de investigación. En la tabla 5 se resumen los resultados obtenidos con respecto a las hipótesis planteadas.

Tabla 5 . Resultados de hipótesis

	Hipótesis	Influencia esperada	Resultados obtenidos
H ₁	El liderazgo transformacional influye de forma positiva sobre la ambidestreza de grupos de investigación	Positiva	Positiva
H ₂	El liderazgo transaccional influye de manera negativa sobre la ambidestreza de grupos de investigación.	Negativa	Positiva
H ₃	El liderazgo <i>laissez faire</i> influye de manera negativa sobre la ambidestreza de grupos de investigación.	Negativa	No significativa
H ₄	El comportamiento integracional colaborativo influye de manera positiva sobre la ambidestreza de grupos de investigación	Positiva	Positiva

Fuente: Elaboración propia

Se puede evidenciar que la hipótesis H₁, sobre la idea de que el liderazgo transformacional influye de forma positiva sobre la ambidestreza de los grupos de investigación, es posible respaldarla, lo cual evidencia que efectivamente este tipo de liderazgo favorece procesos de aprendizaje ambidiestro, de manera que aporte a procesos de innovación jalonados por grupos de investigación, en tanto prioriza la alineación de sus integrantes en torno a visiones y misiones compartidas, favoreciendo la cohesión, el compromiso y la menor rotación de sus integrantes. De igual manera es posible pensar que los líderes de estos grupos estén en capacidad de crear ambientes en pro de favorecer la ambidestreza del grupo de investigación, como lo postulan Jansen et al. (2008) y Rosing et al. (2011).

En el caso de la hipótesis H₂, que postula una influencia negativa del liderazgo transaccional sobre la ambidestreza de grupos de investigación, se rechaza la hipótesis; los resultados obtenidos muestran la existencia de una relación positiva y, por tanto, para los grupos de investigación universitarios, este tipo de liderazgo influye sobre la ambidestreza. Este aspecto es contrario a lo planteado por Alharbi y Yusoff (2012) y Hirtz et al. (2007) en el contexto empresarial, esta sería una invitación a profundizar en un estudio futuro para entender este comportamiento de ambidestreza en grupos de investigación universitarios, pero de cara a las dinámicas de mercado, de manera tal que sea posible identificar si la relación positiva se mantiene en este ámbito o, por el contrario, se evidencia la tendencia negativa propuesta por Rosing et al. (2011).

Dicha influencia positiva es menor que en el caso del liderazgo transformacional. Lo anterior sugiere que, aunque las recompensas contingentes y la administración por excepción, que caracterizan al liderazgo transaccional, pueden influir sobre la exploración y la explotación de los grupos de investigación, sigue siendo más relevante el impacto del carisma, la influencia idealizada, la motivación inspiracional y la estimulación intelectual sobre la ambidestreza

Para la hipótesis H₃, que plantea que el liderazgo *laissez faire* influye de manera negativa sobre la ambidestreza de grupos de investigación, el presente estudio no encuentra una relación estadísticamente significativa.

Con respecto a la hipótesis H₄, que propone una influencia positiva del comportamiento integracional colaborativo sobre la ambidestreza de grupos de investigación, es factible decir que se respalda el supuesto. De esta manera, queda claro que el comportamiento integracional colaborativo desempeña un papel importante para

buscar la ambidestreza en los grupos de investigación, con miras a fomentar el uso del conocimiento creado por estos, bajo la vía de la transferencia tecnológica y la apropiación de aquel en las dinámicas de generación de nuevo conocimiento, aspecto que refleja el mismo comportamiento encontrado por Lubatkin et al. (2006) para el ámbito empresarial.

Este tipo de resultados es esperado, teniendo en cuenta que el sistema de ciencia, tecnología e innovación, que se promueve en el país por parte de Colciencias, incentiva la creación de conocimiento de manera colaborativa, bajo la figura de grupos de investigación, lo cual influye, en algunos casos, de manera tácita, en la integración de saberes o talentos con miras a la producción científica, así esta sea generadora de tensiones, como lo proponen Tahar et al. (2011).

6. Conclusiones

La relación del liderazgo transaccional con la ambidestreza, puede ser indicio de que los grupos de investigación vienen trabajando bajo una mirada orientada al intercambio de conocimiento con agentes externos, ya sea con fines económicos o sociales, lo cual permite pensar que hay un ambiente proclive a desarrollar, de manera intencionada y sistemática, acciones que busquen la transferencia de los activos de conocimiento o las tecnologías que los grupos poseen. Otra interpretación puede ser que el modelo propuesto por el sistema de ciencia, tecnología e innovación viene favoreciendo este liderazgo, vía políticas de incentivo de ingreso económico, de financiación o reconocimiento en las comunidades científicas.

Para el caso de la relación positiva del liderazgo transformacional ya evidenciada en la literatura del ámbito empresarial, puede ser resultado de un modelo propio del contexto colombiano, donde la generación de grupos de investigación implica la determinación de líderes reconocidos que incentiven a otras personas a integrar los grupos de investigación o avanzar en líneas de conocimiento en el marco de la misión universitaria de la investigación y la docencia.

Por otra parte, es de esperarse la relación positiva del comportamiento colaborativo en la ambidestreza, pues ha sido una conducta de trabajo promovida por años en el país por la política de reconocimiento de grupos propuesta por Colciencias, para la generación de conocimiento. Ello implica desarrollar estrategias claras, desde las unidades de transferencia tecnológica, para aprovechar las dinámicas colaborativas que se presentan al interior del grupo, con miras a fomentar los procesos de exploración y explotación del conocimiento que beneficien actores sociales o económicos del territorio, o se pueda aprovechar los hallazgos en las actividades de investigación aplicada del grupo.

Este aspecto puede redundar de manera positiva en el rendimiento que espera el sistema de ciencia, tecnología e innovación del país, a la vez que favorece el reconocimiento de rutas claras, según las características de los líderes de los grupos, para posibilitar la ambidestreza. Este asunto demanda que las dependencias encargadas de los procesos de generación o transferencia de conocimiento brinden acompañamiento a la medida según la caracterización del talento humano que integra los grupos de investigación. Lo anterior, puede mitigar algunos riesgos, como que, en caso de favorecer la explotación, la organización se vuelva obsoleta, o en caso de favorecer la exploración, se genere un bajo desempeño de aquella en el corto plazo

(Solís-Molina et al., 2015).

Con respecto a las limitaciones de este estudio, es importante tener presente que este es un estudio de corte transversal, pensado para explicar un fenómeno en una población específica, de un espacio-tiempo determinado, por lo cual es posible que se tengan, para los años siguientes, diferencias en los resultados, debido a la rotación y cambios de integrantes.

Por último, para futuros estudios se debe pensar en que la oportunidad que se ha manifestado invita a desarrollar procesos de investigación en otras universidades e instituciones del país, integrando nuevos temas, como la afectación del cambio de integrantes en la dinámica y la cultura del grupo de investigación; la identificación de otros factores que afectan la ambidestreza como, por ejemplo, modelos de transferencia tecnológica, políticas, infraestructura, propiedad intelectual; el reconocimiento de las incidencias del capital inteligente económico y relacional en la ambidestreza de los grupos de investigación; la cultura de la innovación; la incidencia de política pública de ciencia, tecnología e innovación, entre otros.

7. Referencias

- Acevedo-Jaramillo, M., González-Arango, O., Zamudio-Cárdenas, L., Abello-Llanos, R., Camacho-Pico, J., Gutiérrez, M., . . . Quintero-Muñoz, M. (2005). Un análisis de la transferencia y apropiación del conocimiento en la investigación de universidades colombianas. *Investigación & Desarrollo*, 13(1), 128-157.
- Alharbi, M., & Yusoff, R. Z. (2012). Leadership styles, and their relationship with quality management practices in public hospitals in Saudi Arabia. *International Journal of Economics and Management Sciences*, 1(10), 59- 67.
- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two- step approach. *Psychological Bulletin*, 103(3), 411-423.
- Avolio, B. J., & Bass, B. M. (2004). *Multifactor leadership questionnaire* Mind Garden; Menlo Park CA.
- Bass, B. M. (1991). From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision. *Organizational Dynamics*, 18(3), 19-31.
- Bass, B. M., & Avolio, B. J. (2000). *MLQ, Multifactor Leadership Questionnaire sampler set: Technical report, leader form, rater form, and scoring key for MLQ form 5x-short*. Mind Garden; Redwood.
- Benner, M. J., & Tushman, M. L. (2003). Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited. *Academy of Management Review*, 28(2), 238-256.
- Carmeli, A., & Halevi, M. Y. (2009). How top management team behavioral integration and behavioral complexity enable organizational ambidexterity: The moderating role of contextual ambidexterity. *The Leadership Quarterly*, 20(2), 207-218.
- Contreras-Torres, F., & Barbosa-Ramírez, D. (2013). Del liderazgo transaccional al liderazgo transformacional: implicaciones para el cambio organizacional. *Revista virtual universidad católica del norte*, 2(39), 152-164.
- Crossan, M. M., Lane, H. W., & White, R. E. (1999). An Organizational Learning Framework: From Intuition to Institution. *Academy of Management Review*, 24(3), 522-537.
- Chang, Y.-C., Yang, P. Y., & Chen, M.-H. (2009). The determinants of academic research commercial performance: Towards an organizational ambidexterity perspective. *Research Policy*, 38(6), 936-946.
- Fernández-Pomalaza, W., Estrada-Mejía, W., Pérez-Vásquez, A., & Cruz-Machaca, P. (2015). Liderazgo Laissez Faire. *Revista de Investigación Cuaderno Empresarial*, 1(1), 9-16.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Gibson, C. B., & Birkinshaw, J. (2004). The antecedents, consequences, and mediating role of organizational ambidexterity. *Academy of Management Journal*, 47(2), 209-226.

doi:<https://doi.org/10.5465/20159573>

- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1999). *Análisis multivariante*. Prentice Hall; Madrid.
- Hirtz, P. D., Murray, S. L., & Riordan, C. A. (2007). The effects of leadership on quality. *Engineering Management Journal*, 19(1), 22-27.
- Iborra, M., & Dasí, A. (2012). Mejorar el trabajo en equipo: ambidiestría, comportamiento integrador y aprendizaje cooperativo. *Innovar*, 22(45), 127-139.
- Jansen, J., Van Den Bosch, F., & Volberda, H. (2005). Exploratory Innovation, Exploitative Innovation, and Ambidexterity: The Impact of Environmental and Organizational Antecedents. *Schmalenbach Business Review*, 57(4), 351-363.
- Jansen, J. J., Van Den Bosch, F. A., & Volberda, H. W. (2006). Exploratory innovation, exploitative innovation, and performance: Effects of organizational antecedents and environmental moderators. *Management Science*, 52(11), 1661-1674.
- Jansen, J. J. P., George, G., Van den Bosch, F. A. J., & Volberda, H. W. (2008). Senior team attributes and organizational ambidexterity: The moderating role of transformational leadership. *Journal of Management Studies*, 45(5), 982-1007.
- López-Zapata, E., García-Muiña, F. E., & García-Moreno, S. M. (2012). De la organización que aprende a la organización ambidiestra: evolución teórica del aprendizaje organizativo. *Cuadernos de Administración*, 25(45), 11-37.
- López-Zapata, E., Hincapié-Montoya, S. M., & Zuluaga-Correa, Y. C. (2017). Dimensiones del liderazgo transformacional y capacidad de aprendizaje organizacional en Pymes. *Revista Espacios*, 38(57), 1-16.
- Lubatkin, M. H., Simsek, Z., Ling, Y., & Veiga, J. F. (2006). Ambidexterity and performance in small-to medium- sized firms: The pivotal role of top management team behavioral integration. *Journal of Management*, 32(5), 646-672. doi:<https://doi.org/10.1177%2F0149206306290712>
- March, J. G. (1991). Exploration and Exploitation in Organizational Learning. *Organization Science*, 2(1), 71-87. doi:<https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.71>
- Morales-Rubiano, M. E., Sanabria-Rangel, P. E., & Plata-Pacheco, P. A. (2014). Determinantes de la transferencia de propiedad industrial al sector productivo en universidades públicas colombianas. *Cuadernos de Administración (Universidad del Valle)*, 30(51), 58-70.
- O'Reilly III, C. A., & Tushman, M. L. (2008). Ambidexterity as a dynamic capability: Resolving the innovator's dilemma. *Research in Organizational Behavior*, 28, 185-206. doi:<https://doi.org/10.1016/j.riob.2008.06.002>
- Pineda-Márquez, K., Morales-Rubiano, M. E., & Ortiz-Riaga, C. (2011). Modelos y mecanismos de interacción universidad-empresa-Estado: retos para las universidades colombianas. *Equidad & Desarrollo*(15), 41-67.
- Probst, G., Raisch, S., & Tushman, M. L. (2011). Ambidextrous leadership: Emerging challenges for business and HR leaders. *Organizational Dynamics*, 40(4), 326-334.
- Rosing, K., Frese, M., & Bausch, A. (2011). Explaining the heterogeneity of the leadership-innovation relationship: Ambidextrous leadership. *The Leadership Quarterly*, 22(5), 956-974.
- Simsek, Z., Veiga, J. F., Lubatkin, M. H., & Dino, R. N. (2005). Modeling the multilevel determinants of top management team behavioral integration. *Academy of Management Journal*, 48(1), 69-84.
- Solís-Molina, M. A., Hernández-Espallardo, M., & Rodríguez-Orejuela, A. (2015). Ambidestreza organizacional y desempeño: el papel de las relaciones inter-organizacionales. *Informador técnico*, 79(1), 74-92.
- Sousa, M., & Van Dierendonck, D. (2016). Introducing a short measure of shared servant leadership impacting team performance through team behavioral integration. *Frontiers in psychology*, 6(Jan). doi:[dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2015.02002](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.02002)
- Tahar, S., Niemeyer, C., & Boutellier, R. (2011). Transferral of business management concepts to universities as ambidextrous organisations. *Tertiary Education and Management*, 17(4), 289-308.
- Viana-Barcelo, R. A., Navarro-España, J. L., & Pinto-Prieto, H. M. (2012). Motivaciones de los investigadores académicos en Colombia, para generar y transferir conocimiento al sector productivo usando análisis de correlación canónica. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 125-139.
- Zacher, H., Robinson, A. J., & Rosing, K. (2016). Ambidextrous leadership and employees' self-reported innovative performance: The role of exploration and exploitation behaviors. *The Journal of*

Creative Behavior, 50(1), 24-46.

Zacher, H., Rosing, K., Humphreys, P., & Humphreys, P. (2015). Ambidextrous leadership and team innovation. *Leadership & Organization Development Journal*, 36(1), 54-68.

Panorama de la ingeniería biomédica y la bioingeniería, utilizando la búsqueda sistemática de la bibliografía en las Instituciones de Educación Superior de Colombia.

Diana Milena Jaramillo Quiceno

Universidad Pontificia Bolivariana, Médica- Especialista en Ingeniería Biomédica - Maestría en Ingeniería (E).
Grupo de Investigación en Bioingeniería GIBIOING, Línea de Ingeniería Clínica, Escuela de Ingeniería. Facultad
de Ingeniería, Colombia
diana.jaramilloq@upb.edu.co

Nelson. Javier Escobar Mora

Universidad Pontificia Bolivariana, Ingeniero Mecánico, Magíster en Ingeniería Mecánica. Grupo de
Investigación en Bioingeniería GIBIOING, Línea de Ingeniería Clínica, Escuela de Ingeniería. Facultad de
Ingeniería, Colombia
nelson.escobar@upb.edu.co

Kelly Johanna Salazar Flórez

Universidad Pontificia Bolivariana - Clínica Universitaria Bolivariana, Bioingeniera - Magíster en Ingeniería
Administrativa, Coordinadora de Infraestructura, Bioingeniería y Mantenimiento.
kellyj.salazar@upb.edu.co

Resumen

En este artículo se presenta el panorama actual de los Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería que ofrecen las Instituciones de Educación Superior en Colombia (IES), sus principales Grupos de investigación y el sector geográfico en el que se encuentran, a través de un ejercicio de vigilancia tecnológica y la revisión sistemática de la literatura. Como resultado, se observa el crecimiento y el fortalecimiento de los programas de pregrado y posgrado ofertados en las IES, el incremento de los Grupos de Investigación cada vez más especializados, así como la trayectoria y el mejoramiento de la calidad de las publicaciones de las revistas de divulgación científica y académica de acuerdo con su indexación, lo cual las ha consolidado como fuentes de información de alto impacto tanto a nivel nacional como internacional.

Palabras clave

Ingeniería Biomédica, Bioingeniería, Instituciones de Educación Superior (IES), Grupos de investigación, Hospital Universitario.

Abstract

This article presents the current overview of the Biomedical Engineering and Bioengineering Programs offered by the Higher Education Institutions in Colombia (IES), their main research groups and the geographical sector in which they are located, through the use of the technological surveillance and the systematic review of the literature. As a result, the growth and strengthening of the undergraduate and postgraduate programs offered at IES, the increase of specialized Research Groups, and the trajectory and improvement of the quality of journals published by journals of scientific and academic dissemination, according to their indexation it is evident, which has consolidated them as high impact information sources at a national and international level.

Keywords

Biomedical Engineering, Bioengineering, Higher Education Institutions, Research groups,

1. Introducción

En la actualidad se ha evidenciado que la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica cumplen un papel fundamental en el mejoramiento de la calidad de vida del hombre, ambas disciplinas relativamente nuevas incursionaron en la década de los años 50 en Estados Unidos y en Europa (Castaño, 2009). Estas surgieron por la necesidad de tener profesionales con la formación, competencias, habilidades y experiencia para aplicar e integrar los principios de la Ingeniería en las áreas de la Biología y la Medicina.

De acuerdo con el SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior), el inicio de los programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería se dio en el año de 1998 (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior., 2019). Se cita el SNIES como referencia, ya que el Ministerio de Educación de Colombia, en el Decreto 5012 de 2009 (Ministerio de Educación., 2009), define sus funciones y señala en el artículo 30.15 que debe encargarse de las “certificaciones relacionadas con el registro de Instituciones de Educación Superior y de programas académicos”; además, es gestor de la información en la educación superior y es regulado por el Ministerio, como lo refiere en su artículo 33.5 del Decreto anterior, donde debe “velar por la calidad de la información y el adecuado funcionamiento del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior”. El SNIES es entonces una fuente esencial para evidenciar la educación en Colombia.

El propósito de esta investigación es presentar los antecedentes sobre el estado actual de los programas relacionados con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica en el país, a través de la revisión sistemática de la literatura, buscando aportar información que amplíe la comprensión de este proceso en Colombia, la cobertura actual de las IES que ofrecen estos programas ; teniendo en cuenta que en los últimos años se han incrementado el número de publicaciones como resultado de los trabajos desarrollados por los Grupos de investigación en las áreas de Bioingeniería, Ingeniería Biomédica o Ingeniería Clínica, así como su participación en los diferentes eventos académicos y su inclusión en las revistas de divulgación científica. Es importante caracterizar estas disciplinas y resaltar que ambas han alcanzado un alto reconocimiento y *goodwill* tanto a nivel nacional como internacional y que la integración con las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) mediante convenios docencia-servicio ha logrado potenciar sus niveles de aplicación médica, permitiendo estandarizar los procesos organizacionales, articulándose con las necesidades clínicas y epidemiológicas de la Comunidad que es usuaria del Sistema de Salud Colombiano (Velez, Jaramillo, & Giraldo, 2018).

El proceso de educación del talento humano en salud, se complementa con la realización de las prácticas académicas en las IPS a través de convenios docencia-servicio, ya que estas se constituyen como lugares que facilitan a los estudiantes encontrar una relación integral entre la formación teórica y su aplicación a la práctica profesional, fortaleciendo su preparación específica (Ortiz, Restrepo, & Vélez, 2015).

A su vez, las actividades de asistencia técnica que son desarrolladas por los estudiantes de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica en la realización de su práctica profesional, son supervisadas por los docentes y profesionales de la salud especializados que son responsables de la prestación del servicio, proporcionando el cumplimiento al Sistema Obligatorio de Garantía de la Calidad (SOGC) del Ministerio de Salud y Protección Social a través de la

Dirección de Desarrollo del Talento Humano en Salud en Colombia (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019).

Con el fin de ofrecer algunas soluciones en la práctica de la educación médica y de los profesionales de la salud y de fortalecer los convenios docencia-servicio en Bioingeniería e Ingeniería Biomédica, se cuenta con Hospitales Universitarios; como es el caso de la Clínica Universitaria Bolivariana que además de ofrecer servicios asistenciales, promueve la realización de procesos de formación, investigación y transferencia de conocimiento con alto grado de calidad. Un reconocimiento que exalta el compromiso de la Universidad Pontificia Bolivariana y de su Clínica Universitaria con la protección de la vida, y que igualmente le permite afrontar nuevos retos regulatorios, asistenciales, científicos y académicos (Clínica Universitaria Bolivariana, 2019).

La Ley 1164 de 2007 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2007) define un Hospital Universitario en Colombia como “una IPS que proporciona entrenamiento universitario y es reconocida por ser hospital de enseñanza y práctica supervisada por autoridades académicas competentes y que ofrece formación y atención médica en cada uno de los niveles de complejidad”. Así, el Hospital no solo está comprometido con las funciones esenciales de la Universidad centradas en los programas de formación, investigación y extensión; sino que además cuenta con su proceso misional de Prestación de servicios de salud para el mejoramiento de la calidad de la atención en salud.

En España, los Hospitales Universitarios se encuentran dotados de Fundaciones Biomédicas de investigación, para el fortalecimiento de los proyectos de investigación, pertenencia a redes y ensayos clínicos, con el fin de servir a las IPS para que desarrollen nuevos prototipos y diseños que proporcionen soluciones científicas y tecnológicas para mejorar la calidad de vida de los pacientes. De esta manera han alcanzado recursos económicos, han incorporado profesionales de la salud en la asistencia sanitaria y desarrollado líneas de investigación sólidas, entendiendo que es parte de los procesos misionales de un Hospital Universitario (Argente, 2012).

El artículo se encuentra estructurado en tres secciones, la primera asociada a la metodología de investigación propuesta y a los aspectos relevantes de cada una de las etapas desarrolladas; la segunda sección hace referencia a los resultados obtenidos y finalmente se presentan las conclusiones generales del estudio.

2. Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de este estudio comprende dos etapas:

La primera etapa se basa en la revisión bibliográfica y documental de publicaciones en revistas científicas, documentos de Instituciones gubernamentales y de portales web oficiales de las IES existentes en Colombia, identificando cuáles de estas ofrecen un programa de formación en pregrado o posgrado en Bioingeniería, Ingeniería Biomédica e Ingeniería Clínica o áreas afines. Se utilizaron descriptores en Ciencias de la Salud (DeCs) o los de la biblioteca virtual en salud (BVS) (Portal Regional de BVS, 2019) con las siguientes ecuaciones de búsqueda: “relación docencia- servicio” AND “práctica formativa” AND “salud” AND “Colombia”, “Instituciones de Educación Superior” AND “Salud” AND “Colombia”, “Instituciones de Educación Superior” AND “Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud” AND “estudiantes de salud”.

La segunda etapa, consistió en la verificación de los Grupos de investigación y de las Revistas de divulgación científica que actualmente se encuentran vigentes y que son afines con los pregrados y posgrados identificados en la fase anterior. Para esto se revisaron: las páginas

oficiales de cada Institución de Educación Superior, las IES que ejecutaban Congresos, Seminarios y Simposios, así como su periodicidad en la página en línea de Colciencias GrupLac (Colciencias., 2019), la página de Publindex (Sistema de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas de CTI) de Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación) (Colciencias., 2019) y en Scopus (base de datos de citas y resúmenes de literatura revisada por pares) (Scopus., 2019). Finalmente se revisó en las páginas en línea de las IES si ejecutaban Congresos, Seminarios y Simposios, así como su periodicidad.

Una de las principales barreras identificadas al acceder a la información específica relacionada con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica, es que se debió revisar las bases de datos de cada Universidad por separado, así como las de las revistas de divulgación científica para determinar las temáticas requeridas para publicar en cada una de ellas y la de los eventos académicos que las universidades realizan, lo cual fue un proceso complejo y dispendioso para obtener datos relevantes para la investigación.

3. Resultados

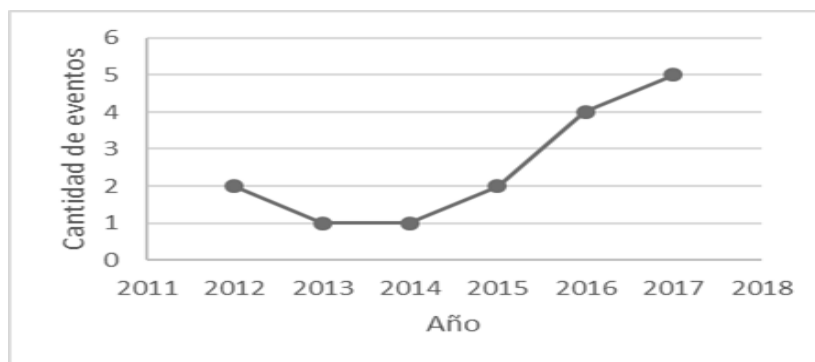
La revisión en la página del SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior., 2019) se ejecutó usando la palabra clave: “Instituciones de Educación Superior”, donde se encontró que en el país se cuenta con 367 Instituciones, de las cuales 291 están activas (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior., 2019); además, se utilizó el botón de búsqueda “consulte programas académicos” (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior., 2019) con la ecuación de búsqueda constituida por las palabras claves “Bioingeniería” e “Ingeniería Biomédica”. El listado completo de los resultados obtenidos se observa en la TABLA II, donde se incluye la ubicación geográfica en el país, el sector al que pertenece (público o privado), la caracterización del nivel de formación educativo (Tecnológico, pregrado, especialización, maestría o doctorado) y el tipo de programa ofrecido (Bioingeniería o Ingeniería Biomédica).

En la Figura 1, se evidencia el número de publicaciones realizadas en el período comprendido entre 2011 y 2018, por las IES que desarrollan eventos de divulgación científica y académica en Bioingeniería e Ingeniería Biomédica.

Los resultados encontrados se describen a continuación:

- Instituciones de Educación Superior que realizan eventos propios de índole académico para divulgar los resultados de los trabajos ejecutados en las disciplinas de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica (incluyendo todas sus áreas de investigación y profundización).

Figura. 1 Cantidad de eventos académicos realizados por las IES entre 2011 y 2017.



Fuente: Elaboración propia

De las veintidós (22) IES citadas en la TABLA II, doce (12) realizan eventos propios de índole académico para divulgar resultados de los trabajos desarrollados en Bioingeniería e Ingeniería Biomédica, para un total de 15 eventos identificados a partir de los años 2012 a 2017. En el momento de la revisión no se encontró reporte del año 2018. (Universidad de Antioquia, 2019) (Universidad el Bosque., 2019) (Universidad Manuela Beltrán., 2019) (Universidad Autónoma de Bucaramanga., 2019) (Universidad Antonio Nariño., 2019) (Universidad Autónoma de Occidente., 2019) (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito., 2019) (Universidad ECCI., 2019) (Universidad Distrital-Francisco José de Caldas., 2019) (Pontificia Universidad Javeriana., 2019) (Universidad Santiago de Cali., 2018) (Universidad de los Andes., 2019). En la *Figura 1*, se observa el incremento en el número de eventos académicos realizados de acuerdo con el período de tiempo analizado; las 10 instituciones restantes no presentan eventos en sus páginas web.

- Clasificación de los Grupos de investigación de los programas relacionados con Bioingeniería e Ingeniería Biomédica (incluyendo todas sus áreas de investigación y profundización) de acuerdo con Colciencias.

Al revisar las páginas web de las IES se encontraron doscientos (200) Grupos de investigación adscritos y relacionados con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica. Entre sus principales líneas de investigación se encuentran: la Biomecánica, la Bioelectrónica, el Diseño de prótesis y ortesis, la Robótica, la Inteligencia artificial, la Innovación y gestión tecnológica, el Desarrollo de dispositivos médicos y la Ingeniería Clínica. De acuerdo con la categorización efectuada por Colciencias los mejores puntuados se encuentran en la clasificación A1 y los menos puntuados en D (Colciencias., 2017). En la TABLA I, se observan los resultados obtenidos, soportados en los listados publicados en la convocatoria 781 de 2017 y en la Resolución 1490 de 2017 (Colciencias, 2019) (Colciencias, 2017).

Estos resultados se encuentran vigentes hasta la publicación de la convocatoria 833 de 2018 que se cierra el 10 de junio de 2019 y serán divulgados el 6 de noviembre de 2019 (Colciencias, 2019).

Tabla 1. Grupos de investigación por categoría

Clasificación	Cantidad
A1	48
A	27
B	35
C	52
D	5
Sin clasificar en Colciencias	3
Sin reporte en Colciencias	30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Instituciones que ofrecen los programas asociados

<i>Institución</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Sector</i>	<i>Nivel</i>	<i>Programa</i>
Universidad Ces (Universidad CES, 2019)	Antioquia	Privada	Pregrado y maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad Nacional de Colombia (Universidad Nacional de Colombia., 2019)	Bogotá D.C	Oficial	Maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad Militar-Nueva Granada (Universidad Militar-Nueva Granada., 2019)	Bogotá D.C	Oficial	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad de Antioquia (Universidad de Antioquia Antioquia, 2019)		Oficial	Tecnología, pregrado, maestría	Ingeniería Biomédica Bioingeniería
Universidad del Valle (Universidad del Valle., 2019)	Valle del Cauca	Oficial	Pregrado, maestría, doctorado	Ingeniería Biomédica
Universidad Pontificia Bolivariana (Universidad Pontificia Bolivariana., 2019)	Antioquia	Privada	Especialización y maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad del Rosario (Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario) (Universidad del Rosario (Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.), 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado y maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad el Bosque (Universidad el Bosque., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado y maestría	Bioingeniería- Ingeniería Biomédica
Universidad Manuela Beltrán-UMB (Universidad Manuela Beltrán., 2019)	Bogotá D.C, Santander	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB (Universidad Autónoma de Bucaramanga., 2019)	Santander	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad Autónoma de Manizales (Universidad Autónoma de Manizales., 2019)	Caldas	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad Antonio Nariño (Universidad Antonio Nariño., 2019)	Bogotá D.C (pregrado y posgrado), Risaralda, Bolívar, Cauca	Privada	Pregrado, especialización y maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad Autónoma de Occidente (Universidad Autónoma de Occidente., 2019)	Valle del Cauca	Privada	Pregrado y maestría	Ingeniería Biomédica
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad EIA (Universidad EIA., 2019)	Antioquia	Privada	Pregrado, maestría y doctorado.	Ingeniería Biomédica
Corporación Universitaria reformada – CUR (Corporación Universitaria reformada., 2019)	Atlántico	Privada	Tecnología, y pregrado,	Ingeniería Biomédica
Instituto Tecnológico Metropolitano (Instituto Tecnológico Metropolitano., 2019)	Antioquia	Oficial	Pregrado y maestría, tecnología biomédica y doctorado	Ingeniería Biomédica
Universidad ECCI (Universidad ECCI., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad Distrital-Francisco José de Caldas (Universidad Distrital-Francisco José de Caldas., 2019)	Bogotá D.C	Oficial	Especialización	Bioingeniería
Pontificia Universidad Javeriana (Pontificia Universidad Javeriana., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Maestría	Bioingeniería
Universidad Santiago de Cali (Universidad Santiago de Cali., 2018)	Valle del Cauca	Privada	Pregrado	Bioingeniería
Universidad de los Andes (Universidad de los Andes., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado y maestría	Ingeniería Biomédica

Fuente: Elaboración propia.

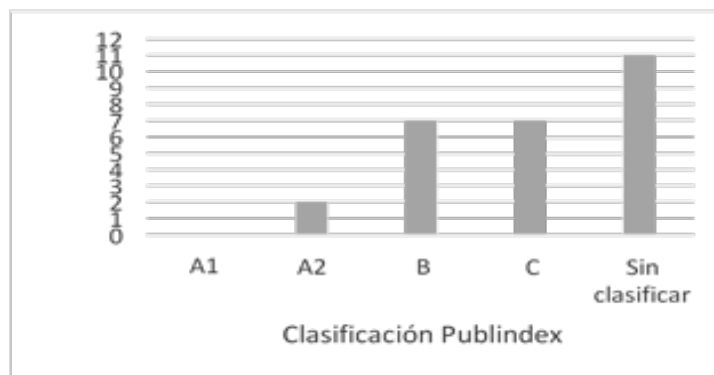
- Clasificación de las Revistas que realizan publicaciones asociadas con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica que se encuentran indexadas en Scopus o Publindex de Colciencias.

En la verificación de las páginas de las IES se encontraron diversas revistas relacionadas con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica. Estas a su vez, fueron revisadas para confirmar que si realizan publicaciones en esta materia. Además, se verificó la página de Ranking Rev.-Sapiens 2016 (Ranking Rev- Sapiens, 2019), donde se observa la clasificación de las mejores revistas colombianas de acuerdo con el número de citas en las publicaciones internacionales donde han sido objeto de referenciación.

De las veintisiete (27) revistas encontradas, solamente se encuentran en Scopus en el buscador de Scimago Journal & Country Rank (Scimago Journal & Country Rank, 2019): Ingeniería e Investigación de la Universidad Nacional (Q3) (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia (Q4) (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia (Q3) (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista Ingeniería y Universidad de la Pontificia Universidad Javeriana en Q3 (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista Colombia Médica de la Universidad del Valle Q3 (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista DYNA de la Universidad Nacional (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista Iatreia de la Universidad de Antioquia (Q4) (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista Vitae de la Universidad de Antioquia (Q4) (Scimago Journal & Country Rank, 2019) y la Revista Gerencia y Políticas de Salud de la Pontificia Universidad Javeriana en Q4 (Scimago Journal & Country Rank, 2019).

De acuerdo con la búsqueda ejecutada en Publindex, se encontraron 43 revistas que realizan publicaciones relacionadas con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica, de las cuales solo 16 pertenecen a algunas de las IES mencionadas. En la TABLA II, las 11 revistas restantes no fueron encontradas en el ranking de Publindex. Es importante mencionar, que Publindex está conformado por las Revistas Colombianas Especializadas en Ciencia, Tecnología e Innovación, que se han clasificado en las categorías A1, A2, B y C, según la convocatoria No. 768 de 2016 y la Resolución 0929 de 2017 (Colciencias., 2019) (Colciencias, 2019) (Colciencias, 2017), la cual tiene vigencia por dos años después de su publicación en la página de Publindex (vigencia hasta el 31 de diciembre de 2019), siendo mejores puntuadas aquellas que se encuentran en la categoría A1 y las menos puntuadas las que fueron clasificadas en la categoría C. En la *Figura 2* se observa el número de revistas actuales de acuerdo con la clasificación de Publindex.

Figura. 2 Número de revistas y su clasificación de acuerdo con Publindex.



Fuente: Elaboración propia

4. Discusión.

Se encontró que el 72,7%, de las IES del país que cuentan con programas de educación en Bioingeniería e Ingeniería Biomédica son de naturaleza privada, y que la mayoría de los programas ofertados en la modalidad de posgrado permiten la integración de múltiples áreas del conocimiento. Además, de los dieciocho (18) pregrados ofertados prevalecen las Ingenierías y no las tecnologías.

Los departamentos del país donde los programas son mayormente ofertados son: Bogotá Distrito Capital con diecisiete (17), Antioquia con cinco (5) y el Valle del Cauca con tres (3), además, evaluando la localización de todas las ciudades, se encontró que la mayoría de los programas se ofrecen en la zona central del país.

En relación a los Grupos de investigación y a las Revistas de divulgación científica y académica se encontró que el 9,0% de estos y el 0,8% de los temas desarrollados en las revistas, se encuentran relacionadas con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica; y que el trabajo colaborativo entre las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud y las IES es fundamental para la articulación de sus principales investigaciones, trabajos y proyectos de aplicación de acuerdo a las necesidades actuales identificadas en el sector de la Salud.

El 54.5% de los eventos académicos son desarrollados por las IES, esto se evidencia en cada página web a partir del año 2012, con una tendencia a disminuir en el período comprendido entre los años 2013 y 2014. Sin embargo, a partir del año 2015 se observa un incremento considerable. Esto refleja el creciente interés de la Comunidad científica y académica en el desarrollo de investigaciones en las áreas en mención, y la incorporación de los nuevos avances tecnológicos en materia de I+D que se ha presentado en los últimos años.

De los trabajos desarrollados se encontró que la mayoría son ejecutados mediante la modalidad docencia-servicio en IPS tanto del sector público como privado. Aunque algunas de las Clínicas y Hospitales del país se encuentran acreditados o en proceso de acreditación bajo los estándares nacionales e internacionales de calidad en salud, la Universidad Pontificia Bolivariana es la primera Institución de Educación Superior de Antioquia y la tercera en el país en tener su propio Hospital Universitario. En Colombia, solo 13 IPS ostentan la certificación como Hospital Universitario, de 614 que cuentan con el concepto favorable por la Comisión Intersectorial para el Talento Humano. En Medellín, la Clínica Universitaria Bolivariana ocupa el cuarto lugar y en Colombia el décimo tercero en ser certificada como Hospital Universitario.

5. Conclusión

De acuerdo con las diversas fuentes consultadas y con la revisión sistemática de la literatura que se ejecutó mediante un ejercicio de vigilancia tecnológica, se evidencia que en Colombia se le está proporcionando una mayor importancia a las áreas de la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica, así como a la interacción entre estas; lo cual ha incrementado con el paso de los años el número de publicaciones, eventos académicos, proyectos de aplicaciones, y ha generado nuevos frentes de investigación; permitiendo el crecimiento y desarrollo de ambas disciplinas.

Así mismo, las IES en nuestro país están realizando esfuerzos encaminados a la conformación de Grupos de investigación multidisciplinarios y a la creación de Revistas de divulgación científica y académicas cada vez más especializadas, mejorando la calidad de sus publicaciones por medio de la indexación, alcanzando gran impacto tanto a nivel nacional como internacional.

La tecnología biomédica es una de las principales herramientas para las IPS, ya que esta incluye los dispositivos, programas, equipos, prototipos, y otros; que en conjunto con la aplicación de los

procedimientos médicos y quirúrgicos permiten realizar el diagnóstico, prevención, y tratamiento de las enfermedades de los usuarios (Organización Mundial de la Salud, 2012). Para efectuar una gestión adecuada de la tecnología biomédica es fundamental que en las IPS se cuente con profesionales con formación en estas disciplinas, ya que es talento humano altamente capacitado para supervisar la instalación, el desempeño, y la evaluación del impacto que genera su tenencia, previniendo de esta manera los riesgos inherentes a la prestación del servicio de salud; y garantizando el rendimiento y efectividad durante todo su ciclo de vida. Actualmente, la formación y entrenamiento de los profesionales de la salud y específicamente en las disciplinas de la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica se ha fortalecido con la apropiación de la regulación y normatividad vigente aplicable en Colombia en materia de Hospitales Universitarios.

El incremento de los programas de posgrado en el país ha propiciado la vinculación de un mayor número de profesionales dedicados al proceso de investigación, con formación de alto nivel como Magíster y/o Doctorado para liderar proyectos que tienen como finalidad la integración de la Universidad, Empresa, Estado, lo que promueve la I+D en estas disciplinas a nivel nacional. Adicionalmente, se puede evidenciar el apoyo que el Gobierno nacional está realizando por medio de Colciencias a través de la clasificación y mediciones de sus Investigadores, Grupos de investigación y revistas de divulgación científica y académica.

6. Referencias

- Ministerio de Salud y Protección Social. (3 de Octubre de 2007). *Ley 1164 de 2007*. Bogota, Colombia. Argente, J. (2012). Hospitales universitarios en España: ¿se sienten de su concepto y función? *Anales de Pediatría*, 313-316.
- Castaño, J.M. (2009). Ingeniería biomédica. Historia en construcción. *Revista Ingeniería Biomédica*, 3(5), 28-30.
- Clinica Universitaria Bolivariana. (2 de Agosto de 2019). Obtenido de Clínica Universitaria Bolivariana: <https://www.clinicauniversitariabolivariana.org.co/clinica/es/home>
- Colciencias. (2017). *Resolución 0929*. Bogota D.C: Colciencias. Colciencias. (2017). *Resolución 1490*. Bogota. D.C: Colciencias.
- Colciencias. (17 de 01 de 2019). *Convocatorias de investigación*. Recuperado el 17 de 01 de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos>
- Colciencias. (21 de 01 de 2019). *Publindex convocatoria indexación revistas*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-para-indexacion-revistas-cientificas-colombianas>
- Colciencias. (2017). *Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Año 2015*. Bogotá D.C.
- Colciencias. (17 de 01 de 2019). *GrupLAC en Línea*. Recuperado el 17 de 01 de 2019, de <https://scienti.colciencias.gov.co/gruplac/jsp/index.jsp/>.
- Colciencias. (21 de 01 de 2019). *Publindex*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <https://scienti.colciencias.gov.co/publindex/CerrarSession.do?path=1>
- Corporación Universitaria reformada. (20 de 01 de 2019). *Corporación Universitaria reformada – CUR*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://unireformada.edu.co/>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (21 de 01 de 2019). *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <http://www.escuelaing.edu.co/>
- Instituto Tecnológico Metropolitano. (25 de 01 de 2019). *Instituto Tecnológico Metropolitano*. Recuperado el 25 de 01 de 2019, de <http://www.itm.edu.co/>
- Ministerio de Educación. (2009). *Decreto 5012*. Bogota D.C: Republica de Colombia.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2 de Agosto de 2019). *Minsalud*. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/salud/PO/Paginas/talento-humano_salud.aspx

Organización Mundial de la Salud. (2012). *Introducción a la gestión de inventarios de equipos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.

Ortiz, Y. A., Restrepo, J. G., & Vélez, A. (2015). *Herramienta para la gestión de convenios de docencia- servicio en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud. Trabajo de grado para optar al título Magister en Dirección*. Medellín: UNIVERSIDAD DEL ROSARIO - Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.

Pontificia Universidad Javeriana. (11 de 01 de 2019). *Pontificia Universidad Javeriana*. Recuperado el 11 de 01 de 2019, de <http://www.javeriana.edu.co/home#.WY8oEVHyjIU>

Portal Regional da BVS. (2 de Febrero de 2019). *Portal Regional da BVS*. Obtenido de <https://bvssalud.org/>

Ranking Rev-Sapiens. (02 de 01 de 2019). *Ranking Rev-Sapiens*. Recuperado el 02 de 01 de 2019, de <https://www.srg.com.co/revsapiens.php>.

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <http://www.scimagojr.com./index.php>

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de http://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=1970_0173003&tip=sid&clean=0

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de http://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=2026_5&tip=sid&clean=0

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de http://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=1240_0154740&tip=sid&clean=0

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de https://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=1970_0186845&tip=sid&clean=0

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de https://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=9928_8&tip=sid&clean=0

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de https://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=1260_0154771&tip=sid&clean=0

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de https://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=1404_9&tip=sid&clean=0

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de https://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=1970_0170837&tip=sid&clean=0

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de https://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=1990_0193218&tip=sid&clean=0

Scopus. (12 de 01 de 2019). *Scopus Preview*. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://www.scopus.com/>

Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (18 de 01 de 2019). *SNIES Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado el 18 de 01 de 2019, de <https://snies.mineduacion.gov.co/consultasnies/programa#>

Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (13 de 01 de 2019). *SNIES Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>

Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (13 de 01 de 2019). *SNIES Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <https://snies.mineduacion.gov.co/consultasnies/institucion#>.

Universidad Antonio Nariño. (20 de 01 de 2019). *Universidad Antonio Nariño*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://www.uan.edu.co/>

Universidad Autónoma de Bucaramanga. (20 de 01 de 2019). *Universidad Autónoma de Bucaramanga- UNAB*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://www.unab.edu.co/>

Universidad Autónoma de Manizales. (20 de 01 de 2019). *Universidad Autónoma de Manizales*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://www.autonoma.edu.co/>

Universidad Autónoma de Occidente. (22 de 01 de 2019). *Universidad Autónoma de Occidente*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.uao.edu.co/>

Universidad CES. (22 de 01 de 2019). *Universidad CES*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de http://www.ces.edu.co/index.php/areas-de_ formacionbiologia/124-ingenieriabiomedica

Universidad de Antioquia. (22 de 01 de 2019). *Universidad de Antioquia*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.udea.edu.co>

Universidad de los Andes. (20 de 01 de 2019). *Universidad de los Andes*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <https://uniandes.edu.co/>

Universidad del Rosario (Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario). (22 de 01 de 2019). *Universidad del Rosario*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.urosario.edu.co/>

Universidad del Valle. (19 de 01 de 2019). *Universidad del Valle*. Recuperado el 19 de 01 de 2019, de <http://www.univalle.edu.co/>

Universidad Distrital-Francisco José de Caldas. (21 de 01 de 2019). *Universidad Distrital-Francisco José de Caldas*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <https://www.udistrital.edu.co/>

Universidad ECCI. (22 de 01 de 2019). *Universidad ECCI*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <https://www.eia.edu.co/acreditacion/registro-calificado/>

Universidad EIA. (22 de 01 de 2019). *Universidad EIA*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.eia.edu.co/>

Universidad el Bosque. (22 de 01 de 2019). *Universidad el Bosque*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.unbosque.edu.co/>

Universidad Manuela Beltrán. (21 de 01 de 2019). *Universidad Manuela Beltrán-UMB*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <http://www.umb.edu.co/>

Universidad Militar-Nueva Granada. (20 de 01 de 2019). *Universidad Militar-Nueva Granada*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://www.umng.edu.co/>

Universidad Nacional de Colombia. (22 de 01 de 2019). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://unal.edu.co/>

Universidad Pontificia Bolivariana. (19 de 01 de 2019). *Universidad Pontificia Bolivariana*. Recuperado el 19 de 01 de 2019, de <https://www.upb.edu.co/>

Universidad Santiago de Cali. (17 de 12 de 2018). *Universidad Santiago de Cali*. Recuperado el 17 de 12 de 2018, de <http://www.usc.edu.co/>

Velez, C., Jaramillo, C. P., & Giraldo, A. (2018). Docencia-servicio: responsabilidad social en la formación del talento humano en salud en Colombia. *Educación Médica*, 179-186.

Adaptation, measurement, and comparison of the innovation quotient in a technological academic environment in Brazil and France.

Gilberto Zammar, Ph.D.

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

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
andreia-luz@hotmail.com

João Luiz Kovaleski, Ph.D.

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

Abstract

This paper identified the perception of students of engineering courses of a Technological Education Institution in Brazil and France, about the culture of innovation in the academic environment in which they are inserted to enhance the opportunities for university-industry interaction. An exploratory survey was conducted with a quantitative approach, based on the adaptation and application of the innovation quotient tool. The results reveal an important difference between the studied universities; one environment reached a level of excellence, while another is an environment where much is said, but little of done in relation to innovation. Improve the index found, for the construction of an innovative environment that can be experienced by the academic community, is necessary, thus, in innovation and interaction opportunities experienced by future engineers in the development of their industrial careers, they become the link between their educational institution and the industry, as a potential partner for interactions in innovation and technology transfer.

Keywords

Innovation, University-Industry Interaction, Innovation Quotient, Technology Transfer.

1. Introduction

Collaboration between industry and the university faces significant challenges. While university functions are, above all, teaching and creating new knowledge, private companies are focused on capturing the valuable knowledge that can be leveraged for competitive advantage (Bruneel et al., 2010).

Although these issues have been recognized in the literature regarding university-industry interactions (U-I), relatively few studies have investigated the nature of the barriers and factors that can intimidate them. Due to the central importance of this issue, as

evidenced by efforts toward a policy that will build and strengthen U-I relationships, lack of research on barriers to collaboration becomes a serious failure to develop effective policies (Teece, 1986; Etzkowitz and Leydesdorff, 1997; Etzkowitz, 2008; Bruneel et al., 2010; Etzkowitz, 2012).

The university should take the role of an economic agent of law, and the production of scientific knowledge becomes a tool for revenue generation, becoming an "economic development" (Etzkowitz, 2008).

Etzkowitz (2012) defines "*Permeable Borders*" as an interface that provides ease of movement across borders, being a key step in the development of an entrepreneurial university. In a sociological analysis, many institutions protect and retain their knowledge within the limits of their own borders, concentrating domain over knowledge, keeping "*insiders*" and "*outsiders*" of this domain. However, the university has very strong boundaries, borders are very restricted, and this can be a problem for regional innovation. The maintenance of this excessively restricted border can work against the interaction that is needed to encourage university-industry integration.

Brazil is a country in transformation, occupying a prominent place among the world's largest economies, but is not prepared for the position it occupies. Although it is a country with several competitive advantages, land, natural resources, scientific knowledge, an important country in the generation of knowledge, it has weaknesses. It is an unprepared country, hence the need for government, industry, academia, and society in general to join efforts to improve the country, because opportunities are associated with this process (Prata, 2012).

Due to several reasons, Brazil has a low technological innovation index in many sectors, being a country of few engineers, and this needs to be improved. Transforming the country into a scientific, technological and innovative power is a big challenge (Prata, 2012).

Brazil's biggest challenge is to make the industry invest more in research and development. World Bank studies that show the distribution of R&D&I amongst the countries comprising G20 (group of 20 largest economies in the world), indicate that investments from public sectors, are within the same level, with values ranging from 0.6% to 0.9% of the GDP.

What draws attention in this context is the wide variation in the values coming from the private sector, ranging from 0.16% to 3.0% of the GDP, mainly in the industrial sector, and this is the great challenge; to make the industrial sector capable of investing more in research and development, which will reflect in the way that Brazil builds its wealth.

Of the total exported by Brazil, only 17% is associated to the technological context, the most worrying issue is that this figure frozen at this level (World Bank, 2016).

The Federation of Industries of the Paraná state - Brazil (FIEP), has held monthly research on the cyclical performance of the industry since 1986, and has used a mechanism called "*Industrial Survey*" for the past twenty editions, which is an annual publication that gathers and expresses the industrial community of Paraná state's views. This Industrial Survey 2015/2016 counted with the participation of 371 Paraná industrial companies from all regions of the state and of all sizes.

One result in particular draws attention in the Industrial Survey 2015/2016, is that only 10% of the industries use the university in search of knowledge, partnerships, new technologies or innovations (Fiep, 2016). This research shows the great gap that exists between the industrial sector and the university.

The university-industry interaction processes in developing countries, largely boil down to activities based on provision of services. Changing that tends to be a long-term effort, a way of acting in this direction would be the diffusion of the innovation culture to the industrial sector.

1.1 Assumptions

- The first assumption on which this article is based is that efforts to increase university-industry interaction is not sufficient, it is necessary to change the focus of this interaction, adding value through innovation. Instead of providing services, the interaction should be focused on partnerships driven by innovation, bearing fruitful results for both partners.
- The second assumption is based on interpersonal communication and dissemination through the graduates, engineers who were students at the university, current engineering students, who take part in the market, both as employees and as interns. This group intrinsically carries information about their institution, and as opportunities for innovation emerge, the information about their institution may be disclosed, promoting the great value of partnerships, providing investment multipliers to the academy and the market.
- Therefore, it is necessary to measure, know the vision of engineering students, future engineers, graduates who are in the labor market, on the innovation potential of the University they attend or attended.

2. Background

2.1 The IQ innovation - innovation quotient

The terms related to the word innovation are highly valued, and the self-proclamation, innovative institution, and innovative company, has become a common practice in both the private sector and the public sector.

Today's executives want their companies to be more innovative. They consume piles of books and articles, participate in conventions and courses on innovation, hoping to find the elixir of success (Rao and Weintraub, 2013).

Both experience and research show that sustained innovation is the product of an innovative culture. Unfortunately, the corporate culture is a slippery concept. Scholars define how the group of attitudes, experiences, values, rules, beliefs and assumptions have involved managers and employees; these items, in turn, guide behavior. Unfortunately, such culture defining elements are equally slippery, with the result that any executive who wants to create a culture of innovation will have no way of measuring the current culture; and without measure, he will find no clear point as to where interventions should be made to create positive change. Recognizing this problem, Rao and Weintraub (2013) proposed the following:

- Identify the building blocks of innovation culture and parts: which component should be called "factors" and "elements", respectively, and;
- Development of a practical tool that any executive or manager can use to measure the strength of the culture building blocks under his control. They called this measure "IQ - Innovation Quotient."

Rao and Weintraub (2013) argue that a culture of innovation can be broken down into 6 modules and each module into 3 factors, that are represented in Fig 1.

Fig 1. Building Blocks of IQ Innovation



Source: Elaborated based on Rao and Weintraub (2013).

These building blocks are responsible for generating 54 elements, which can be measured by the intensity with which they exist in the organization. Measuring "IQ" opens the door to concrete actions to improve the climate for innovation.

To calculate the innovation quotient of a team, department or company, the research should be applied to members of the chosen sample.

Survey respondents should rate their organization on each of the 54 elements, on a scale of 1 to 5, using the following scale: 1 = Not at all; 2 = To a small extent; 3 = To a moderate extent; 4 = To a great extent; 5 = To a very great extent.

The overall average scores for elements are further averaged to provide the factor score, and the factor averages similarly result in the building block average. That average of the six building blocks is what is called the group's "Innovation Quotient."

A practical result of this evaluation tool is that it can be applied at any level. Even in

a company with a caustic culture, building innovative thinking and action is possible. The leader of any unit, division, department or team, can determine the innovation quotient of their area of responsibility, then start a campaign to make positive change (Rao and Weintraub, 2013).

2.2 Innovation from the Standpoint of University-Industry Interaction

Some sectors criticise the universities for being more skilful at developing new technologies than transferring them to the private sector (Siegel et al., 2004). A strong interaction between the scientific base and the industries has been identified as crucial to improve the performance of an innovation system (Heinzl et al., 2013).

The Bayh-Dole Act was passed to create patent procedures between the universities and industries of 1980, and the LOU Act, The Fundamental Law of Universities Act of 2001, drastically changed the incentives for industries and universities to engage in innovation. These procedures simplified technology transfer by instituting a uniform patent policy and removing several restrictions to licensing (Siegel et al., 2004), and represented a transition to a university model that chiefly targets technology transfer (Berbegal-Mirabent et al., 2013).

Furthermore, these acts allowed universities to hold patents that arise from federal research grants. The authors of the Bayh-Dole and the LOU Act stated that a rational federal policy for the transfer of technology, university property, and intellectual property management would streamline commercialisation because it provides the universities with greater flexibility to negotiate licensing agreements, and the industries would be more willing to engage (Siegel et al., 2004; Berbegal- Mirabent et al., 2013).

Students, professionals, and policymakers recognise the innovative potential of these acts to narrow the gap between industry and technology transfer of universities around the world. These laws promote the creation of university-industry partnerships, and encourage the dissemination of innovations from the universities to the industries (Berbegal-Mirabent et al., 2013).

Other reforms include the modification of the LOU Act in 2007 and the enactment of the strategic framework of the Spanish university in 2009. The latter reform targets the transfer of knowledge between universities, improving the exploitation of innovation results, translating the Spanish system of higher education into legal and structural changes, and establishing new political frameworks, governance structures, and funding priorities to help universities increase their commitment with their regions (Berbegal-Mirabent et al., 2013).

According to the theory of national innovation systems from around the world, the characteristics of the systemic context, in terms of types of institutions, institutional contexts, and the relationship between them, affect the ability of the industries to develop innovations because they determine the allocation of resources and capabilities that are available to industries to support their innovative activities. The actors that come into play in this context are public and private research organisations, knowledge infrastructures, university-industry interfaces, intermediary organisations, and the labour market with its own characteristics (Baglieri et al., 2014).

All these different actors follow different standards and rules of behaviour, and the connections between them shape the relationship between the “production and innovation environments”, and influence the adoption of innovative environments (Berbegal-Mirabent et al., 2013).

Hewitt-Dundas (2012) reports that, although the positive effect of universities in

relation to industrial innovation has been widely studied using the level of data on innovation in industries, bibliometric studies of patent citation (Wada, 2016), and studies on how these benefits are affected by organisational and institutional differences between universities are less well known.

The knowledge about the factors that determine the impact of universities in the innovation systems and the different functions they can perform is quite incomplete. This is surprising since in almost all the countries university research is devoted to the subject, with quality, heterogeneity, in terms of property, size, and disciplinary variation, for an even greater contribution. If this heterogeneity is reflected in disparities in innovation and technology transfer, questions should be

asked about the adequacy of uniform policies geared to universities to promote and support an approximation between universities and industries (Hewitt-Dundas, 2012).

The interaction between innovation, entrepreneurship, and regional economic development has become a central theme in many political circles (Tijssen et al., 2016). Inspired by examples such as Cambridge in the UK, Cambridge in the USA and, more emphatically, the phenomenon of Silicon Valley, nearly all European regions are currently seeking the ingredients needed for endogenous economic growth, based on the capability of innovation and entrepreneurial dynamics that can be mobilised in a particular region (Hewitt-Dundas, 2012).

A broader view emerges from greater recognition of the fundamental role of knowledge and innovation in economic growth, technological performance, and international competitiveness. Consequently, the concept of “innovation systems” has been generally accepted since the mid 1980s, and has been used as a framework to create innovation policies and appropriate institutional arrangements to support these policies (OECD, 1999).

In these models, the institutions that generate knowledge, such as public and private universities and research laboratories, and, more recently, government agencies, are considered key actors in terms of the innovation potential of society (Looy, et al., 2011).

Complementary contributions can be found in works on the “triple helix” concept that gained the spotlight in the second half of the 1990s (Leydesdorff and Etzkowitz, 1998; Etzkowitz and Leydesdorff, 2000).

Looy et al. (2011) found a strong positive relationship between scientific knowledge, the productivity of universities, and their industrial performance. They also report that universities with a strong scientific production seem to be in a better position for the development of industrial activities, and suggest that industrial partners consider the scientific results of universities as criteria for the selection of academic partners. The incentive for innovation largely depends on the effective management of scientific knowledge (OECD, 2003).

According to Bekkers and Freitas (2008), the importance of university knowledge for industrial innovation has been widely studied. There seems to be some consensus regarding the positive effect of academic research on the development of industrial innovation. In particular, some actors have shown that around 10% of new products and processes introduced by industries would never have been developed, or with significant delay, without the contribution of academic research.

In spite of this evidence, there is no consensus on the role of universities in the development of industrial innovations, or in the channels through which knowledge flows between universities and industrial companies (Bekkers and Freitas, 2008).

In recent years, industrially developed counties have identified the cooperation

between industry and public research universities as a significant political priority (OECD, 2007; Karaulova et al., 2016). Similarly, students of innovation economy have analysed the modalities through which public and private interaction occurs (Abramo et al., 2010; Abramo et al., 2011; Karaulova et al., 2016).

In the view of Ahrweiler et al. (2011), innovation activities are currently conducted in extremely complex networks with heterogeneous actors, multidimensional interactions, and multiple knowledge flows. The increasing complexity creates new challenges for understanding the innovation process. In order to understand phenomena such as university-industry relations, and capture the global effect, it is no longer possible to rely solely on the traditional methods of analysis.

According to Ahrweiler et al. (2011), a possibility would be modelling based on the involved agents since it provides a broader perspective based on micro interactions between heterogeneous actors. This methodology conveys the emergence of macro dynamics from the micro relations, exchanges, and connections between heterogeneous actors restricted to individuals and rational organisations, thus capturing, in a relatively simple way, most of the complexity of the real world.

The results presented by Ahrweiler et al. (2011) show that cooperating universities increase the levels of knowledge and competencies of all the actors involved, increase the variety of knowledge between companies, and increase the diffusion of innovation in terms of quality and speed. Moreover, companies that interact with universities are more appealing to other companies, leading to the consideration of new partnerships. However, no direct relationship has been found between university contributions and economic success.

The importance of external connections for innovation has been highlighted in literature and empirical research, but industries that seek to explore external ideas to complement internal knowledge still face some problems, especially if they resort to sources that are not included in the supply chain, such as suppliers and clients, but, instead, seek public research organisms, such as universities (Comacchio et al., 2012).

In addition to the importance of developing a network between the three systems of innovation (the triple helix, university-industry-government relations) (Leydesdorff et al., 2006), particularly between universities and companies (Siegel et al. 2003), several studies suggest that these relations are well below their potential (Siegel et al., 2004; Yusuf, 2008).

The difficulty in creating a market for technological knowledge is one of the reasons for this, as pointed out in a study on industry-university research collaboration in the Italian context. In this study, Abramo et al. (2011) found evidence that problems in the flow of information are the cause of inefficiencies.

According to Okamuro and Nishimura (2013), the open innovation system, especially research collaboration, has attracted considerable attention worldwide. Through university- industry cooperation, the university researchers can access research funds and benefit from the ideas and knowledge of private companies, whereas companies can absorb and use the advanced scientific knowledge created in the universities.

Juanola-Feliu et al. (2012) describe the new role of the university inside the value cycle of research and development, revealing the interaction stage between the needs of industries, innovation, and the university. This effort should be given priority and made effective to reach financial results for an innovation.

It is known that the well-being of more advanced economies is at risk, and that the only way to resolve this situation is through the regulation of knowledge economies with a focus on the convergence of sciences and technologies. To reach this ambitious goal, it is

imperative to enhance the performance of each dimension in the “knowledge triangle”, that is, education, research, and innovation (Juanola-Feliu et al., 2012).

Studies stress the importance of strategies that optimise added value and marketing during the R&D process to fill the gap between the laboratory and market, and thus ensure the successful commercialisation of new technology-based products (Musso, 2009).

It is also widely accepted that the role of universities evolved from conventional education and research to serving as a centre of knowledge and the promotion of innovation. In this role, the universities became deeply rooted in the national innovation systems and key actors in the promotion of technological innovation and the economic development of their regions of influence (Juanola-Feliu et al., 2012).

Today, universities actively seek to promote interactions to link research to application and market. As a result, the processes of creation, acquisition, diffusion, and implementation of knowledge are in the heart of university functions (Juanola-Feliu et al., 2012). One way of ensuring the success of these initiatives of interdisciplinary interaction is research conducted in a way that scientific knowledge flows into scientific collaboration within and among the academic disciplines (Bellotti et al., 2016), and among engineers, researchers, and industries, while remaining involved in efforts to develop or improve the devices and processes (Juanola-Feliu et al., 2012).

Powers and Campbell (2011) conducted a study in which one effect of emerging norms in relation to confidentiality and an increasing lack of interest in divulging the results, stimulated by a culture of commercialisation and income generation, was considered the cause of the decline in the traditional form of disseminating knowledge and collaborative projects with researchers in other institutions; a phenomenon that seems to threaten that which is widely considered the essential drive of innovation.

This phenomenon has hindered innovation through the traditional mechanisms of publishing (research and collaboration), and questioned the success of policies to accelerate the use of generated knowledge outside the board of academic laboratories, to society (Powers and Campbell, 2011).

3. Methodology

This study was based on the adaptation, to the academic environment, of a tool that was originally developed for the industrial environment. This tool adapted to the academic environment is shown in table 1.

Table 1. Building blocks of the tool adapted for the academic environment

VALUES					
<i>(Entrepreneurial, Creativity, Learning)</i>	1	2	3	4	5
We have a burning desire to explore opportunities and to create new things.					
We have a healthy appetite and tolerance for ambiguity when pursuing new opportunities.					
We avoid analysis paralysis when we identify new opportunities by exhibiting a bias towards action.					
We encourage new ways of thinking and solutions from diverse perspectives.					
Our workplace provides us the freedom to pursue new opportunities.					

We take delight in being spontaneous and are not afraid to laugh at ourselves.					
We are good at asking questions in the pursuit of the unknown.					
We are constantly experimenting in our innovation efforts.					
We are not afraid to fail, and we treat failure as a learning opportunity.					
BEHAVIORS					
<i>(Energize, Engage, Enable)</i>					
	1	2	3	4	5
Our teachers inspire us with a vision for the future and articulation of opportunities for the organization.					
Our teachers frequently challenge us to think and act entrepreneurially.					
Our teachers model the right innovation behaviors for others to follow.					
Our teachers devote time to coach and provide feedback in our innovation efforts.					
In our university, people at all levels proactively take initiative to innovate.					
Our teachers provide support to project team members during both successes and failures.					
Our teachers use appropriate influence strategies to help us navigate around organizational obstacles.					
Our teachers are able to modify and change course of action when needed.					
Our teachers persist in following opportunities even in the face of adversity.					
CLIMATE					
<i>(Collaboration, Safety, Simplicity)</i>					
	1	2	3	4	5
We have a community that speaks a common language about innovation.					
We appreciate, respect and leverage the differences that exist within our community.					
We work well together in teams to capture opportunities.					
We are consistent in actually doing the things that we say we value.					
We question decisions and actions that are inconsistent with our values.					
We are able to freely voice our opinions, even about unconventional or controversial ideas.					
We minimize rules, policies, bureaucracy and rigidity to simplify our workplace.					
People take responsibility for their own actions and avoid blaming others.					
Our people know exactly how to get started and move initiatives through the organization.					
RESOURCES					
<i>(People, Systems, Projects)</i>					
	1	2	3	4	5
We have committed leaders (teachers) who are willing to be champions of innovation.					
The university has access to innovation experts who can support our projects.					
The university has the internal talent to succeed in our innovation projects.					
The university has the right recruiting and hiring systems in place to support a culture of innovation.					
The university has good collaboration tools to support our innovation efforts.					
We are good at leveraging our relationships with suppliers and vendors to pursue innovation.					
We give people dedicated time to pursue new opportunities.					
The university has dedicated finances to pursue new opportunities.					
The university has dedicated physical and/or virtual space to pursue new opportunities.					
PROCESSES					
<i>(Ideate, Shape, Capture)</i>					
	1	2	3	4	5

We systematically generate ideas from a vast and diverse set of sources.					
We methodically filter and refine ideas to identify the most promising opportunities.					
We select opportunities based on a clearly articulated risk portfolio.					
We move promising opportunities quickly into prototyping.					
We have effective feedback loops between our organization and the voice of the customer.					
We quickly stop projects based on predefined failure criteria.					
Our processes are tailored to be flexible and context-based rather than control-and bureaucracy-based.					
We quickly go to market with the most promising opportunities.					
We rapidly allocate resources to scale initiatives that show market promise.					
SUCCESS					
<i>(External, Enterprise, Individual)</i>	1	2	3	4	5
Our customers think of us as an innovative organization.					
Our innovation performance is much better than other educational institutions.					
Our innovation efforts have led us to better financial performance than other educational institutions.					
We treat innovation as a long-term strategy rather than a short-term fix.					
We have a deliberate, comprehensive and disciplined approach to innovation.					
Our innovation projects have helped our organization develop new capabilities that we did not have three years ago.					
I am satisfied with my level of participation in our innovation initiatives.					
We deliberately stretch and build our people's competencies by their participation in new initiatives.					
We reward people for participating in potentially risky opportunities, irrespective of the outcome.					

Source: Elaborated based on Rao and Weintraub (2013).

After adaptation, the institutions in which the tool would be applied were defined to determine the culture of innovation of the academic environment, and analyse the differences, identify the potential, and propose guidelines to drive the culture of innovation in the environment in question.

Brazil and France were considered strategic for this study, so we selected technological education institutions with a certain approximation with the industrial sector to enable a friendlier environment at the time of the empirical research. Consequently, one technological university was defined in Brazil, and named "university B", and one technological university was selected in France, and named "university F".

Since the original tool used to collect the IQ Innovation was in English, the translation to French and Portuguese were given special attention.

The application in university F observed the following sequence: firstly, the original tool was translated and adapted to French; secondly, a pilot was created with the help of an engineer of the work team at the university innovation centre, who is a native from France and fluent in English. The inconsistencies found in the translation were corrected and confirmed by the volunteer engineer.

Once the questionnaire in French was completed, it was applied physically by the actual researcher to the 30 engineering students at university F, selected at random.

This step of the empirical research, from the translation to application of the tool, occurred in 90 days between August and November 2015, integrated to a 10-month sandwich doctorate project at university F that occurred from February to November 2015.

Once the sandwich doctorate period was completed, the researcher returned to Brazil and initiated research at university B. Firstly, the original tool was translated and adapted to Brazilian Portuguese, followed by a pilot with the help of an engineer of the work group in the technological innovation unit (NIT) of university B. This engineer is a native of Brazil and fluent in English. The inconsistencies found in the translation were corrected and confirmed by the volunteer engineer.

Once the questionnaire in Brazilian Portuguese was completed, it was applied physically by the actual researcher to the 30 engineering students at university B, selected at random.

This step of the empirical research, since the translation until the application of the tool, occurred in a period of 90 days between May and August 2016.

The next step was to compile all the results simultaneously using the data obtained in France and the data obtained in Brazil to avoid any prejudgment.

For a critical analysis of the results, the authors Rao and Weintraub (2013) declare that the excellence in innovation is translated into an IQ of 4 or more. When the quotient is between 3.4 and 3.75, the sample has done things in innovation, but its actions are deliberate and systematic. Samples with a QI of 2.5 are the ones that speak a lot about innovation, but do little. An IQ of 2 or less indicates that there is still a long way to go.

4. Results and Discussion

The final compilation of the questionnaires revealed the situation presented in Fig 2, where university B reached an IQ = 2.96 and university F reached an IQ = 4.02.

Fig 2. IQ Innovation results of the studied universities

UNIVERSITY "B" "IQ" = 2.96			UNIVERSITY "F" "IQ" = 4.02		
VALUES	Factor Average	Buildind Block Average	VALUES	Factor Average	Buildind Block Average
Entrepreneurial	3.38	3.28	Entrepreneurial	4.12	4.27
Creativity	3.36		Creativity	4.59	
Learning	3.09		Learning	4.09	
BEHAVIORS	Factor Average	Buildind Block Average	BEHAVIORS	Factor Average	Buildind Block Average
Energize	3.03	2.97	Energize	3.51	3.58
Engage	2.92		Engage	3.66	
Enable	2.96		Enable	3.57	
CLIMATE	Factor Average	Buildind Block Average	CLIMATE	Factor Average	Buildind Block Average
Collaboration	3.03	2.90	Collaboration	4.43	4.08
Safety	3.12		Safety	3.99	
Simplicity	2.54		Simplicity	3.83	
RESOURCES	Factor Average	Buildind Block Average	RESOURCES	Factor Average	Buildind Block Average
People	2.99	2.93	People	4.41	4.28
Systems	2.91		Systems	4.12	
Projects	2.88		Projects	4.32	
PROCESSES	Factor Average	Buildind Block Average	PROCESSES	Factor Average	Buildind Block Average
Ideate	3.07	2.63	Ideate	3.81	3.57
Shape	2.53		Shape	3.49	
Capture	2.30		Capture	3.42	
SUCCESS	Factor Average	Buildind Block Average	SUCCESS	Factor Average	Buildind Block Average
External	3.28	3.06	External	4.42	4.33
Enterprise	3.17		Enterprise	4.61	
Individual	2.74		Individual	3.97	

Source: The author.

According to the classification of Rao and Weintraub (2013) the "IQ" found indicates that university F is within the threshold of excellence, whereas university B is at a level where much is said, but little is done in relation to innovation.

Also in view of Rao and Weintraub (2013), this research tool should not be used to search for balance, be it between the building blocks, or among the factors within them. There are samples with factors that have very low scores, and other factors are very high, resulting in a successful innovation culture.

For example, a successful American high technology company, has a low value for the "Climate" block, but a very high value for the other five factors. Finding balance for such a company should not be expected. It may be good and even desirable, for example, for the company control sectors to be less innovative than its marketers.

In this sense, University B should prioritize among the groups with deficit values, act

in those where the perception of change has a larger potential of recognition in the academic community, thus, improving the index in the most natural way possible.

When analyzing the methodology for determining innovation IQ, it is shown that 54 items have a linear variation with the same magnitude, therefore when aiming to improve the index, investments in items have the same potential. Thus, the investment priority should be defined by the internal policy of the institution under study.

These results demonstrate the effectiveness of the tool since they agreed with the expectations; the institution of the developed country with more experience, greater investments, and a more effective and lasting approach with the industrial sector performed better than the institution of a developing country with greater challenges. Furthermore, the results outline the direction that university B must take to reach its goals. The success model is there, exposed and proven; however, the challenge is also evident, and investment in innovation are needed and decisive for this development stage of university B.

5. Final Considerations

The use of this assessment tool can become an advantage for the self-evaluation of the academic environment of innovation culture, to know the answers to the 54 questions, the leader of any unit, department or team, can determine the innovation quotient of their area of responsibility and then start a campaign to make positive changes.

The efficiency of measuring the culture of innovation of a teaching environment was demonstrated in this study. This measurement can serve as a parameter for important decisions in academic policies that aim to improve the indices of cooperation for developing countries. When university-industry interaction is treated as the focus of innovation, it can drive development, add value, and facilitate the guided evolution of the academic environment.

From the moment in which the measurement of the "IQ innovation", representing the institution's culture of innovation, reaches a 4 level ($IQ \geq 4$), it represents that the academic community will naturally be involved with the subject innovation, thus, when opportunities for industry university interaction arises, graduate engineers of the academy will act as promoters, links for approach, increasing the chances of a much beneficial partnership for everyone involved. When a scenario of innovation is reached, the entire community experiences this scenario, and the multiplication of such information will occur naturally, given the opportunity

The comparison between France and Brazil presented a possible outlook and revealed the gap in this subject matter and the challenges that lay ahead; however, it also showed the actions that can be taken to grow in this direction. Since the models of technological universities in Brazil follow the French model, the trend is that the actions suggested in the study will help direct efforts toward innovation-oriented interaction, targeting the environment of excellence in innovation found at the French university.

Higher innovation quotients (IQ) reflect an environment of innovation and university- industry interaction, where the processes can unfold naturally, with the academic community partaking of the same goals and targeting efforts in the same direction. Therefore, these initiatives to enhance interactions that focus on innovation must be fostered and encouraged.

The most effective contribution of this work is focused on initiatives in developing countries, because due to their industrial profile, the most developed features are focused on

manufacturing, making the development of new technologies, innovation and the consequent transfer of technology, a greater challenge because these goals are not the targets of industries operating in these countries. Thus, the work presented becomes an important starting point for the focus of efforts towards the level of change in university-industry interactions developed in these countries, seeking to add value and develop the society where these industries are located, and not only benefit from more accessible labor.

6. Acknowledgments

The present work was carried out with financial support from CNPq - National Council of Scientific and Technological Development - BRAZIL.

7. References

- Abramo, G., D'Angelo, C. A., & Di Costa, F. (2011). University-industry research collaboration: a model to assess university capability. *Higher Education*, 62(2), 163-181. doi:[10.1007/s10734-010-9372-0](https://doi.org/10.1007/s10734-010-9372-0)
- Abramo, G., D'Angelo, C. A., & Solazzi, M. (2010). Assessing public-private research collaboration: is it possible to compare university performance?. *Scientometrics*, 84(1), 173-197. doi:[10.1007/s11192-009-0104-0](https://doi.org/10.1007/s11192-009-0104-0)
- Ahrweiler, P., Pyka, A., & Gilbert, N. (2011). A new model for university-industry links in knowledge-based economies. *Journal of Product Innovation Management*, 28(2), 218-235. doi:[10.1111/j.1540-5885.2010.00793.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00793.x)
- Baglieri, D., Cesaroni, F., & Orsi, L. (2014). Does the nano-patent 'gold rush' lead to entrepreneurial-driven growth? Some policy lessons from China and Japan. *Technovation*, 34(12), 746-768. doi:[10.1016/j.technovation.2014.07.009](https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.07.009)
- Bekkers, R., & Freitas, I. M. B. (2008). Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter?. *Research policy*, 37(10), 1837-1853. doi:[10.1016/j.respol.2008.07.007](https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.07.007)
- Bellotti, E., Kronegger, L., & Guadalupi, L. (2016). The evolution of research collaboration within and across disciplines in Italian Academia. *Scientometrics*, 109(2), 783-811. doi:[10.1007/s11192-016-2068-1](https://doi.org/10.1007/s11192-016-2068-1)
- Berbegal-Mirabent, J., Lafuente, E., & Solé, F. (2013). The pursuit of knowledge transfer activities: An efficiency analysis of Spanish universities. *Journal of Business Research*, 66(10), 2051-2059. doi:[10.1016/j.jbusres.2013.02.031](https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.02.031)
- Bruneel, J., d'Este, P., & Salter, A. (2010). Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. *Research policy*, 39(7), 858-868. doi:[10.1016/j.respol.2010.03.006](https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.03.006)
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., & West, J. (2006). *Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation*. Open innovation: Researching a new paradigm, Oxford University Press Oxford, p. 1-12.
- Comacchio, A., Bonesso, S., & Pizzi, C. (2012). Boundary spanning between industry and university: the role of Technology Transfer Centres. *The Journal of Technology Transfer*, 37(6), 943-966. doi:[10.1007/s10961-011-9227-6](https://doi.org/10.1007/s10961-011-9227-6)
- Etzkowitz, H. (2008). *The triple helix: university-industry-government innovation in action*. Routledge.
- Etzkowitz, H. (2012). Triple helix clusters: boundary permeability at university-industry- government interfaces as a regional innovation strategy. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 30(5), 766-779. doi:[10.1068/c1182](https://doi.org/10.1068/c1182)
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations. *Science and Public Policy*, 24(1), 2-5. doi:[10.1093/spp/24.1.2](https://doi.org/10.1093/spp/24.1.2)
- 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. doi:[10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- FIEP. (2016). Federation of Industries of the Paraná state. Industrial Survey. Available in:

<http://www.fiepr.org.br/para-empresas/estudos-economicos/sondagem-industrial-1-20654-70550.shtml>.

Accessed 15 October 2016.

- Gunasekara, C. (2006). Reframing the role of universities in the development of regional innovation systems. *The Journal of Technology Transfer*, 31(1), 101-113. doi:[10.1007/s10961-005-5016-4](https://doi.org/10.1007/s10961-005-5016-4)
- Heinzl, J., Kor, A. L., Orange, G., & Kaufmann, H. R. (2013). Technology transfer model for Austrian higher education institutions. *The Journal of Technology Transfer*, 38(5), 607-640. doi:[10.1007/s10961-012-9258-7](https://doi.org/10.1007/s10961-012-9258-7)
- Hewitt-Dundas, N. (2012). Research intensity and knowledge transfer activity in UK universities. *Research Policy*, 41(2), 262-275. doi:[10.1016/j.respol.2011.10.010](https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.010)
- Juanola-Feliu, E., Colomer-Farrarons, J., Miribel-Català, P., Samitier, J., & Valls-Pasola, J. (2012). Market challenges facing academic research in commercializing nano-enabled implantable devices for in-vivo biomedical analysis. *Technovation*, 32(3), 193-204. doi:[10.1016/j.technovation.2011.09.007](https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.09.007)
- Karaulova, M., Gök, A., Shackleton, O., & Shapira, P. (2016). Science system path-dependencies and their influences: nanotechnology research in Russia. *Scientometrics*, 107(2), 645-670. doi:[10.1007/s11192-016-1916-3](https://doi.org/10.1007/s11192-016-1916-3)
- Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1998). Triple Helix of innovation. *Science and Public Policy*, 25(6), 358-364. doi:[10.1093/spp/25.6.358](https://doi.org/10.1093/spp/25.6.358)
- Leydesdorff, L., Dolfsma, W., & Van der Panne, G. (2006). Measuring the knowledge base of an economy in terms of triple-helix relations among 'technology, organization, and territory'. *Research Policy*, 35(2), 181-199. doi:[10.1016/j.respol.2005.09.001](https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.09.001)
- Muscio, A. (2007). The impact of absorptive capacity on SMEs' collaboration. *Economics of Innovation and New Technology*, 16(8), 653-668. doi:[10.1080/10438590600983994](https://doi.org/10.1080/10438590600983994)
- Muscio, A. (2010). What drives the university use of technology transfer offices? Evidence from Italy. *The Journal of Technology Transfer*, 35(2), 181-202. doi:[10.1007/s10961-009-9121-7](https://doi.org/10.1007/s10961-009-9121-7)
- Musso, C. (2009). New learning from old plastics: The effects of value-chain-complexity on adoption time. *Technovation*, 29(4), 299-312. doi:[10.1016/j.technovation.2008.08.004](https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.08.004)
- OECD. (1999). Organisation for economic co-operation and development. University Research in Transition. <http://www.oecd.org>. Accessed 12 December 2016.
- OECD. (2003). Organisation for economic co-operation and development. Patenting and Licensing at Public Research Organizations. <http://www.oecd.org>. Accessed 12 December 2016.
- OECD. (2007). Organisation for economic co-operation and development. Reviews of Innovation Policy. China. <http://www.oecd.org>. Accessed 12 December 2016.
- Okamuro, H., & Nishimura, J. (2013). Impact of university intellectual property policy on the performance of university-industry research collaboration. *The Journal of Technology Transfer*, 38(3), 273-301. doi:[10.1007/s10961-012-9253-z](https://doi.org/10.1007/s10961-012-9253-z)
- 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. doi:[10.1007/s11192-015-1744-x](https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x)
- Perkmann, M., & Walsh, K. (2009). The two faces of collaboration: impacts of university-industry relations on public research. *Industrial and Corporate Change*, 18(6), 1033-1065. doi:[10.1093/icc/dtp015](https://doi.org/10.1093/icc/dtp015)
- Perkmann, M., King, Z., & Pavelin, S. (2011). Engaging excellence? Effects of faculty quality on university engagement with industry. *Research Policy*, 40(4), 539-552. doi:[10.1016/j.respol.2011.01.007](https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.01.007)
- Powers, J. B., & Campbell, E. G. (2011). Technology commercialization effects on the conduct of research in higher education. *Research in higher education*, 52(3), 245-260. doi:[10.1007/s11162-010-9195-y](https://doi.org/10.1007/s11162-010-9195-y)
- Prata, A. T. (2012) Collaboration between government, university and industry: a daring strategy of innovation in Brazil. In: *Open Innovation Seminar 2012*.
- Rao, J., & Weintraub, J. (2013). How Innovative Is Your Company's Culture?. *MIT Sloan Management Review*, 54(3), 29.
- Salimi, N., & Rezaei, J. (2016). Measuring efficiency of university-industry Ph. D. projects using best worst method. *Scientometrics*, 109(3), 1911-1938. doi:[10.1007/s11192-016-2121-0](https://doi.org/10.1007/s11192-016-2121-0)
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of engineering and technology management*, 21(1), 115-142. doi:[10.1016/j.jengtecman.2003.12.006](https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2003.12.006)
- Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research policy*, 32(1), 27-

48. doi:[10.1016/S0048-7333\(01\)00196-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00196-2)
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research policy*, *15*(6), 285-305. doi:[10.1016/0048-7333\(86\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2)
- Tijssen, R. J., Yegros-Yegros, A., & Winnink, J. J. (2016). University–industry R&D linkage metrics: validity and applicability in world university rankings. *Scientometrics*, *109*(2), 677-696. doi:[10.1007/s11192-016-2098-8](https://doi.org/10.1007/s11192-016-2098-8)
- Van Looy, B., Landoni, P., Callaert, J., Van Pottelsberghe, B., Sapsalis, E., & Debackere, K. (2011). Entrepreneurial effectiveness of European universities: An empirical assessment of antecedents and trade-offs. *Research Policy*, *40*(4), 553-564. doi:[10.1016/j.respol.2011.02.001](https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.02.001)
- Wada, T. (2016). Obstacles to prior art searching by the trilateral patent offices: empirical evidence from International Search Reports. *Scientometrics*, *107*(2), 701-722. doi:[10.1007/s11192-016-1858-9](https://doi.org/10.1007/s11192-016-1858-9)
- Wang, Y., Huang, J., Chen, Y., Pan, X., & Chen, J. (2013). Have Chinese universities embraced their third mission? New insight from a business perspective. *Scientometrics*, *97*(2), 207-222. doi:[10.1007/s11192-013-1055-z](https://doi.org/10.1007/s11192-013-1055-z)
- WORLD BANK. (2016). TCdata360: A Big Addition to the World of Open Trade & Competitiveness Data. Retrieved December 12, 2016, from <http://www.worldbank.org>.
- Yusuf, S. (2008). Intermediating knowledge exchange between universities and businesses. *Research Policy*, *37*(8), 1167-1174. doi:[10.1016/j.respol.2008.04.011](https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.04.011)

Indicadores de desempeño para los sistemas de ciencia, tecnología e innovación en las Instituciones de Educación Superior en Colombia

Angelica Aguirre Bertel

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

Jhon Victor Vidal Durango

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

Luty Gomezcaeres Perez

Corporación Universitaria del Caribe CECAR, Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación. Colombia
luty.gomezcaeres@cecar.edu.co

Susana Dominguez Contreras

Corporación Universitaria del Caribe CECAR, Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación. Colombia
susana.dominguez@cecar.edu.co

Moisés Hernández Ruiz

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

Resumen

Las Instituciones de Educación Superior en Colombia deben dar respuesta a diversos sistemas de medición propuestos por las entidades reguladoras en materia de educación, ciencia, tecnología y de innovación. Cada sistema cuenta con su propia métrica de desempeño, lo que trae consigo traumatismos e ineficiencia a la hora del análisis de los resultados y de los reportes a las diferentes instancias reguladoras, lo que afecta la toma de decisiones y el ejercicio operativo de las unidades académico-administrativas responsable del proceso. Esta investigación tuvo como objetivo la construcción de un sistema unificado de indicadores de desempeño que permita hacer seguimiento de las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Para ello se revisaron las métricas existentes y se realizó una matriz de comparación para evidenciar indicadores únicos, similares e iguales en cada sistema. Los resultados arrojaron una batería única con 60 indicadores distribuidos en las categorías: articulación con el entorno (15%), generación de nuevo conocimiento (11%), desarrollo tecnológico e innovación (20%), apropiación social del conocimiento (8%) y formación de capacidades (45%). La batería integrada de indicadores suministra la información necesaria para realizar un monitoreo permanente de las acciones relacionadas con la ciencia, tecnología e innovación, lo cual permitirá conocer las capacidades y tomar decisiones que apoyen el fortalecimiento de los sistemas en las instituciones universitarias.

Palabras clave: Gestión de I+D, Desempeño, Educación, Indicadores, Sistema

1. Introducción

La actividad de medir procesos de Ciencia, Tecnología e Innovación -CTeI- es realizada a nivel mundial y de países por diversas entidades como la OCDE (Organización para

la Cooperación y el Desarrollo), la CEPAL, el Foro Económico Mundial (WEF), la RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana), la OMPI, el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS), así como por entidades estatales que lideran los sistemas de CTeI de los países. En Colombia, son variadas las propuestas para conocer las capacidades de CTeI del territorio, se destacan las mediciones anuales que hace el Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT), el Índice Global de Innovación de Colombia desarrollado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Informe nacional de Competitividad del Consejo Privado de Competitividad y la medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y la categorización de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTeI- de Colciencias; entidad encargada de trazar las políticas, programas, estrategias y actividades de CTeI del país con miras al uso del conocimiento científico para impactar los sistemas productivos y solución de problemáticas del territorio (Ley 1286 de 2009).

Los organismos encargados de hacer estas mediciones toman en su mayoría como referentes manuales especializados en la temática, que les permiten hacer comparaciones entre países (Oslo, Frascati), por el contrario, el OCyT, aunque fue diseñado utilizando de base los manuales internacionales, considera aspectos que sirven para un mejor diseño de políticas públicas (Sanchez, Gelves y Herrera, 2015). Colciencias ha desarrollado un modelo propio, con el propósito de identificar con claridad los responsables de los desarrollos científicos y tecnológicos del país (Colciencias, 2018), esto ha permitido que las instituciones de educación superior -IES-, centros de desarrollo tecnológico, empresas con departamentos de I+D y el mismo estado colombiano cuenten con una batería de indicadores que permite entre varios objetivos *generar conocimiento sobre las capacidades, fortalezas, debilidades y potencialidades de los grupos y que sirva como un instrumento para la gestión interna y la evaluación de quienes integran el SNCTeI* (Colciencias, 2018). Este hecho ha incentivado que las IES, y los demás actores del SNCTeI, mejoren su actividad investigativa (Anzola, 2017), especialmente por considerar que los grupos de investigación son la unidad básica del SNCTeI (Rodríguez, 2017) y por tanto las IES dentro de sus objetivos misionales tienen por punta de lanza la generación, difusión y apropiación del conocimiento a través del ejercicio investigativo.

En este punto, es preciso resaltar que las IES no son ajenas a las dinámicas de evaluación de la CTeI, por tanto han desarrollado modelos propios de medición de su actividad científica e innovadora con la finalidad de hacer seguimiento a su desempeño (González *et al.*, 2017), como también para responder a necesidades de su quehacer académico como los establecidos por el Ministerio de Educación Nacional -MEN-, el Consejo Nacional de Acreditación -CNA- la Comisión nacional intersectorial de aseguramiento de la calidad de la educación -CONACES- y finalmente la Encuesta de Desarrollo Tecnológico e Innovación del Departamento Nacional de Planeación -DANE. De esta gran congruencia de entidades, métricas e indicadores que evalúan el desempeño de las IES surge el interés de construir una batería de indicadores de desempeño de las actividades CTeI que involucre no solamente indicadores que respondan a los requerimientos de Colciencias, sino que permita contar con información de calidad, como un elemento diferenciador y de gran relevancia a la hora de tomar decisiones dentro de la institución.

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 la

utilización de los indicadores de desempeño en la gestión de la ciencia, investigación e innovación en las instituciones de educación superior. Lo anterior, se desarrolló en tres fases:

Fase 1. Se realizó la revisión de las métricas propuestas por: el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación –COLCIENCIAS, el Ministerio de Educación Nacional por medio de los sistemas de información del SNIES, la Comisión nacional intersectorial de aseguramiento de la calidad de la educación –CONACES y el Consejo Nacional de Acreditación –CNA y la encuesta EDIT del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, teniendo en cuenta que las instituciones educativas tienen dentro de sus objetivos contribuir al desarrollo de la región en la que se encuentra.

Fase 2. Una vez identificados los indicadores de desempeño, se desarrolló una matriz de comparación para evidenciar los indicadores únicos, similares e iguales en cada sistema. Posteriormente se agruparon con base a las categorías ya preestablecidas en las distintas métricas y teniendo en cuenta su afinidad y propósito.

Fase 3. En esta última fase los indicadores se organizaron teniendo en cuenta los responsables de dinamizar cada indicador en la institución. Para ello, se tomó como prueba piloto el sistema de ciencia, tecnología e innovación de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR.

3. Resultados

Se identificaron 83 indicadores asociados a las actividades de ciencia, tecnología e innovación establecidos por las entidades reguladoras de las instituciones de educación superior. Estos se agruparon en cinco (5) categorías según el objetivo y alcance de la métrica: Articulación con el Entorno, Generación de nuevo conocimiento, Apropiación social del Conocimiento, Formación de Capacidades y Desarrollo tecnológico e Innovación.

En este sentido, se encontró que el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias tiene una métrica consistente en una batería de 21 indicadores de este tipo, distribuidos según categorías preestablecidas en cinco (5) de generación de nuevo conocimiento; seis (6) de desarrollo tecnológico e innovación; seis (6) de apropiación social del conocimiento y cuatro (4) de actividades relacionadas con la formación de capacidades. El 27% de los indicadores analizados hacen parte del Consejo Nacional de Acreditación -CNA- dentro de los cuales, el 50% se agrupan dentro de la categoría de Formación de Capacidades.

Por su parte, la Comisión Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior - CONACES establece nueve (9) indicadores que tributan al Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación con una participación del 11%, concentrándose el 55% dentro de la categoría de Formación de Capacidades. En el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior - SNIES, se analizaron 11 indicadores asociados a las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación de los cuales el 64% se alinean dentro de la Categoría de Formación de Capacidades.

Así mismo, en la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica - EDIT, requerida por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, como indicadores que reportan la dinámica de la innovación realizada en las empresas del país, se identificaron 20 indicadores, que por la naturaleza de la métrica el 60% integran la categoría de Desarrollo Tecnológico e Innovación.

Utilizando la matriz de comparación para evidenciar los indicadores únicos, similares e iguales en cada sistema, se consolidaron 60 indicadores dentro de las cinco (5) categorías establecidas. Tabla 1.

Tabla 1. Relación de indicadores de desempeño de CTeI según los sistemas de métricas de las entidades, 2018.

Categorías	Indicadores Docentes	SISTEMAS				
		CNA	COLCIENCIAS	CONACES	SNIES	EDIT DANE
Articulación con el Entorno	Número de participación en convocatorias de proyectos externos	X				
	Número de proyectos de investigación desarrollados en redes internacionales				X	
	Número de membresías en redes académicas y científicas				X	
	Número de convenios activos			X		
	Número de productos de CTeI en coautoría internacional	X				
	Número de Docentes participando en redes académicas y científicas	X			X	
	Número de Estudiantes participando en redes académicas y científicas	X			X	
	Número de Directivos participando en redes académicas y científicas	X			X	
	Número de proyectos activos con financiación de la cooperación internacional					
Generación de Nuevo Conocimiento	Número de artículos de investigación D		X			
	Número de artículos de investigación A1, A, B, C **		X			
	Número de libros resultado de investigación	X	X			
	Número de capítulos de libros resultado de investigación		X			
	Producción intelectual promedio docente del programa	X	X			

	Producción intelectual promedio docente		X			
	Número de docentes con producción científico-tecnológica	X	X			
Apropiación Social del conocimiento	No de productos de Participación ciudadana		X			
	Número de consultorías científico-tecnológicas e informes técnicos finales		X			
	No de productos relacionados con Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTeI **		X			
	No de productos de Comunicación social del conocimiento		X			
	No de productos de Circulación de conocimiento especializado		X			
Formación de capacidades	Número de tesis de doctorado tutoradas					
	Número de trabajos de grado de maestría Tutoradas		X			
	Número de trabajos de grado de pregrado Tutoradas	X	X			
	Número de grupos asesorados al Programa ondas		X			
	Número de Grupos de investigación reconocidos por Colciencias		X			
	Número de Investigadores reconocidos por Colciencias		X			
	Número de docentes activos en grupo de investigación	X	X	X		

Número de Directivos participando en proyectos y actividades de innovación	X	X			
Número de grupos de semilleros de investigación	X				
Número de Jóvenes investigadores **	X				
Número de actividades de Investigación formativa **		X			
Número de Docentes participando en proyectos y actividades de innovación	X				
Número de doctores	X				
Número de magíster	X				
Número de docentes en proyectos de investigación científica y de Desarrollo Tecnológico		X		X	
Número de proyectos activos con financiación gubernamental distinta a Colciencias				X	
Número de semilleros de investigación participando en evento local	X				
Número de docentes en jornadas de formación en CTel					
Número de docente en formación profesoral relacionada con la CTel	X			X	
Número de proyectos de investigación aprobados por Convocatoria interna.	X		X		
Número de semilleros de investigación participando en evento departamental	X				
Número de semilleros de investigación participando en evento nacional	X				
Número de semilleros de investigación participando en evento internacional	X				

	Número de estudiantes beneficiados con incentivos por ACTI (filtro)					X
	Número de trabajos académicos con reconocimiento	X	X			
	Número de Estudiantes participando en proyectos y actividades de innovación	X	X			
Desarrollo tecnológico e Innovación	Número de Ideas con potencial innovador generados					X
	Número de proyectos de conceptualización					X
	Número de proyectos de maduración tecnológica (TRL)		X			X
	Número de proyectos de alistamiento y transferencia.		X			X
	Número de productos de propiedad intelectual (PI)					X
	Número de actividades de innovación					X
	Número de productos empresariales		X			
	Número de Spin off activos		X			
	Número de productos tecnológicos certificados o validados		X			
	Número de productos tecnológicos patentados o en proceso de concesión de la patente	X	X			
	No de licenciamientos		X			
	Número de Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones		X			

Fuente: Los autores con base en Colciencias, SNIES, DANE, CNA, CONACES

La construcción de la batería integrada de indicadores de desempeño de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación es el resultado del análisis de las distintas métricas establecidas por las entidades reguladoras antes mencionadas y las necesidades institucionales, que permite hacer planeación, monitoreo, evaluación, seguimiento y control al desempeño de las instituciones en materia de los sistemas de CTel.

Considerando que los actores que dinamizan los indicadores y las estadísticas en las IES son principalmente, docentes y administrativos de la academia, los indicadores se agruparon en: indicadores de docentes e indicadores institucionales. Para indicadores de docentes hay un total de 27 métricas representando el 40% del total de la batería, quedando

para los indicadores institucionales un total de 40 métricas. Es importante tener en cuenta que dentro de estos indicadores se incluyen aquellos que por su naturaleza apuntan a los dos grupos de actores establecido, teniendo 7 indicadores compartidos.

Tabla 2. Relación de indicadores de desempeño definitivos de acuerdo con sus categorías y responsables.

Categorías	Indicadores Docentes	Indicadores Institucionales
Articulación con el Entorno	Número de participación en convocatorias de proyectos externos **	Número de proyectos de investigación desarrollados en redes internacionales
		Número de membresías en redes académicas y científicas
		Número de convenios activos
		Número de productos de CTel en coautoría internacional**
	Número de productos de CTel en coautoría internacional**	Número de Docentes participando en redes académicas y científicas
		Número de Estudiantes participando en redes académicas y científicas
		Número de Directivos participando en redes académicas y científicas
		Número de participación en convocatorias de proyectos externos **
Generación de Nuevo Conocimiento	Número de artículos de investigación D	Producción intelectual promedio docente del programa
	Número de artículos de investigación A1, A, B, C **	Producción intelectual promedio docente
	Número de libros resultado de investigación	Número de docentes con producción científico-tecnológica
	Número de capítulos de libros resultado de investigación	

Apropiación Social del conocimiento	No de productos de Participación ciudadana	No de productos relacionados con Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTeI (textos, libros, ensayos y otros) **
	Número de consultorías científico-tecnológicas e informes técnicos finales	
	No de productos relacionados con Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTeI **	
	No de productos de Comunicación social del conocimiento	
	No de productos de Circulación de conocimiento especializado	
Formación de capacidades	Número de tesis de doctorado tutoradas	Número de doctores
		Número de magíster
	Número de trabajos de grado de maestría Tutoradas	Número de Directivos participando en proyectos y actividades de innovación
	Número de trabajos de grado de pregrado Tutoradas	
	Número de grupos asesorados al Programa ondas	Número de docentes en proyectos de investigación científica y de Desarrollo Tecnológico
		Número de proyectos activos con financiación gubernamental distinta a Colciencias
	Número de grupos de semilleros de investigación	Número de semilleros de investigación participando en evento local
		Número de Grupos de investigación reconocidos por Colciencias
		Número de Investigadores reconocidos por Colciencias
		Número de docentes activos en grupo de investigación
		Número de docentes en jornadas de formación en CTeI
		Número de docente en formación profesoral relacionada con la CTeI
Número de proyectos de investigación aprobados por Convocatoria interna.		

	Número de Jóvenes investigadores **	Número de semilleros de investigación participando en evento departamental
		Número de semilleros de investigación participando en evento nacional
		Número de semilleros de investigación participando en evento internacional
		Número de estudiantes beneficiados con incentivos por ACTI (filtro)
		Número de trabajos académicos con reconocimiento
	Número de actividades de Investigación formativa **	Número de Jóvenes investigadores **
		Número de actividades de Investigación formativa en el programa **
		Número de Docentes participando en proyectos y actividades de innovación
	Desarrollo tecnológico e Innovación	Número de Ideas con potencial innovador generados
Número de proyectos de conceptualización		Número de productos tecnológicos certificados o validados**
Número de proyectos de maduración tecnológica (TRL)		Número de productos tecnológicos patentados o en proceso de concesión de la patente
Número de proyectos de alistamiento y transferencia.		No de licenciamientos
Número de productos de propiedad intelectual (PI)		
Número de actividades de innovación		
Número de productos tecnológicos certificados o validados**		
Número de productos empresariales		
Número de Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones		
**Estos indicadores dinamizan ambos actores del Sistema.		

Fuente: Los autores con base en Colciencias, SNIES, DANE, CNA, CONACES

4. Análisis y discusión

El proceso de acreditación en alta calidad en las instituciones de educación superior contempla la evaluación de las funciones sustantivas de la educación, por lo cual, las entidades establecidas para tal fin requieren de una serie de métricas que permitan medir y valorar la calidad del servicio educativo ofrecido. En este sentido, en las métricas establecidas se integran varios aspectos, entre los que cabe mencionar las actividades asociadas al sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación que permiten conocer un panorama objetivo y completo del estado de la institución en términos de sus capacidades de investigación e innovación.

Los indicadores analizados integran las principales métricas realizadas por los actores del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, el cual se encuentra liderado, orientado y coordinado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS, como el organismo rector de la política de CTeI en el país. Es por ello, que el 52% de los indicadores de la matriz propuesta dan respuesta a la métrica de Colciencias, sin embargo, esta batería de indicadores además de evidenciar el estado del sistema de CTeI de la institución, nos permite medir el desempeño de los actores considerados en el estudio, al evaluar la eficiencia en la consecución de los productos. Además, permite hacer seguimiento y monitoreo para tomar decisiones que garanticen el fortalecimiento de este en la institución, así como reducir notablemente la incertidumbre y la subjetividad en la ejecución de las actividades y los procesos (Beltrán, 2005. p.44).

Por otro lado, entre los 83 indicadores identificados en la matriz de comparación, se encuentra que 20 de ellos son comunes en cuanto a la finalidad y alcance del mismo, en todos los sistemas, este fenómeno se presenta especialmente entre los indicadores que estipula el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS (8 indicadores en común), de igual manera entre los indicadores del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS y los reportados ante el EDIT DANE (7 indicadores compartidos). Es importante tener en cuenta que los nueve (9) indicadores analizados para el sistema de CONACES, se asemejan en al menos un indicador del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), lo anterior, pone en manifiesto la importancia de buscar la integralidad dentro del sistema de medición de las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación, teniendo en cuenta que, es indispensable contar con métricas que se integren con el fin de poder apreciar correctamente el *flujo de valor que hay entre todos los actores del ecosistema y se pueda medir el impacto de las decisiones importantes* (Carrillo, Sánchez, Villalobos, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó una agrupación de los indicadores de acuerdo a su naturaleza y los alcances de los mismos, presentando una mayor participación los asociados a la categoría de formación de capacidades, lo que guarda relación con el objeto principal de las instituciones de educación superior, las que enfocan sus esfuerzos en las actividades de formación de su comunidad académica. Además, se evidencia la importancia y relevancia de este componente en la forma de apalancar y dinamizar los procesos de Ciencia, Tecnología e Innovación. De modo específico, se pudo determinar cuáles actores del sistema alimentan y dan respuesta a las metas que dinamizan cada métrica, con el propósito de tener un despliegue detallado, partiendo del resultado individual de los investigadores hasta el desempeño institucional, de tal manera que se mida el rendimiento de los procesos y la gestión de los recursos.

Contrario a lo realizado por (Heno, Lopez y Garces,2014) quienes identifican una serie de indicadores para una matriz que mide las capacidades en investigación e innovación,

este trabajo organizó indicadores para medir el desempeño de actores específicos como son los correspondientes a docentes y administración académica, permitiendo medir la eficacia del sistema.

Cabe destacar, que se constituye una batería integral de indicadores que permite dar respuesta a los múltiples requerimientos de obligatoriedad a los que están sometidas constantemente las IES, como solución para contrarrestar los errores, las inconsistencias y la duplicidad en el reporte de la información. De allí, a que cuando se integran las métricas de estos sistemas, se busca coadyuvar para hacer más eficaz y eficiente la gestión de la institución, al facilitar la labor de los colaboradores y mejorar sus niveles de aprendizaje (Beltrán citado en Uribe y Reinoso, 2014, p. 14).

5. Conclusiones

Las Instituciones de Educación Superior como actores principales del sistema deben contar con métricas que permitan hacer seguimiento al sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación y faciliten la medición permanente y en tiempo real el comportamiento de las actividades desde diferentes etapas con el fin de gestionar los recursos y definir iniciativas de mejora.

La implementación de esta batería de indicadores para la medición y seguimiento permitirá dar respuesta a los requerimientos de las entidades reguladoras de las instituciones universitarias y del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. De igual manera, facilitará la obtención de estadísticas que reflejen el panorama real de la organización, brindado información precisa para la toma de decisiones dentro de la institución, lo que permitirá la mejora continua de los procesos y el fortalecimiento del sistema de Ciencia, tecnología e innovación al interior de las instituciones educativas de educación Superior.

6. Referencias

- Anzola, G. (2017). ¿Valorar la investigación y la calidad de la producción científica si es pertinente? Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 20 (1): 1 - 3.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). Modelo de medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Disponible desde Internet en: <http://colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacionalpara-el-reconocimiento-y-medicion-grupos>.
- Comisión Nacional intersectorial de aseguramiento de la calidad de la educación Superior - CONACES. (2016). Guía para la elaboración del documento maestro de registro calificado. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá D.C.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2017). Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Bogotá D.C.
- Carrillo, Á., Sánchez, M., & Villalobos, J. (2016). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC 2017-2022., 302. Recuperado de www.colciencias.gov.co/sites/default/files/plan-ctei-tic-2017-2022_0.pdf
- Rodríguez, N. (2017). Medición desenfocada. Las ciencias sociales y humanas bajo el modelo de medición de Colciencias. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Sánchez Céspedes JM, Gelvez GNY, Herrera CHF. Principales indicadores en ciencia, tecnología e innovación y su capacidad de medir el impacto de las policías públicas. Revista Gerencia Tecnológica Informática. 2015;39(14):31-49. Acceso: citado 28/04/2019. Disponible en: <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/5660/5915>
- Beltrán Jaramillo, Jesús Mauricio (2005). Indicadores de Gestión. Herramientas para lograr la competitividad.

Colombia. 3R editores.

- Uribe M., M.E., Reinoso L. J.F. (2014). Sistema de Indicadores de Gestión. Bogotá. Ediciones de la U.
- Consejo Nacional de Acreditación, CNA. (2013). Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. Bogotá. Documentos CNA No.2.
- Henao-García, E. A., Lopez-Gonzalez., & Garces-Marín. R. (2014). Medición de capacidades de Investigación e innovación en instituciones de Educación Superior: Una mirada desde el enfoque de las capacidades dinámicas. *Entramado*, 10(1), 252- 271
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). Bogotá D.C.
- Zabala, G., Patricia, M., Lista, G., Amaru, E., & Cuentas, A. (2017). Análisis de indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) propuestos por Organizaciones Nacionales de CTI en América Latina. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (52), 23-40.

Influência de fatores externos na capacidade absorptiva de spin-offs acadêmicas: Um estudo de casos múltiplos

Wania Cavalcanti
UFF, Brasil
waniacavalcanti@id.uff.br

Thiago Renault
UFF, Brasil
thiagorenault@gmail.com

Marcus Vinicius Fonseca
UFRJ - COPPE, Brasil
vfonseca@labrintos.coppe.ufrj.br

Sérgio Yates
UFRJ - COPPE, Brasil
syatesbz@gmail.com

Américo Ramos
UFF, Brasil
americodacostaramos@gmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar a influência de fatores externos na capacidade absorptiva de spin-offs acadêmicas. A capacidade de reconhecer o conhecimento externo valioso contribui para a ampliação do conhecimento interno da empresa e estimula o desenvolvimento da competitividade e inovação. As spin-offs acadêmicas são importante objeto de diversos estudos por sua atuação como instrumentos de transferência de tecnologia, criação de empregos, manutenção do equilíbrio do sistema econômico e participação em processos inovadores. A partir de um estudo exploratório em duas spin-offs acadêmicas e com uma abordagem qualitativa, foram realizadas entrevistas semiestruturadas. Com a análise dos dados coletados nas entrevistas, foram criadas posteriormente, categorias com o objetivo de identificar como o relacionamento com clientes, fornecedores, concorrentes e universidade pode influenciar a capacidade absorptiva das spin-offs acadêmicas participantes deste estudo. Os resultados evidenciaram que a base do conhecimento da spin-off acadêmica com origem na universidade, associado ao conhecimento adquirido no ambiente externo, influenciou de forma positiva o desenvolvimento de produtos inovadores. Outro ponto relevante no estudo foi a análise em conjunto das dimensões e fatores contingentes que funcionam como mediadores da capacidade absorptiva.

Palavras-chave

Capacidade absorptiva; Fatores Externos; Spin-offs acadêmicas

1. Introdução

Estudos sugerem que uma das condições primordiais para o alcance da competitividade; é o desenvolvimento de capacidades que garantam às empresas a possibilidade de se desenvolverem a partir da identificação, aquisição e aplicação de novos conhecimentos em seus

processos (COHEN & LEVINTHAL,1990). Constantes transformações no ambiente, na tecnologia e nas regras de

competitividade podem funcionar como barreiras que as empresas enfrentam na obtenção de auto- suficiência e criação do conhecimento. Uma abordagem que auxilie na criação do conhecimento, deve considerar os efeitos dinâmicos da interação entre o conhecimento interno e externo (CAMISÓN & FORÉS, 2010).

Em um ambiente caracterizado por mudanças rápidas e constantes, as empresas são desafiadas a desenvolver a capacidade absorptiva, como forma de se manterem competitivas por um longo período. Desde a publicação de Cohen e Levinthal (1989,1990) o estudo da capacidade absorptiva tem sido reforçado por meio de reconceituações e ampliado por outros autores (LANE et al., 2006). É possível observar a flexibilidade do tema a partir de sua aplicação em diferentes campos de pesquisa (ZAHRA & GEORGE, 2002) e mais precisamente em estudos que tem por objetivo entender; como fatores externos e internos influenciam a capacidade absorptiva (JULIEN et al., 2004; LANE et al., 2006; HERVAS-OLIVER & ALBOR-GARRIGOS, 2008; ENGELEN et al.,

2014), como a capacidade absorptiva influencia a trajetória organizacional e desempenho de mercado de empresas (FLATTEN et al., 2011; HERVAS-OLIVIER et al., 2011; ENGELEN et al., 2014; KIM et al., 2014), de empresas do tipo spin-offs (SCARINGELLA et al., 2017), o desenvolvimento de novos produtos (KIM et al., 2014), a inovação, em geral (JULIEN et al., 2004; TSAI, 2001) e relacionamento com clientes, fornecedores e concorrentes (SCHOLTEN & DUIN, 2015).

O estudo da capacidade absorptiva em empresas do tipo spin-offs acadêmicas é relevante , pois são empresas criadas a partir do conhecimento gerado nos laboratórios ou grupos de pesquisa de universidades, com o objetivo de comercialização deste conhecimento, geração de empresas, criação de empregos e participação em processos inovadores (VAN GEENHUIZEN & SOETANO, 2009; SCARINGELLA et al., 2017). Nas últimas décadas, as spin-offs acadêmicas têm recebido especial atenção de pesquisadores e formuladores de políticas públicas em função de sua capacidade de criar riqueza e contribuir para o avanço do conhecimento científico (MUSTAR et al., 2006).

No Brasil existem levantamentos parciais sobre spin-offs acadêmicas e sua importância econômica. Em levantamentos estatísticos, as spin-offs acadêmicas são avaliadas como micro e pequenas empresas, diferenciando-se das micro e pequenas empresas de setores tradicionais pela qualificação dos profissionais que empregam, produtos e serviços gerados e sua relação com universidade de origem (COSTA & TORKOMIAN, 2008; PAVANI, 2015).

Diante do exposto, pretende-se contribuir com informações que auxiliem os gestores no reconhecimento dos fatores externos e de que forma influenciam a capacidade absorptiva e a inovação de spin-offs acadêmicas. Para tal, foi utilizada uma abordagem qualitativa, com base nos dados coletados nas entrevistas semiestruturadas e posterior criação de categorias de análise. Os principais resultados evidenciaram que, o conhecimento com origem no ambiente externo, influenciou de forma positiva o desenvolvimento de produtos inovadores.

Este artigo apresenta inicialmente o referencial teórico e, em seguida, a descrição da metodologia empregada, os resultados obtidos, a discussão dos resultados e conclusão.

2. Revisão da Literatura

2.1 Capacidade absorptiva

Cohen e Levinthal (1990) definiram a capacidade de reconhecer o conhecimento externo

valioso, como capacidade absorptiva. Para Zahra e George (2002) a capacidade absorptiva é uma capacidade dinâmica que permite às empresas criar valor e manter vantagem competitiva a partir da absorção do conhecimento externo e sua interação com o conhecimento interno. O conceito de capacidades dinâmicas tem origem no estudo da Teoria da Visão Baseada em Recursos (Resource Based View – RBV) ou VBR, onde, relaciona o alcance da vantagem competitiva ao conjunto de recursos raros e capacidades disponíveis na empresa (WERNERFELT, 1984; BARNEY, 1991; PETERAF, 1993). Porém, ambientes em constante mudança desafiam o conceito inicial da VBR por possuir um perfil estático e não considerar a influência do dinamismo do ambiente (EINSENHARDT & MARTIN, 2000 ;WANG & AHMED, 2007). Neste contexto, Teece et al. (1997), ampliam o conceito da VBR e propõem que as empresas devem adaptar-se com frequência e renovar seus recursos e capacidades para atender às mudanças no ambiente, construindo e reconfigurando competências internas e externas para lidar com as mudanças. Como forma de ampliar o conceito de capacidades dinâmicas, foram apresentados estudos que abordam um conjunto de conceitos dinâmicos, tais como; capacidade absorptiva (ZAHRA & GEORGE, 2002) capacidade integrativa (AMBROSINI & BOWMAN, 2009), capacidade inventiva (LICHTENTHALER & LICHTENTHALER, 2009), entre outros.

O conceito de capacidade absorptiva, foi inicialmente proposto por Cohen e Levinthal (1990), com a descrição de um modelo contendo três dimensões que favorecem o uso do conhecimento na empresa. Para os autores, o nível de capacidade absorptiva de uma empresa é baseado em seu conhecimento prévio, ou seja, capacidades individuais, coletivas, em P&D e interações com clientes e fornecedores. Segundo os autores, a capacidade absorptiva favorece a busca de oportunidades no ambiente por parte da empresa. Posteriormente, outros pesquisadores propuseram mudanças conforme a definição adotada.

O trabalho de Zahra e George (2002) ampliou a definição original da capacidade absorptiva, baseada em três dimensões; identificar, assimilar e explorar para quatro dimensões; adquirir, assimilar, transformar e explorar (CAMISON & FÓRES, 2010; JIMÉNEZ-BARRIONUEVO et al., 2011; FLATTEN et al., 2011). Essas quatro dimensões são diferentes, porém complementares. Em seu modelo, os autores estabeleceram que as dimensões estariam agrupadas em dois diferentes subgrupos; capacidade absorptiva potencial, que é a aquisição e assimilação do conhecimento e capacidade absorptiva realizada, que é transformação e aquisição do conhecimento. Aquisição se refere a habilidade da empresa em identificar e adquirir conhecimento externo, que pode ser através da interação com fornecedores ou clientes. Assimilação, se refere a habilidade da empresa no desenvolvimento de rotinas e processos organizacionais empregados na análise e interpretação do conhecimento adquirido. Transformação, se refere a habilidade da empresa em conciliar o conhecimento adquirido com o conhecimento existente para uso futuro. Exploração, trata da capacidade da empresa em empregar o conhecimento transformado na expansão de rotinas já existentes, competências e tecnologias em benefício de suas operações, com foco na criação de novos produtos ou serviços (ZAHRA & GEORGE, 2002; FLATTEN et al., 2011).

Com base na análise da literatura existente sobre capacidade absorptiva e com o objetivo de capturar o conceito multidimensional e a natureza dinâmica deste constructo, se faz necessário o estudo dos fatores de influência da capacidade absorptiva.

2.2 Fatores que influenciam a capacidade absorptiva

Os fatores que influenciam a capacidade absorptiva, também denominados por

antecedentes e moderadores, são abordados a partir da análise do contexto e elementos que os caracterizam. A identificação destes fatores, pode ser estabelecida com base em estudos teóricos e empíricos. Neste contexto, características das estruturas, processos e estratégias da empresa, experiência e qualificação da equipe, formam os fatores internos que influenciam a capacidade absorptiva. Quanto aos fatores externos, além da diversidade de fontes de conhecimentos externos, também podem ser consideradas as mudanças ocorridas no ambiente externo, como: políticas, econômicas, tecnológicas e de mercado (JANSEN et al., 2005; ESCRIBANO et al., 2009; LICHTENTHALER, 2009; ENGELEN et al., 2014).

Entre os fatores externos que influenciam a capacidade absorptiva, provavelmente o mais relevante seja o conhecimento externo. O conhecimento encontrado no ambiente externo determinará a motivação da empresa no desenvolvimento da capacidade absorptiva (LANE et al., 2006; LAU & LO, 2015). Ao analisar os fatores externos que influenciam a capacidade absorptiva de uma empresa, é importante também considerar sua participação nas redes de conhecimento. No contexto desta pesquisa, as empresas do tipo spin-offs acadêmicas, estabelecidas no espaço da universidade, podem absorver práticas de inovação no processo de compartilhamento de informação com os atores que pertencem a sua rede, no caso, incubadoras, outras empresas do tipo spin-offs acadêmicas e universidade. Este fato sugere que um determinante externo importante na capacidade de absorção da empresa é a estabilidade em suas relações com os outros atores em sua rede de conhecimento. O relacionamento com clientes, fornecedores, concorrentes e universidade de origem, favorecem o aprendizado ou a cogeração de conhecimento por parte da spin-off acadêmica. Segundo Lewin et al., (2011) essa interação permite identificar as novas tecnologias e absorvê-las em seu processo de desenvolvimento.

De acordo com Yam et al. (2011) e Lau e Lo (2015) os fatores encontrados no ambiente externo, podem ser favoráveis ao desenvolvimento da inovação se a empresa tiver capacidade absorptiva bem desenvolvida.

2.3 Capacidade absorptiva como potencializadora da inovação

De acordo com o Manual de Oslo (2012) a inovação é definida como a implementação de um novo produto/serviço ou componentes deste produto/serviço ou um novo procedimento ou processo. Para Dell'Anno e Giudice (2015), a inovação é uma atividade complexa na qual novos conhecimentos são aplicados com fins comerciais. No atual ambiente de negócios intensivo em conhecimento, empresas dependem cada vez mais de fontes externas de conhecimento, como forma de promoção do desempenho e inovação.

Diversas contribuições teóricas e empíricas abordam a relação entre capacidade absorptiva e inovação. é possível observar esse esforço, a partir de estudos que consideram os determinantes externos à empresa, principalmente as fontes externas de inovação que as empresas utilizam para desenvolver ou melhorar seus produtos, serviços ou processos. A fonte de inovação exerce papel importante na determinação da capacidade que uma empresa deve possuir para alcançar um bom desempenho no mercado (FOSFURI & TRIBO, 2008; YAM et al., 2011). A utilização e criação do conhecimento tem como base uma interação consistente entre a empresa e fontes externas de inovação e sua abertura ao conhecimento externo (CALOGHIROU et al., 2004).

A capacidade absorptiva pode ser considerada um importante recurso para melhorar o desempenho da inovação, se considerar o valor do conhecimento externo, a partir de redes externas (WANG & HAN, 2011). Com base no estudo de Scharingella et al. (2017), foi possível observar como a capacidade absorptiva de spin-offs acadêmicas pode ser beneficiada a partir do

relacionamento com clientes e qual a sua influência no processo de inovação da spin-off acadêmica. Os autores concluíram que as spin-offs acadêmicas desenvolveram produtos inovadores a partir da absorção do conhecimento do cliente. Ou seja, o emprego do conhecimento externo (cliente) aliado ao conhecimento interno (conhecimento técnico) favoreceram o desenvolvimento de produto.

Neste contexto, as spin-offs acadêmicas precisam ampliar o estudo sobre a aquisição de conhecimento no ambiente externo.

2.4 Contextualização do fenômeno spin-off acadêmico no Brasil

Spin off é o surgimento de algo novo a partir de algo existente, ou ainda, uma empresa formada a partir da divisão de outra empresa. A literatura científica tem abordado o conceito sob várias perspectivas diferentes, como, sua influência no desenvolvimento regional, características únicas das spin-offs, crescimento e transferência de tecnologia, geração e classificação com foco na origem da spin-off. Importante distinção quanto a origem é feita entre empresas spin-offs provenientes de universidades ou de empresas, ou seja, spin-off acadêmica, ou spin-off corporativo (WALLIN, 2012).

A crescente importância econômica das spin-offs acadêmicas se deve inicialmente ao fato do acelerado desenvolvimento de diversos campos do conhecimento, a evolução na busca por parte de grandes empresas e indústrias em alianças com empresas menores, mais dinâmicas e com sólido conhecimento científico, como spin-offs acadêmicas. Também, pesquisadores se beneficiam desta visibilidade, já que, políticas públicas em vários países têm como objetivo estimular a criação e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas (FINI et al., 2011).

No Brasil, a criação de spin-offs acadêmicas é um tema recente, somente a partir dos anos 1990, universidade, órgãos governamentais e empresas, iniciam um debate sobre o processo de criação de empresas a partir da comercialização da tecnologia desenvolvida nas universidades. Por utilizarem conhecimentos e novas tecnologias, as spin-offs acadêmicas atraem outras empresas e fortalecem os ambientes de inovação da região, a partir do relacionamento com as suas organizações geradoras, ou seja, são uma importante fonte de permanente dinamismo econômico para as regiões onde estão instaladas (PAVANI, 2015).

3. Metodologia

A presente pesquisa de natureza qualitativa e abordagem descritiva, buscou através de observações e entrevistas semiestruturadas com um dos sócios das spin-offs acadêmicas, o entendimento do fenômeno estudado com base no referencial teórico, visão dos entrevistados no estudo e sua relação. Como estratégia de pesquisa foi utilizado o estudo de casos múltiplos, que segundo Yin (2015), é uma variação do estudo de caso que qualifica a pesquisa e contribui para a confiabilidade do resultado. Esta abordagem auxilia na compreensão da dinâmica existente no contexto das spin-offs acadêmicas, utilizando para tal, um grupo de métodos para a coleta de dados em detalhes, o que garante um aprofundamento das questões investigadas.

Esta pesquisa utilizou como fonte de dados: sites das empresas, observação direta e entrevistas individuais semiestruturadas. O emprego da entrevista semiestruturada possibilita ao entrevistador o aprofundamento das visões e opiniões do respondente, levando a entrevista por caminhos que direcionem ao objetivo da pesquisa (GRAY, 2012). As entrevistas individuais semiestruturadas foram o principal instrumento de coleta de dados nesta pesquisa.

Como principal critério de participação para este estudo, as empresas selecionadas, deveriam ter produto e/ou serviço em fase final para comercialização ou sendo comercializado

como resultado de pesquisas acadêmicas ou que tivessem origem no conhecimento adquirido na universidade. Os entrevistados foram selecionados devido à sua posição e participação na criação e desenvolvimento da spin-off acadêmica. Participaram deste estudo duas spin-offs acadêmicas localizadas em incubadoras de empresas de universidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Para a análise e interpretação dos dados coletados durante as entrevistas semiestruturadas, foi utilizado o método de análise de conteúdo, que segundo Bardin (2016), permite descrever, interpretar e comparar conteúdos textuais com o estabelecido no referencial teórico. Para Gray (2012), a análise de conteúdo faz inferências sobre os dados levantados na entrevista, a partir da identificação sistemática e objetiva das características em classes ou categorias.

O processo de elaboração de categorias e sua análise utiliza como base o recorte de um texto em unidades de registro (palavras, frases, parágrafos) e seu agrupamento por temas em categorias que possibilitem as inferências (MOZZATO & GRZYBOVSKI, 2011). A unidade de registro corresponde ao segmento de conteúdo, podendo ser de natureza e dimensões variáveis. O tema, enquanto unidade de registro, está relacionado a uma regra de recorte, considerando que depende do nível de análise e não de manifestações reguladas, geralmente empregado para estudar motivações de opiniões, de atitudes e valores, em reposta a entrevistas individuais (BARDIN, 2016).

Para a construção das categorias de análise, foram considerados os componentes identificados com base no referencial teórico. Dessa forma, foram estabelecidas 12 categorias de análise que compõem o Quadro 01, com as dimensões da capacidade absorptiva e os elementos correspondentes. A definição destas categorias tem a finalidade de respaldar as análises e inferências dos resultados do estudo de casos múltiplos.

Quadro 1. Categorias de análise da capacidade absorptiva

Capacidade Absortiva				
Componentes		Categorias de Análise (antecedentes)		Referencial Teórico
Capacidade Absortiva Potencial	Dimensão	Aquisição	Fontes de conhecimento externo	Identificar novos conhecimentos; reconhecer o valor do conhecimento externo (ZAHRA & GEORGE, 2002; TODOROVA & DURISIN, 2007).
			Interação com o ambiente externo	
	Assimilação	Assimilação de tecnologia	Entender e interpretar o que foi adquirido; processar e disseminar a novidade no interior da organização (ZAHRA & GEORGE, 2002).	
		Envolvimento na difusão do conhecimento		
Capacidade Absortiva	Dimensão	Transformação	Capacidade de adaptação	Combinar informação nova com informação já existente na empresa (COHEN & LEVINTHAL, 1990; ZAHRA & GEORGE, 2002).
			Integração entre pesquisa e desenvolvimento	

		Exploração	Exploração de novos conhecimentos	Aperfeiçoar ou criar competências e capacidades a partir do conhecimento transformado; implementar o novo conhecimento, resultando em novos produtos/serviços (COHEN & LEVINTHAL, 1990; ZAHRA & GEORGE, 2002; TODOROVA & DURISIN, 2007).
			Desenvolvimento de produtos/serviços	
Fatores contingentes			Gatilhos de ativação	Eventos em que direcionam a empresa na busca por respostas baseadas em novos conhecimentos (ZAHRA & GEORGE, 2002; TODOROVA & DURISIN, 2007).
			Mecanismos de integração social	Compartilhamento de conhecimento interno e auxiliam na aquisição de recursos externos (ZAHRA & GEORGE, 2002; TODOROVA & DURISIN, 2007).
			Regimes de apropriabilidade	Procedimentos voltados para a proteção da inovação criada. (COHEN & LEVINTHAL, 1990; ZAHRA & GEORGE, 2002; TODOROVA & DURISIN, 2007; VOLBERDA et al., 2010).
			Condições do ambiente de negócios	Condições do conhecimento existente no ambiente de negócios: competitividade, dinamismo e regime de adequação (JANSEN et al., 2005; VOLBERDA et al., 2010).

Fonte: Elaboração própria

4. Resultados

Nesta seção, serão apresentados os resultados individualizados por spin-offs acadêmicas e quadro com análise comparativa dos resultados obtidos na pesquisa.

A spin-off acadêmica 1 é uma empresa residente da incubadora de empresas do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro COPPE/UFRJ, que iniciou suas atividades em 2017. Desenvolve soluções para o gerenciamento de dispositivos IoT (Internet of things) utilizando a inteligência computacional. Seu produto/serviço faz a análise da infraestrutura de pequenos provedores de banda larga e tem origem nos estudos realizados em laboratório da universidade que faz parte do PESC (Programa de Engenharia de Sistemas e Computação) da COPPE/UFRJ. Alunos de mestrado e doutorado da COPPE/UFRJ atuam nos projetos desenvolvidos pela spin-off acadêmica 1. O que significa uma forte conexão com a pesquisa realizada na universidade.

A entrevista foi realizada pessoalmente com um dos sócios na própria empresa. Sua estrutura organizacional é constituída basicamente por cinco sócios, sendo que três se revezam nas atividades diárias da empresa, um atua como orientador e um sócio investidor. Este último, é proprietário de um pequeno provedor de banda larga. Esta sociedade teve início com uma parceria com o atual sócio investidor, quando ainda era cliente da spin-off acadêmica 1, ao trazer o detalhamento de um problema do dia a dia do provedor e uma visão do mercado que o sócio entrevistado não tinha. O conhecimento gerado na parceria com o cliente, influenciou a transformação do conhecimento adquirido na universidade, o que resultou no ajuste do produto/serviço e sua posterior comercialização.

Quanto aos componentes da capacidade absorptiva, a dimensão aquisição do conhecimento tem como principal evidência; o conhecimento da universidade de origem, formação educacional dos sócios e desenvolvimento em parceria com instituto de pesquisa,

sobre possíveis vulnerabilidades de seu produto/serviço. A dimensão assimilação possui poucas evidências.

Para a dimensão transformação, o conhecimento gerado na pesquisa acadêmica que deu origem ao produto/serviço, passou por adaptação a partir do conhecimento adquirido do cliente e contribuiu para o aperfeiçoamento do produto. Para a dimensão exploração, o conhecimento com origem na experiência do cliente tem destaque, apesar da forte ligação da spin-off acadêmica com a universidade de origem, já que a empresa utiliza o laboratório da universidade para a realização de pesquisas.

Entre os fatores contingentes, a captação de recursos com o fundo FAPESP, foi um importante gatilho de ativação para o desenvolvimento do produto/serviço, juntamente com o aprimoramento técnico dos sócios. Os mecanismos de integração social, podem ser evidenciados pelas reuniões periódicas entre os sócios e equipe de desenvolvimento do laboratório, o que favoreceu a assimilação do conhecimento adquirido e seu compartilhamento.

Para as condições do ambiente de negócios, o sócio entrevistado informou, que a adequação do seu produto ao mercado, considera a concorrência, porém prioriza o que pode ser mais interessante para o seu público alvo, que são os pequenos provedores de banda larga. De acordo com o entrevistado, as operadoras de grande porte conseguem arcar com os custos de desenvolvimento e manutenção desta ferramenta que possui um custo elevado para os provedores de pequeno porte. Fica claro a percepção do entrevistado, sobre a influência do mercado em que atua.

A spin-off acadêmica 2, atua desde 2014, na fabricação de um equipamento capaz de analisar a performance de atletas e desenvolve toda a tecnologia, que inclui o hardware até a parte mecânica do sistema de comunicação com o usuário. Está localizada na Incubadora de Empresas Tecnológicas do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca-RJ (IETEC CEFET-RJ). A estrutura organizacional é formada por dois sócios e uma equipe fixa com quatro funcionários. A empresa possui ainda associados e colaboradores que são alunos de graduação, mestrado e professores que auxiliam no desenvolvimento das pesquisas. Foi entrevistado um dos sócios.

O principal produto comercializado pela spin-off acadêmica 2, é um analisador tecnológico que utiliza uma tecnologia inovadora para fazer a telemetria de atletas, que também funciona com aplicativos e comunicação com a nuvem. Este produto foi desenvolvido a partir de pesquisas acadêmicas e posteriormente sofreu adaptações com base nas demandas de potenciais clientes. O sócio entrevistado informou, que busca alternativas para o fornecimento de insumos, em função do alto custo da matéria prima que utiliza na fabricação de seu produto.

Os componentes referentes a capacidade absorviva da spin-off acadêmica 2, são bem definidos. As dimensões aquisição, assimilação, transformação e exploração possuem evidências, como; o conhecimento com origem nas pesquisas na universidade de origem, formação educacional dos sócios, parceria com clientes, participação da empresa em feiras tecnológicas, congressos e eventos da área, emprego de tecnologia nacional e possui um produto inovador.

Entre os fatores contingentes, o apoio da família e professores, foi importante gatilho de ativação que funcionou como motivador para superar as barreiras encontradas para a criação da empresa. Os mecanismos de integração social, como reuniões periódicas entre os sócios e equipe de desenvolvimento, não foram evidenciados. Quanto aos regimes de apropriabilidade, a empresa apresentou procedimento para acompanhamento do processo de patente de seu produto/serviço. Para as condições do ambiente de negócios, o sócio entrevistado informou que possui um bom conhecimento do mercado de atuação da empresa e consegue visualizar

possíveis concorrentes, já que observa uma crescente demanda pela aplicação da tecnologia de IoT em atividades esportivas.

A seguir, o Quadro 2, que tem por objetivo apresentar as evidências observadas nas spin-offs acadêmicas participantes do estudo, com base nas categorias de análise da capacidade absorptiva.

Quadro 2. Categorias de análise da capacidade absorptiva das spin-offs acadêmicas 1 e 2

			Capacidade Absortiva		
Componentes			Categorias de Análise (antecedentes)	<i>Spin-off</i> acadêmica 1	<i>Spin-off</i> acadêmica 2
Capacidade Absortiva Potencial	Dimensão	Aquisição	Fontes de conhecimento externo	Cooperação e desenvolvimento de pesquisa com instituição de pesquisa. Formação educacional e experiência profissional dos sócios. Projetos em parceria com laboratório da universidade.	Cooperação e desenvolvimento de pesquisa com instituição de pesquisa. Formação educacional e experiência profissional dos sócios, da equipe fixa, associados e colaboradores. Novas especificações para o produto informadas por clientes.
		Assimilação			Parceria com clientes para desenvolvimento de projetos.
Interação com o ambiente externo	Experiência profissional no mercado de atuação por parte de um dos sócios.		Relação com clientes e observação das fragilidades dos concorrentes. Experiência profissional dos sócios.		
Assimilação de tecnologia	Assimilação de novas tecnologias através de parceria com o laboratório da universidade. Desenvolvimento tecnológico com origem em projeto na universidade.		Produção de equipamento tendo em vista a necessidade do mercado.		
Envolvimento na difusão do conhecimento	Não foi evidenciado.		Participação em feiras tecnológicas, congressos e eventos da área.		
Capacidade Absortiva	Dimensão	Transformação	Capacidade de adaptação	Correção das falhas de segurança detectadas do produto/serviço quando lançado.	Desenvolvimento de produto utilizando tecnologia nacional como forma de reduzir custos e alternativa ao atual fornecimento de insumos.
			Integração entre pesquisa e desenvolvimento	A partir de dados compartilhados com laboratório da universidade que auxilia no melhoramento do produto/serviço.	Suporte de professores da instituição de ensino no desenvolvimento de produto e serviço.

		Exploração	Exploração de novos conhecimentos	Parceria com cliente.	Desenvolvimento de produto/serviço, com base em conhecimento adquirido na relação com cliente.
			Desenvolvimento de produtos/serviços	Aplicação de tecnologia desenvolvida no laboratório da universidade em produto/serviço, tendo em vista a necessidade do mercado.	Produto desenvolvido é premiado e reconhecido como inovador.
Fatores Contingentes			Gatilhos de ativação	Melhorar o aprendizado dos sócios em função de atendimento ao mercado. Recebimento de apoio financeiro (FAPESP).	Falta de investimento na área. Incentivo da família e professores. Acredita no poder <i>transformador</i> da tecnologia.
			Mecanismos de integração social	Reuniões periódicas dos sócios e equipe do laboratório.	Não existem rotinas organizacionais estabelecidas para a assimilação do conhecimento adquirido.
			Regimes de apropriabilidade	Não foi evidenciado.	A empresa possui procedimento para acompanhar o processo de patente de seu produto.
			Condições do ambiente de negócios	A empresa tem informação sobre concorrentes e o mercado de atuação.	Bom conhecimento do mercado de atuação.

Fonte: Elaboração própria

5. Discussão

Após a análise dos componentes da capacidade absorptiva das spin-offs acadêmicas participantes desta pesquisa, faz-se necessária a discussão dos resultados com base nos dados coletados e referencial teórico.

As duas empresas participantes do estudo, apresentaram produtos/serviços, desenvolvidos a partir da pesquisa acadêmica. O conhecimento adquirido pelos sócios, na pesquisa desenvolvida no laboratório da universidade ou no mercado, forma a base do conhecimento das empresa. Os sócios são responsáveis pelo conhecimento técnico e o conhecimento estratégico da empresa, observando o dinamismo do segmento que estão inseridos. Cohen e Levinthal (1990), descreveram como gatekeeper, o papel do indivíduo que atua como a interface entre a empresa e o ambiente externo.

A spin-off acadêmica 1 ajustou seu produto/serviço a partir de demandas que foram apresentadas por um cliente. Já a spin-off acadêmica 2, desenvolveu um produto/serviço com especificações informadas por cliente. Para Eisenhardt e Martin (2000) o ambiente é composto por oportunidades e ameaças, que podem afetar o desempenho da empresa de diversas formas. Assim, a capacidade absorptiva pode variar em função das demandas do ambiente externo e do conhecimento prévio acumulado pela empresa. Neste contexto, o conhecimento adquirido e desenvolvido na pesquisa acadêmica, pelas empresas estudadas, sofreu influência do conhecimento com origem no cliente e foi convertido em produtos/serviços inovadores. Contribuem para o exposto, Volberda et al. (2010), ao afirmarem que a aquisição do conhecimento reflete na rotina e atividades do negócio, ligadas a inovação.

A dimensão assimilação está diretamente ligada a rotinas e processos que permitem a

compreensão do conhecimento proveniente de fontes externas (ZAHRA & GEORGE, 2002). Segundo Patterson e Ambrosini (2015), após a aquisição do novo conhecimento, é preciso que haja uma assimilação contínua deste conhecimento. A spin-off acadêmica 1 possui mecanismos de integração social bem definidos, que podem ser observados através das reuniões estratégicas entre os sócios e reuniões técnicas com a equipe do laboratório. A spin-off acadêmica 2 não possui rotinas organizacionais que favoreçam a assimilação contínua do conhecimento, apesar de possuir uma estrutura organizacional bem estruturada.

A dimensão transformação é descrita como a reinterpretação do conhecimento adquirido que ocorre em sequência a assimilação do conhecimento (ZAHRA & GEORGE, 2002). Para Patterson e Ambrosini (2015), a transformação do conhecimento acontece de forma simultânea em todas as dimensões da capacidade absorptiva. Com base no exposto, foi possível observar nas empresas da pesquisa, que o conhecimento com origem no cliente, influenciou as dimensões aquisição e transformação. A spin-off acadêmica 2 tem como evidência na dimensão transformação, a influência do fator externo fornecedor, ao buscar alternativas para o fornecimento de insumos, já que precisa desenvolver e adaptar novas tecnologias ao produto existente. A spin-off acadêmica 1 não possui fornecedor, pois desenvolve softwares.

Os fatores contingentes da capacidade absorptiva analisados nesta pesquisa, não apresentaram as mesmas evidências, ou não foram evidenciados. Quanto aos regimes de apropriabilidade, na spin-off acadêmica 1 não foi evidenciado, ao contrário da spin-off acadêmica 2, que possui procedimentos para acompanhar o processo de patente. Segundo Cohen e Levinthal (1990), os regimes de apropriabilidade, podem funcionar como barreiras à transferência do conhecimento do ambiente externo para a empresa. O fator contingente, ambiente de negócios, descrito por Volberda et al. (2010), diz respeito ao conhecimento da empresa frente a determinadas condições do ambiente de negócios, onde são observados o dinamismo, regime de adequação e características do conhecimento. As empresas do estudo possuem conhecimento do mercado que atuam e dos concorrentes presentes em seu segmento.

6. Conclusão

Esta pesquisa buscou analisar a influência de fatores externos na capacidade absorptiva de spin-offs acadêmicas. Foram pesquisadas duas spin-offs acadêmicas localizadas em incubadoras e que desenvolveram produtos/serviços inovadores. A base do conhecimento das empresas participantes do estudo, tem origem na pesquisa acadêmica, no conhecimento técnico e experiência dos sócios.

Os fatores externos relacionados nesta pesquisa, influenciaram as dimensões da capacidade absorptiva das spin-offs acadêmicas participantes deste estudo. A partir do conhecimento adquirido, assimilado e transformado, foi possível constatar o desenvolvimento de produtos/serviços inovadores.

A quantidade de spin-offs acadêmicas participantes do estudo, inseridas em contextos semelhantes, foi um limitador para esta pesquisa. Esta limitação impediu a generalização do estudo. Por fim, para estudos futuros, recomenda-se o estudo da capacidade absorptiva de um número maior de spin-offs acadêmicas inseridas em diferentes contextos.

7. Referências

Ambrosini, V., & Bowman, C. (2009). What are dynamic capabilities and are they a useful construct in strategic management? *International journal of management reviews*, 11(1), 29-49.

- Bardin, L. (2016). Análise de conteúdo/Laurence Bardin; Tradução Luís Antero Reto. *Augusto. Pinheiro. Ed.*, 70, 125- 198.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*, 17(1), 99-120.
- Caloghirou, Y., Kastelli, I., & Tsakanikas, A. (2004). Internal capabilities and external knowledge sources: complements or substitutes for innovative performance?. *Technovation*, 24(1), 29-39.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. *The economic journal*, 99(397), 569-596.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 35(1), 128-152.
- Camisón, C., & Forés, B. (2010). Knowledge absorptive capacity: New insights for its conceptualization and measurement. *Journal of Business Research*, 63(7), 707-715.
- Costa, L. B., & Torkomian, A. L. V. (2008). Um estudo exploratório sobre um novo tipo de empreendimento: os spin- offs acadêmico. *Revista de Administração Contemporânea*, 12(2), 395-427.
- MANUAL DE OSLO. *Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*.
- OECD, 1997. Traduzido pela FINEP 2012
- Dell'Anno, D., & Del Giudice, M. (2015). Absorptive and desorptive capacity of actors within university-industry relations: does technology transfer matter? *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(1), 13.
- Engelen, A., Kube, H., Schmidt, S., & Flatten, T. C. (2014). Entrepreneurial orientation in turbulent environments: The moderating role of absorptive capacity. *Research Policy*, 43(8), 1353-1369.
- Escribano, A., Fosfuri, A., & Tribó, J. A. (2009). Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity. *Research policy*, 38(1), 96-105.
- Flatten, T. C., Greve, G. I., & Brettel, M. (2011). Absorptive capacity and firm performance in SMEs: The mediating influence of strategic alliances. *European Management Review*, 8(3), 137-152.
- Fosfuri, A., & Tribó, J. A. (2008). Exploring the antecedents of potential absorptive capacity and its impact on innovation performance. *Omega*, 36(2), 173-187.
- Fini, R., Grimaldi, R., Santoni, S., & Sobrero, M. (2011). Complements or substitutes? The role of universities and local context in supporting the creation of academic spin-offs. *Research Policy*, 40(8), 1113-1127.
- Gray, D. E. (2012). Pesquisa no mundo real. trad. Roberto Costa. *Porto Alegre, Penso*.
- Hervas-Oliver, J. L., & Albors-Garrigos, J. (2008). The role of the firm's internal and relational capabilities in clusters: when distance and embeddedness are not enough to explain innovation. *Journal of Economic Geography*, 9(2), 263-283.
- Jansen, J. J., Van Den Bosch, F. A., & Volberda, H. W. (2005). Managing potential and realized absorptive capacity: how do organizational antecedents matter? *Academy of management journal*, 48(6), 999-1015.
- Jiménez-Barrionuevo, M. M., García-Morales, V. J., & Molina, L. M. (2011). Validation of an instrument to measure absorptive capacity. *Technovation*, 31(5-6), 190-202.
- Julien, P. A., Andriambelason, E., & Ramangalahy, C. (2004). Networks, weak signals and technological innovations among SMEs in the land-based transportation equipment sector. *Entrepreneurship & Regional Development*, 16(4), 251-269.
- Kim, Y. A., Akbar, H., Tzokas, N., & Al-Dajani, H. (2014). Systems thinking and absorptive capacity in high-tech small and medium-sized enterprises from South Korea. *International Small Business Journal*, 32(8), 876-896.
- Lane, P. J., Koka, B. R., & Pathak, S. (2006). The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct. *Academy of management review*, 31(4), 833-863.
- Lau, A. K., & Lo, W. (2015). Regional innovation system, absorptive capacity and innovation performance: An empirical study. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 99-114.
- Lewin, A. Y., Massini, S., & Peeters, C. (2011). Microfoundations of internal and external absorptive capacity routines. *Organization science*, 22(1), 81-98.
- Lichtenthaler, U. (2009). Absorptive capacity, environmental turbulence, and the complementarity of organizational learning processes.
- Lichtenthaler, U., & Lichtenthaler, E. (2009). A capability-based framework for open innovation: Complementing absorptive capacity. *Journal of management studies*, 46(8), 1315-1338.
- Mozzato, A. R., & Grzybovski, D. (2011). Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no

- campo da administração: potencial e desafios. *Revista de Administração Contemporânea*, 15(4), 731-747.
- Mustar, P., Renault, M., Colombo, M. G., Piva, E., Fontes, M., Lockett, A., & Moray, N. (2006). Conceptualising the heterogeneity of research-based spin-offs: A multi-dimensional taxonomy. *Research policy*, 35(2), 289-308.
- Patterson, W., & Ambrosini, V. (2015). Configuring absorptive capacity as a key process for research intensive firms. *Technovation*, 36, 77-89.
- Pavani, C. (2015). *Spin offs universitárias de sucesso: um estudo multicasos de empresas originárias da Escola Politécnica da USP e da COPPE da UFRJ* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic management journal*, 14(3), 179-191.
- Scaringella, L., Miles, R. E., & Truong, Y. (2017). Customers involvement and firm absorptive capacity in radical innovation: The case of technological spin-offs. *Technological Forecasting and Social Change*, 120, 144-162.
- Scholten, V. E., & Van der Duin, P. A. (2015). Responsible innovation among academic spin-offs: how responsible practices help developing absorptive capacity. *Journal on Chain and Network Science*, 15(2), 165-179.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal*, 18(7), 509-533.
- Tsai, W. (2001). Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of management journal*, 44(5), 996-1004.
- Todorova, G., & Durisin, B. (2007). Absorptive capacity: Valuing a reconceptualization. *Academy of management review*, 32(3), 774-786.
- Van Geenhuizen, M., & Soetanto, D. P. (2009). Academic spin-offs at different ages: A case study in search of key obstacles to growth. *Technovation*, 29(10), 671-681.
- Volberda, H. W., Foss, N. J., & Lyles, M. A. (2010). Perspective—Absorbing the concept of absorptive capacity: How to realize its potential in the organization field. *Organization science*, 21(4), 931-951.
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of management review*, 27(2), 185-203.
- Wallin, M. W. (2012). The bibliometric structure of spin-off literature. *Innovation*, 14(2), 162-177.
- Wang, C. L., & Ahmed, P. K. (2007). Dynamic capabilities: A review and research agenda. *International journal of management reviews*, 9(1), 31-51.
- Wang, C., & Han, Y. (2011). Linking properties of knowledge with innovation performance: the moderate role of absorptive capacity. *Journal of Knowledge Management*, 15(5), 802-819.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic management journal*, 5(2), 171-180.
- Yam, R. C., Lo, W., Tang, E. P., & Lau, A. K. (2011). Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance: An empirical study of Hong Kong manufacturing industries. *Research policy*, 40(3), 391-402.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso-: Planejamento e métodos*. Bookman editora.

Capacidade tecnológica na agricultura: O caso do Brasil

Jorge Tello – Gamarra
Universidade Federal do Rio Grande – FURG Escola de Química e Alimentos – EQA Brasil
jorgetellogamarra@gmail.com

Ana Mônica Fitz de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis – ICEAC Brasil
ana.monica89@hotmail.com

Resumo

Capacidade tecnológica é um termo relacionado ao acúmulo de competências e a combinação de recursos para o desenvolvimento científico e tecnológico. Há pesquisas que estudam a capacidade tecnológica em vários setores econômicos, no entanto, são escassos estudos que avaliam a capacidade tecnológica na agricultura. O objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade tecnológica da agricultura de um país emergente, o Brasil. Para isso, o método utilizado foi o bibliométrico, utilizando como indicador as publicações científicas na área agrícola, nos últimos 50 anos. A base de dados utilizada foi a Scopus. Os resultados mostram que de fato, nos últimos cinquenta anos, o Brasil concentrou esforços e fortificou sua capacidade tecnológica. Dessa forma, conclui-se que a pesquisa científica voltada para o ramo agrícola teve grande contribuição para o desenvolvimento da capacidade tecnológica deste setor.

Palavras chave

Capacidade Tecnológica; Capacidade Científica; Publicações; Agricultura.

1. Introdução

A definição de capacidade tecnológica está atrelada à existência de competências no domínio das firmas ou dos países (Galende, 2006). Posteriormente Park, Choung e Min (2008) vão mais a fundo no conceito, retratando que o desenvolvimento de um país é fator dependente dos conhecimentos acumulados e implementados com vistas à inovação e tecnologia. Logo, o acúmulo de conhecimento, competências e inovação são conceitos interligados entre si (Brandão & Tello-Gamarra, 2014).

A maneira com que estes recursos são combinados e distribuídos não segue uma trajetória linear, pois, além de fatores relativos às especificidades da tecnologia, processos gerenciais, históricos e condições do ambiente, há as interferências governamentais que provocam ondas de desenvolvimento de diferentes intensidades (Lorentzen, 2005), sejam científicas, econômicas ou produtivas.

Além dessas interferências, fatores relativos às externalidades, como por exemplo, pressões de mercado, demanda do público consumidor e competitividade entre as firmas de um mesmo mercado, são princípios que norteiam o desenvolvimento das novas capacidades (Bell & Pavit, 1993). Por isso, compreender o fenômeno do desenvolvimento da capacidade tecnológica, ainda é um tanto desafiador.

Nesse sentido, existem uma série de estudos como Adei (1990), Brunner (1991), Choung, Hwang e Choi (2000), Prencipe (2000), Figueiredo (2008), Park, Choung e Min

(2008), Filippette Peyrache (2011), Kang, Baek e Lee (2017), que buscam entender e medir a capacidade tecnológica, nos diferentes setores industriais. Contudo, há escassez de estudos que analisem a capacidade tecnológica na agricultura, sendo esta a problemática deste artigo.

A motivação parte do fato de que nas últimas décadas, diferentes países têm desenvolvido a sua capacidade tecnológica na área agrícola, sendo o Brasil um interessante caso de estudo. Nos últimos 50 anos, o país evoluiu de uma produtividade de 1,5 toneladas por hectare para mais de 6 (CONAB, 2018). Com isso, o Brasil passou de um importador de produtos de origem agrícola, dependente das ofertas comerciais do exterior, para ser um grande exportador (Mueller & Mueller, 2016).

Portanto, o objetivo deste artigo é avaliar a capacidade tecnológica da agricultura do Brasil. Neste artigo, a capacidade tecnológica será mensurada, através de um indicador, as publicações científicas na área agrícola do país em questão.

Este estudo está dividido em mais 5 seções. O tópico 2 tangencia aspectos a respeito da produtividade agrícola brasileira. O tópico 3 aborda o conceito de capacidade tecnológica e os indicadores para sua mensuração, enquanto o tópico 4 traz o método nesta pesquisa. Por seguinte o item 5 é referente aos resultados encontrados. O trabalho encerra-se com a conclusão, as limitações encontradas para este estudo e possíveis contribuições futuras ao tema.

2. A produtividade da agricultura Brasileira

A dinâmica de acúmulo de conhecimento e experiência técnica para a criação e adaptação de capacidade tecnológica não é trivial (Furman, Porter & Stern, 2002; Mazzoleni & Nelson, 2007; Withfield, 2012). No ramo agrícola, a exemplo do puramente industrial, há também um regime tecnológico (Possas, Salles-Filho & Silveira, 1996), onde os países tratados aqui como uma organização social, política e econômica, também precisam se reinventar constantemente com base na sua estrutura tecnológica na busca por atingir o patamar competitivo (Paraginski, 2014).

Com isso, mudanças nas áreas de pesquisa, políticas públicas e o surgimento de novos paradigmas agrícolas, são levados em consideração ao se observar que ocorrem mudanças no arranjo tecnológico, criando capacidades de forma a facilitar o processo de inovação (Sobanke, *et al.*, 2014), e conseqüentemente, ganhos de produtividade agrícola (EMBRAPA, 2018).

Em outras palavras, o que se diz é que a tecnologia é o fator determinante para se aprimorar os padrões produtivos. Isso pode acontecer através do desenvolvimento de novas cultivares, ao se pensar no nível relacionado à produção, ou então nas diferentes formas de gestão (EMBRAPA, 2018).

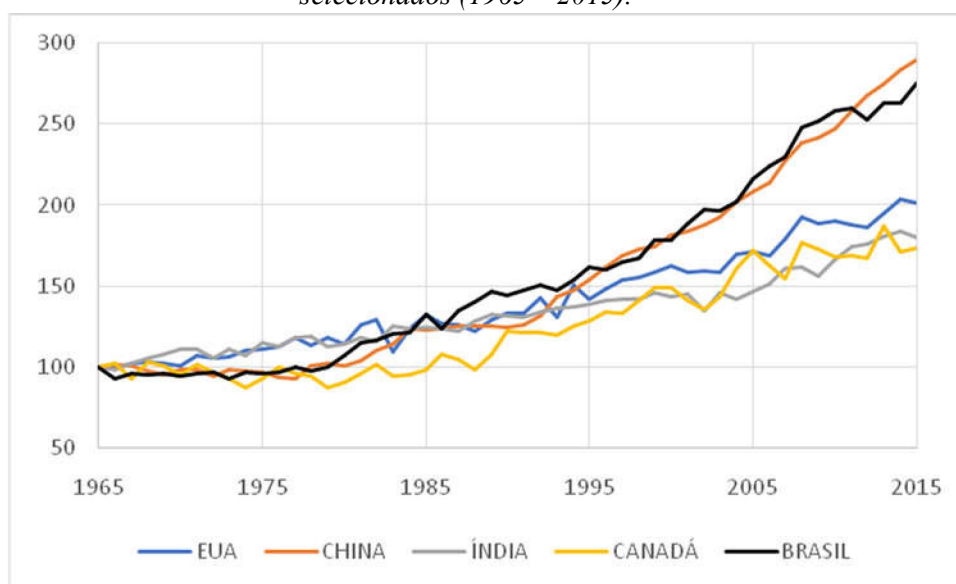
Nesse aspecto, do ponto de vista produtivo, o Brasil e a China têm demonstrado grande avanço. A nação brasileira deu um salto de produtividade em menos de 50 anos. De um produtor de café, passou a ser um *player* internacional agrícola, sendo o maior exportador de commodities da América Latina (Mueller & Mueller, 2016). O fato chama atenção, uma vez que se pode relacionar essa evolução ao incremento institucional referente à pesquisa voltada ao aumento de produtividade.

Contudo, uma análise somente dos dados de produtividade não são suficientes, já que existem fatores intrínsecos relevantes que não são levados em conta em um cálculo de produtividade simples, o que por si só acaba por não ter tanta significância. Desse modo,

analisar também a Produtividade Total dos Fatores (PTF), é um aspecto importante para se ter uma noção maior a respeito do perfil produtivo dos países, considerando que esse índice pretende indicar a eficiência com que todos os recursos são combinados para gerar um produto.

A Figura 1 mostra o incremento na Produtividade Total de Fatores para um grupo de países no período de 50 anos. O intervalo foi de 1965 – 2015 em virtude da disponibilidade dos dados, e em respeito a ter uma faixa de tempo que assegure o intervalo de 50 anos como forma de consistência teórica do trabalho.

Figura 1 – Produtividade Total dos Fatores (PTF) para um grupo de países selecionados (1965 – 2015).



Fonte: Elaboração própria com dados da USDA (2019).

Os dados foram normalizados para 1965 = 100. As curvas mostram o crescimento da Produtividade Total de Fatores para cada um dos países em questão. O Brasil superou até mesmo os Estados Unidos, apesar de todo seu arsenal científico e tecnológico nas mais diversas áreas, em termos do fator. Enquanto isso, a China e o Brasil se destacaram sobre os outros países, que eram líderes no período inicial. Analisando as curvas dos dois países percebe-se uma simetria entre ambos. Quanto aos demais países selecionados, inicialmente, até 1980, todos tiveram comportamento semelhante para seu PTF e não tiveram grande evolução com o tempo.

Os dados da PTF permitem observar o importante avanço que deu a agricultura brasileira, nos últimos 50 anos, constituindo-se em um importante objeto de estudo. Além disso, na literatura é amplamente aceito que os aumentos de produtividade estão vinculados ao desenvolvimento da capacidade tecnológica dos setores econômicos ou dos países.

3. Capacidade tecnológica

Segundo Bell e Pavitt (1993), a capacidade tecnológica incorpora todos os ativos necessários para gerir um processo de mudança tecnológica, independente do setor. Conforme

Choung, Hwang e Choi (2000) ou Park, Choung e Min (2008), o conceito pode ser entendido como a habilidade em absorver, gerar e utilizar a tecnologia.

Pelas definições, percebe-se que o termo possui um alto grau de complexidade, até mesmo pela sua grande abrangência de aplicação. No entanto, de acordo com Galende (2006), Olsen e Engen (2007) e Filippetti e Peyrache (2011), o conceito é flexível, permitindo mudanças e adequações. Essa característica está fortemente atrelada ao processo de inovação nos países em desenvolvimento (Dahlman & Cortes, 1984; IamMarino, Padilla-Pérez & von Tunzelmann, 2008; Dantas & Bell, 2011).

Essa afirmação está também de acordo com Kim (2003) ou Figueiredo e Piana (2018) que afirmam a existência de dois tipos de países. Por um lado, há aqueles que são de natureza inovadora. Por outro, existem os que se tornam inovadores através do enraizamento do conhecimento em suas atividades. Nesse contexto, advém a situação que demonstra que o conhecimento não está uniformemente distribuído e que a capacidade tecnológica não está seguindo um caminho linear em um ambiente de análise entre os países (Lorentzen, 2005). Contudo, de alguma forma esse *gap* tecnológico precisa ser suprido, para que os países saiam do que Figueiredo (2016) chama de “evolução tardia”.

Esse fenômeno é observado no setor agrícola, visto que nem todos países que possuem capacidades para gerar as tecnologias, possuem ambiente propício para aplicá-las. Em outras palavras, é que se tratando de agricultura, capacidades específicas são necessárias por tratar-se de um recurso natural (Bell & Pavitt, 1993), porém nem todos os países pioneiros possuem a tecnologia necessária para dar início ao processo produtivo rentável, tendo que recorrer aos países exportadores de tecnologia e adquirir o que lhes falta.

Quanto à maneira de saber alocar os recursos de modo eficiente, em um primeiro estágio, é necessário atentar-se para a função primordial de desenvolver políticas que sustentem as capacidades de inovar e que forneça os elementos principais para o aprimoramento ou desenvolvimento de novas capacidades, além de colaborar na captação de recursos (Fransman, 1984; Park, Choung & Min, 2008; Lazzarini, 2002).

Depois da revisão de vários estudos a respeito do uso de indicadores para a capacidade tecnológica na agricultura, sabe-se que dois são os mais utilizados, sendo que um deles a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e as patentes. A Tabela 1 faz esse apelo referencial.

Tabela 1 – Indicadores de Capacidade Tecnológica.

<i>Indicador</i>	<i>Componentes</i>	<i>Autores</i>
Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	1. Pesquisa básica	Lall (1992)
	2. Parceria com Instituições de Pesquisa	Lall (1992)
	3. Gerenciamento de Recursos para as atividades de Pesquisa	Bell & Pavitt (1993); Park, Choung & Min (2008)
Patentes	1. Medição da Mudança Tecnológica	Archibugi & Pianta (1996)
	2. Ciclos Tecnológicos	Combs & Bierly (2006)

Fonte: Elaboração própria (2019).

De acordo com Dietz e Bozeman (2005), Deeds, DeCarolis e Coombs (2009),

Hoffman e Laird (2016), as capacidades científicas dos países são refletidas forte e diretamente nos indicadores quantitativos que são compostos pelos números de produção científica.

Entretanto, dada a relevância dos acúmulos de conhecimento brasileiros como o fator determinante para o rumo da mudança tecnológica, este artigo detém-se apenas a fazer uma análise detalhada do primeiro indicador, como métrica de se analisar a capacidade tecnológica na agricultura brasileira. Mais especificamente, será mensurada a pesquisa básica, cuja *proxy* neste artigo serão as publicações científicas.

4. Método

O método da pesquisa foi o bibliométrico. De acordo com Patra, Bhattacharya e Verma (2006), a bibliometria surgiu no meio acadêmico como uma ciência a partir dos anos 60. Pritchard (1969) definiu a bibliometria como a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos para contabilizar dados referentes aos processos de comunicação escrita.

Com o advento das tecnologias de informação e comunicação, uma análise bibliométrica, permite converter dados veiculados pela literatura em informações, com representatividade numérica mensurável. Por isso, neste trabalho, como uma forma de mensurar a capacidade tecnológica através dos números de publicação, foi selecionada a base de dados Scopus como fonte dos dados.

A base Scopus foi escolhida devido ser uma base documental que inclui um maior número de revistas em seu acervo, quando comparada às outras bases, além de possuir uma interface interativa com uma série de filtros que permitem uma busca refinada.

Dessa forma, para a pesquisa, usamos a palavra-chave “Brasil”, considerando a sua variação “Brazil”. Para levar em conta a variação, utilizamos o operador boleano “or”. Logo pesquisamos por Brasil “or” Brazil para o termo de busca no campo “Afiliação”. Quanto ao intervalo de pesquisa, considerou-se o 1969 – 2019, intervalo de 50 anos para todas as análises. Quanto ao tipo de documento consideramos os seguintes: Article, ConferencePaper, Review, Book Chapter, Letter, Editorial, Note, Book, Short Survey. Foram desconsiderados os demais.

Finalmente, para a área do conhecimento, concentramos na grande área: Agricultural and Biological Sciences. Para o item (b), excepcionalmente, onde analisamos o número de publicações nos países selecionados, seguimos a mesma lógica de pesquisa, contudo consideramos o nome dos países com suas possíveis variações: “Estados Unidos” or “United States”; China; “Índia” or “India”; “Reino Unido” or “United Kingdon”; “Alemanha” or “Germany”; “Austrália” or “Australia”; “Canadá” or “Canada”; “Japão” or “Japan”; “França” or “France”; “México” or “Mexico”; “Peru” or “Perú”; “Colômbia” or “Colombia”; “Equador” or “Ecuador”.

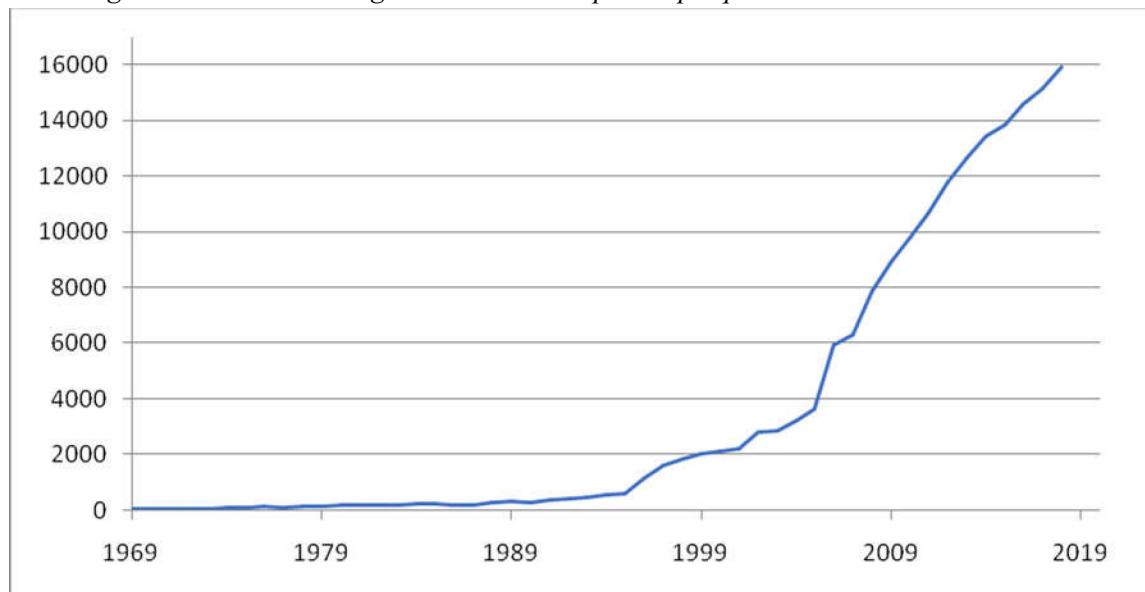
5. Resultados

Os resultados estão segmentados em seções de forma a fazermos análises sob alguns aspectos. Salientamos que todos os dados são relativos ao período de 1969 -2019.

5.1 Evolução da pesquisa básica na agricultura no Brasil

Nos últimos anos, mais especificamente após a Revolução Verde, por volta de 1970, a agricultura brasileira deixou de ser um setor de subsistência com práticas rudimentares para articular-se como um grande segmento produtivo e econômico (Mueller & Mueller, 2016). Com isso, o interesse pela pesquisa no setor cresceu. Os dados da base revelam isso. Foram encontrados 180908 registros na plataforma da base *Scopus*. A partir disso, temos a Figura 2, que mostra a curva da evolução do número de registros afiliados ao Brasil na área agrícola por ano para a base na faixa de tempo adotada.

Figura 2 - Número de registros retornados para a pesquisa no intervalo 1969- 2019.



Fonte: Elaboração própria com dados de Scopus (2019).

Ao analisar a Figura 2, percebemos que após o início do segundo milênio a pesquisa na área agrícola afiliada ao Brasil tornou-se crescente. Em 2010, encontramos uma produção científica de cerca de dez mil publicações. A expansão desses números é contínua. Observando o seguimento da curva, conclui-se que do período de 2009 até 2019, os números de publicações tiveram um crescimento muito superior à média observada nos primeiros quarenta anos desta análise.

5.2 Países com maior número de publicações na agricultura a nível mundial

Depois da constatação a respeito do crescimento do número de publicações para a agricultura afiliada ao Brasil, analisamos quais são os países que lideram as publicações para a agricultura no mundo no mesmo período.

Nesse caso, o Scopus retornou os dados que permitiram ver que os Estados Unidos lideram o ranking de publicações sendo responsável por mais de 30% da produção de todo o grupo estudado do Top Dez em números de publicação da natureza que estudamos. Constatamos que as publicações não estão uniformemente distribuídas, já que o segundo colocado detém pouco mais de 11%, representando uma diferença de aproximadamente 20%

com o primeiro. Isto está de acordo com as afirmações de Lorentzen (2005) a respeito da não linearidade e não uniformidade da distribuição das capacidades.

Através de uma análise mais detalhada dos países, permite-se ver as especificidades de cada um deles. A Tabela 2 mostra o ranking dos dez países mais produtivos em termos de publicações.

Tabela 2– Top Dez países com maior produção científica na área da agricultura (1969 – 2019).

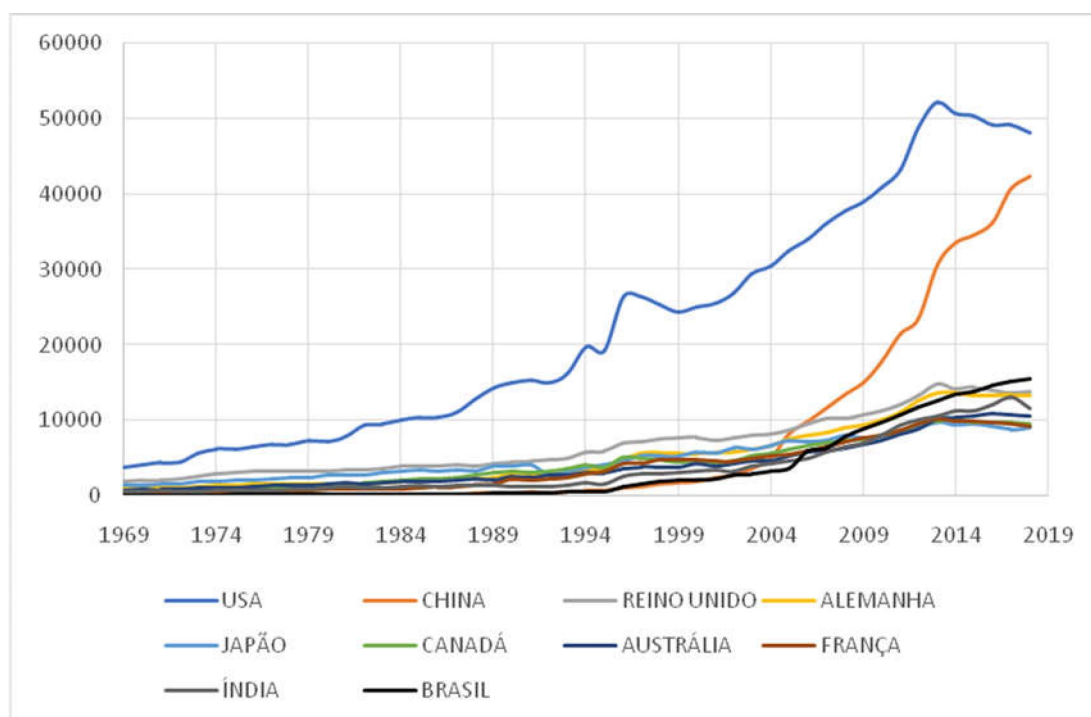
<i>Ranking</i>	<i>País</i>	<i>Registros</i>	<i>% do acúmulo</i>	<i>População (milhão)</i>	<i>PIB (trilhões)</i>	<i>IDH</i>
1	Estados Unidos	1126666	33,647	327,2	19,39	0,924
2	China	381395	11,390	1,36E+05	12,24	0,752
3	Reino Unido	342365	10,224	66,4	2,622	0,922
4	Alemanha	265402	7,926	82,79	3,677	0,936
5	Japão	247708	7,398	126,8	4,872	0,884
6	Canadá	217759	6,503	37,06	1,653	0,926
7	Austrália	205295	6,131	24,6	1,323	0,939
8	França	193638	5,783	66,99	2,583	0,872
9	Índia	187391	5,596	1,30E+05	2,597	0,64
10	Brasil	180908	5,403	209,03	2,056	0,7
-	Acúmulo	3348527	100	-	-	-

Fonte: Elaboração própria com dados da base Scopus e ONU (2019).

Os dados da Tabela 2 mostram uma grande variação do primeiro para o último colocado. O líder, Estados Unidos, é o responsável por mais de 33% da produção do *Top Dez*, no entanto, há uma diferença de 28%, ou seja, mais de 900 mil registros do que o Brasil. Na mesma lógica, do primeiro colocado para o segundo, há uma queda de 22%, e do segundo para o terceiro, os índices de produção científica diminuem proporcionalmente.

A explicação encontrada para isso é que os Estados Unidos possuem capital e centros de pesquisa muito bem estruturados, mais estruturados que a China. O país norte americano abriga as maiores empresas de tecnologia do mundo, com isso, seu destaque científico não é trivial. A Figura 3 analisa o crescimento desses países do *ranking* em termos de publicação por ano.

Figura 3–Países líderes em publicação na Agricultura mundial (1969 -2019).



Fonte: Elaboração própria com dados de Scopus (2019).

Analisando as curvas de produção científica, podemos perceber que os Estados Unidos já iniciava em meados de 1980 sua produção científica, enquanto que os demais países começaram as atividades na década de 90. Por fim, a China e o Brasil iniciaram juntos o processo de evolução científica, por volta dos anos 2000. Contudo a China recebe destaque por ter uma maior produção científica frente ao Brasil, uma vez que nove das maiores empresas de tecnologia do mundo, são chinesas.

Os dados revelam que o Brasil, no ano de 2018/2019 está na 3ª posição no *ranking* mundial, isso é fato, apesar de todas as deficiências políticas, científicas e econômicas observadas quando comparado aos EUA e China, por exemplo.

Por outro lado, ao analisar o país junto com outros países ainda em desenvolvimento, como os da América Latina, a nação brasileira é líder, com um grande destaque de mais de 30% de toda produção científica diante do segundo colocado do *Top Dez* latino. A Tabela 3 mostra essa dinâmica.

Tabela 3 – Ranking dos países latinos com maior número de publicações científicas (1969 – 2019).

Ranking	País	Registros	% do acúmulo	População (milhão)	PIB (trilhões)	IDH
1	Brasil	180908	49,31	209,3	2,056	0,7
2	México	65638	17,89	129,2	1,15	0,76
3	Argentina	48960	13,34	44,27	6,37	0,825
4	Chile	24642	6,72	18,05	2,77	0,842
5	Colômbia	16590	4,52	49,07	3,092	0,747
6	Venezuela	8188	2,23	31,98	4,801	0,761

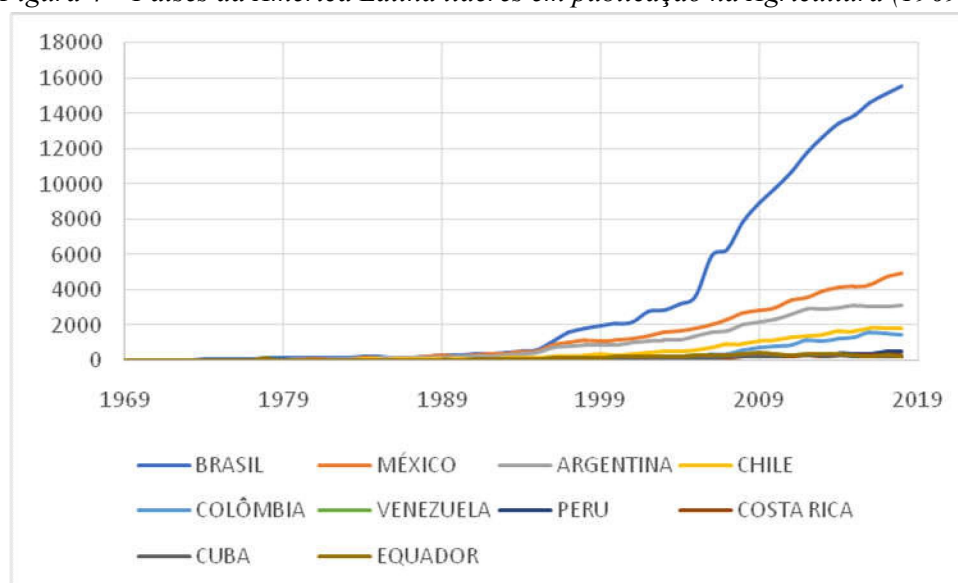
7	Peru	6531	1,78	32,17	2,114	0,75
8	Costa Rica	5706	1,56	4,9	0,057	0,794
9	Cuba	5178	1,41	11,48	0,8713	0,769
10	Equador	4557	1,24	16,62	1,031	0,659
-	Acúmulo	366898	100	-	-	-

Fonte: Elaboração própria com dados de Scopus (2019).

Diante dos dados, é visível o destaque brasileiro. O Brasil é responsável por quase 50% da publicação dos países selecionados da América Latina. Outro aspecto interessante observado na Tabela 3, é que, diferente dos países do *ranking* mundial, os países latinos não diferem muito em termos de PIB e IDH, e mesmo assim os números de publicação tem uma variação grande do primeiro para o segundo colocado.

Para maior fundamentação da discussão, assim como foi feito para o cenário mundial, plotamos um gráfico de curvas, a Figura 4, com a finalidade de enxergar o desempenho dos países no período de 1969 – 2019 e identificar os aspectos produtivos importantes relativos à série histórica.

Figura 4 – Países da América Latina líderes em publicação na Agricultura (1969 –



2019).

Fonte: Elaboração própria com dados de Scopus (2019).

A Figura 4 evidencia a evolução científica do Brasil frente aos outros países latinos. Inicialmente, todos eles, diferentemente do norte americano Estados Unidos, na experiência mundial, em 1969, estavam longe de despertarem suas habilidades científicas. Enquanto as economias desenvolvidas já trabalhavam as suas capacidades, estes países ainda estavam em um estágio de estagnação. Assim como Figueiredo (2016) atribuiu em seu estudo, estes países caracterizam-se por serem de “evolução tardia”.

Sugere-se que os países retardatários encontram na fortificação institucional uma forma de suprirem o *gap* tecnológico, com isso, analisar à quais Instituições essas pesquisas estão vinculadas é importante do ponto de vista da compreensão de onde surgem os maiores

incentivos à capacidade tecnológica e qual é o perfil da capacidade científica.

5.3 Universidades e Institutos brasileiros mais produtivos

A Tabela 4 se refere às Instituições que mais publicam considerando o acúmulo no período.

Tabela 4 – Instituições que mais publicam (1969 – 2019).

Classificação	Órgão	Ano de Fundação	Discentes (d)	Doutores e Phd's		Registros	% de 124240
				(f)	d/f		
1	Universidade de São Paulo	1934	97982	5631	17,40046	30152	24,269
2	Universidade Estadual Paulista	1976	46634	3543	13,16229	19880	16,001
3	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA	1973	N/A	1637	N/A	14346	11,547
4	Universidade Federal de Viçosa	1922	19860	1286	15,44323	12437	10,010
5	Universidade Estadual de Campinas	1962	34000	2146	15,84343	9837	7,918
6	Universidade Federal do Rio de Janeiro	1920	67329	3821	17,62078	9027	7,266
7	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	1934	26000	2386	10,8969	7955	6,403
8	Universidade Federal de Lavras	1908	16582	980	16,92041	7110	5,723
9	Universidade Federal do Paraná	1912	28504	2053	13,88407	7104	5,718
10	Universidade Federal de Minas Gerais	1927	48949	2818	17,37012	6400	5,151
						124248	100

Legenda: N/A – Não aplicável; d – número de discentes; f – número de doutores e Phd's; d/f – densidade acadêmica discente/docente.

Fonte: Elaboração própria com dados do *Scopus* e nos sites institucionais (2019).

As Tabela 4 mostra que as instituições públicas brasileiras são os grandes centros produtores de conhecimento científico na área agrícola. As primeiras duas posições são ocupadas por universidades públicas e a terceira posição é ocupada pela EMBRAPA, que é um centro de pesquisa de grande representatividade brasileira. Além disso, percebemos que o ano de fundação não interfere no desempenho científico do segmento agrícola. Esse fato fortalece a ideia de que o capital humano, visto aqui como a população acadêmica envolvida nas pesquisas dessa natureza, é que tem uma maior relação com a capacidade científica.

A exceção nesse caso é para a Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade Federal de Minas Gerais, que apesar de terem grande densidade acadêmica, não tem grandes índices de publicação quando comparadas às primeiras instituições. A explicação para isso remonta das definições de Park, Chung e Min (2008), relativas aos acúmulos de

conhecimento. A Universidade de São Paulo, por exemplo, tem uma das mais antigas e renomadas escolas de agricultura do país, a Escola Superior De Agricultura Luiz de Queiroz, o que certamente contribui com o desempenho científico da instituição.

O fato de as universidades terem liderança em números de publicação, está de acordo com Krauskopf, Vera e Albertini (1995). Os pesquisadores naquela ocasião, identificaram que no Chile as universidades é que são as responsáveis pelo acúmulo de conhecimento. Isto está conforme com Britto, Vargas, Gadelha e Costa (2012) que compartilham da mesma concepção.

5.4 Tipos de documentos publicados

Quanto ao tipo de documentos publicados, a Tabela 5 nos mostra o retorno de registros para os documentos selecionados para a análise no período.

Tabela 5 – Tipos de documentos publicados (1969 -2019).

Classificação	Tipo	Registros	% de 180908
1	Article	167130	92,384
2	Review	4630	2,559
3	ConferencePaper	3032	1,676
4	Book Chapter	2511	1,388
5	Note	1703	0,941
6	Letter	752	0,416
7	Book	155	0,086
8	Short Survey	523	0,289
9	Editorial	472	0,261
	Acumulado	180908	100

Fonte: Elaboração própria com dados do *Scopus* (2019).

A análise dessas informações permite compreender que a maioria das publicações são no formato de artigos, correspondendo a mais de 92%. Quanto a isso, há no meio acadêmico uma discussão a respeito do melhor ou mais abrangente tipo de publicação. Vaz, Almeida e Bassani (2016) validam a utilização dos artigos como meio de publicação em maior escala, baseando-se na relação de atualidade e originalidade dos estudos científicos que os artigos permitem.

5.5 Revistas com o maior número de publicações na agricultura

O item anterior permitiu ver que a maioria das publicações são artigos de revista. Logo, a Tabela 6 mostra a quais *Journals* esses artigos são veiculados.

Tabela 6 – Revistas com maior número de publicações no período de 1969 – 2019.

Classificação	Revista	País	Registros	% de 35183	Total de citações	% Colaboração Internacional	H-index	SJR
1	PlosOne	USA	6369	18,102	253405	32,31	241	1.164
2	Revista Brasileira de Zootecnia	Brasil	4612	13,109	197	18,52	45	0,337
3	Pesquisa Agropecuária Brasileira	Brasil	4562	12,966	423	7,24	46	0,469
4	Ciência Rural	Brasil	4535	13,052	693	8,88	30	0,337
5	Zootaxa	Nova Zelândia	3967	11,275	6247	41,63	66	0,259
6	Semina Ciências Agrárias	Brasil	3100	8,811	565	2,33	20	0,32
7	Revista Brasileira de Ciência do Solo	Brasil	2242	6,372	570	13,58	42	0,679
8	BrazilianJournalofBiology	Brasil	1987	5,648	1018	12,5	46	0,63
9	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	Brasil	1947	5,534	485	8,18	26	0,541
10	Revista Brasileira de Fruticultura	Brasil	1862	5,292	251	6,25	22	0,41
-	Acumulado	-	35183	100	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria com dados do *Scopus* e *Scimago* (2019).

Descobrimos com a pesquisa, que a revista mais utilizada para publicação é a “PlosOne”, com 6343 registros acumulados. Contudo, o que a tabela sugere é que a revista em questão é a líder em publicação, mas não com unanimidade entre o grupo de revistas que figuram no Top Dez, todavia que da terceira colocada para a segunda, a variação porcentual não é alta.

Outro fator importante observado foi que, as revistas que tem maior destaque são aquelas que tem maior colaboração internacional. A exceção é a revista “Brazilian Journal of Biology” que apesar de ter um bom nível de colaboração, SJR e H-Index satisfatórios quando comparados ao grupo, fica na oitava posição. Isso acontece porque a revista em questão abrange também as ciências biológicas, logo, essa categoria detém uma porção das publicações. Além disso, mais uma vez o destaque foram os EUA, com grandes frações de colaboração e publicações, bem como uma grande reputação científica observada pelo H-index elevado.

5.6 Autores mais produtivos

Quanto aos autores mais produtivos, a Tabela 7 evidencia os dez autores que mais publicam sobre a agricultura, com suas respectivas porcentagens de participação. A Tabela 7 mostra ainda que o Brasil tem muita colaboração internacional, principalmente com os Estados Unidos, e isso mostra-se positivo para o desempenho do país, uma vez que tem relações com o maior produtor de ciência do mundo.

Tabela 7– Autores com maior número de publicações sobre a agricultura (1969 -2019).

Classificação	Autor	Registros	% de 3472	País	n° citações	Afiliação
1	Zanuncio, J.C.	457	13,162	Brasil	5098	Universidade Federal de Viçosa

2	Cecon, P.R.	404	11,636	Brasil	4043	Universidade Federal de Viçosa
3	Belsito, D.	330	9,505	USA	6076	Columbia University Medical Center
4	Fryer, A.D.	330	9,505	USA	5931	Oregon Health and Science University
5	Bruze, M.	329	9,476	Escandinávia	10905	Malmö Universtity Hospital
6	Sipes, I.G.	329	9,476	USA	8624	University of Arizona
7	Api, A.M.	325	9,361	USA	4956	Research Institute for Fragrance Materials
8	Ritacco, G.	323	9,303	USA	399	Research Institute for Fragrance Materials
9	Salvito, D.	323	9,303	USA	1058	Research Institute for Fragrance Materials
10	Dekant, W.	322	9,274	Alemanha	9516	Julius-Maximilians-Universität Würzburg
-	Acumulado	3472	100,000	-	-	-

Fonte: Elaboração própria com dados de *Scopus* (2019).

Quanto aos autores, percebemos que assim como para os *Journals*, não há centralização no número de registros. Isso indica que as pesquisas a respeito desse tema estão sendo discutidas de maneira uniforme, sugerindo pertencimento ao contexto da atualidade. No entanto, desta vez,

o Brasil aparece liderando o *ranking* com 13,2% das publicações para o primeiro autor da classificação e 11,8% para o segundo. Isso sugere que, o Brasil, enquanto em desenvolvimento, observou a sua potencialidade no setor agrícola e despertou, o interesse pela pesquisa, e de forma estratégica, passou a colaborar com os Estados Unidos.

Após as análises feitas com os dados recolhidos da base *Scopus*, é nítido que a capacidade científica na agricultura brasileira, decodificada no número de publicações sobre o ramo agrícola no Brasil, para os últimos 50 anos, ganhou destaque ao mesmo passo que o país evoluiu a sua capacidade tecnológica.

Foi possível ver o panorama geral das publicações e a sua distribuição quanto às áreas, *Journals* e Institutos aos quais estão vinculados. Além disso, o país mostrou grande destaque, sendo o pioneiro na América Latina, uma vez que os demais países vizinhos não figuram no *ranking* dos países que mais publicam no mundo.

6. Conclusão

O objetivo de avaliar a capacidade tecnológica na agricultura brasileira com base na capacidade científica do país, mensurada através da publicação científica foi atingido com êxito. Os dados analisados foram conclusivos para o que a teoria como Krauskopf, Vera e Albertini (1995) ou Park, Choung, Min (2008) já sugeriam, de que as bases sólidas de conhecimento é que permitem a plena geração de capacidades.

Percebeu-se que o Brasil, em um período de cinquenta anos, cresceu em termos de publicações, e a partir dos anos 2000, os números de crescimento beiram os 80%, o que justifica seu grande avanço com base na sua produtividade agrícola. As evidências

encontradas apontam que as Universidades é que são as principais responsáveis pela geração e acúmulo de conhecimento que fortificam os sistemas de desenvolvimento e facilitam a geração de capacidades tecnológicas.

Apesar de o Brasil figurar como o décimo colocado no *ranking* mundial de publicações acumuladas no período de 60 anos, a nação surpreende que em 2018 se colocou como o terceiro país mais produtivo em publicações. Isto sugere que o Brasil despertou para o período de evolução assim como Figueiredo (2016) também concluiu na sua pesquisa. Logo, a experiência experimentada pelo Brasil, deve servir de estímulo para os demais países latinos que ainda se encontram em fase de desenvolvimento.

Quanto às limitações encontradas neste estudo, destaca-se que a carência de obras pioneiras desse estilo, torna mais complexa a coleta de dados empíricos para a construção de indicadores robustos em informação, além da falta de experiências semelhantes para que sirvam de base teórica.

A partir das análises e reflexões feitas pelos autores deste estudo, sugerimos como uma possível contribuição para as futuras pesquisas, buscar o entendimento de como o Brasil soube alocar todos os ativos necessários, inclusive aqueles que ficam ocultos na produtividade total de fatores, para que em um curto intervalo de tempo passasse a ocupar um lugar de destaque em termos de capacidade tecnológica acumulada na agricultura mundial.

7. Referências

- Adei, Stephen. (1990). Technological Capacity and Aborted Industrialization in Ghana: The Case of BonsaTyre Company. *World Development*, 18(11), 10.
- Archibugi, D. & Coco, A. (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). *World Development*, 32(4), 25.
- Bell, M. & Pavitt, K. (1993) Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 53, 1993.
- Brandão, B. & Tello-Gamarra, J. (2014). Capacidades absorptivas setoriais e a evolução do Brasil no Investment Development Path. *Revista Gestão & Conexões*. 3(2).
- Brunner, H. (1991). Building Technological Capacity: A Case Study of the Computer Industry in India, 1975-87. *World Development*, 19(12), 14.
- Britto, J., Vargas, M. A., Gadelha, C. A. G. & Costa, L. S. (2012) Competências científico- tecnológicas e cooperação universidade-empresa na saúde. *Revista Saúde Pública*. 46, 9.
- Choung, J., Hwang, H., Choi, J. & Rim, M. (2000). Transition of Latecomer Firms from Technology Users to Technology Generators: Korean Semiconductor Firms. *World Development*. 28(5), 13.
- Coombs, J. E. & Bierly, P.E. (2006). Measuring Technological Capability and Performance. *R&D Management*, 36(4), 17.
- Companhia Nacional do Abastecimento. CONAB. Recuperado em dezembro de 2018 de: <https://www.conab.gov.br/>
- Dahlman, C. & Cortes, M. (1984). Mexico. *World Development*. 12(5/6), 23.
- Dantas, E. & Bell, M. (2011) The Co-Evolution of Firm-Centered Knowledge Networks and Capabilities in Late Industrializing Countries: The Case of Petrobras in the Offshore Oil Innovation System in Brazil. *World Development*. 39(9), 21.
- Deeds, D. L., DeCarolis, D. & Coombs, J. (1999) Dynamic capabilities and new product development in high technology ventures: an empirical analysis of new biotechnology firms. *Journal of Business Venturing*, 15, 211–229.
- Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Recuperado em abril de 2019 de: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=usda>
- Dietz, J. S. & Bozeman, B. (2005) Academic careers, patents, and productivity: industry experience as scientific and technical human capital. *Research Policy*, 34, 349 – 367.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. Recuperado em dezembro de 2018 de: <https://www.embrapa.br/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. Recuperado em abril de 2019 de: <http://www.fao.org/home/en/>
- Figueiredo, P. (2016). Industrial Policy Changes and Firm-Level Technological Capability Development: Evidence from Northern Brazil. *World Development*. 36(1), 33.
- Figueiredo, P. & Piana, J. (2018). Innovative capability building and learning linkages in knowledge-intensiveservice SMEs in Brazil's mining industry. *Resources Policy*. 58, 12.
- Filippetti, A. & Peyrache, A. (2011). The Patterns of Technological Capabilities of Countries: A Dual Approach using Composite Indicators and Data Envelopment Analysis. *World Development*. 39(7), 13.
- Fransman, Martin. (1984). Promoting technological capability in the capital goods sector: The case of Singapore. *Research Policy*. 13, 21.
- Furman, J.; Porter, M. & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*. 31, 34.
- Galende, J. (2006). Analysis of technological innovation from business economicsand management. *Technovation*. 26, 11.
- Hoffman, E. P., Laird, R. F. (2016) *The Scientific-Technological Revolution and Soviet Foreign Policy: Pergamon Policy Studies on International Politics*, EUA, Elsevier, 127 – 130.
- Iammarino, S.; Padilla-Pérez, R. & von Tunzelmann, N. (2008). Technological Capabilities and Global–Local Interactions: The Electronics Industry in Two Mexican Regions. *World Development*. 36(10), 23.
- Kang, T.; Baek, C. & Lee, Jeong – Dong. (2017). The persistency and volatility of thefirm R & D investment: Revisited from the perspective of technological capability. *Research Policy*. 46, 9.
- Kim, L. (2003). *Technology transfer &intellectual property rights: The Korean Experience*. (2). Switzerland.
- Krauskopf, M., Vera, M. I. &Albertini, R. (1995). Assessment of a University's scientific capabilities and profile: the case of the faculty of biological sciences of the Pontificia Universidad Católica de Chile. *Scientometrics*. 34(1), 13.
- Lall, S. (2001).Competitiveness Indices and Developing Countries: An Economic Evaluation of the Global Competitiveness Report. *World Development*.29(9), 24.
- Lazzarini, S. (2015). Strategizing by the government: can industrial policy create firm-levelcompetitive advantage? *Strategic Management Journal*. 36, 15.
- Lorentzen, J. (2005). The Absorptive Capacities of South African Automotive Component Suppliers. *World Development*. 33(7), 29.
- Mazzoleni, R. & Nelson, R. (2007). Public research institutions and economic catch-up. *ResearchPolicy*. 36,16.
- Mueller, B. & Mueller, C. (2016). The political economy of the Brazilian model of agricultural development: Institutions versus sectoral policy. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 62, 8.
- Olsen, Odd & Engen, Ole. (2007) Technological change as a trade-off between social constructionand technological paradigms. *Technology in Society*. 29, 12.
- Paraginski, A. (2014). A natureza das inovações em agroindústrias de arroz do Rio Grande do Sul. *Revista de Administração e Inovação*. 11(1), 17.
- Park, T., Choung, J. & Min, H. (2008). The Cross-industry Spillover of Technological Capability: Korea's DRAM and TFT–LCD Industries. *World Development*. 36(12), 18.
- Patra, S.; Bhattacharya, P. &Verma, N. (2006). Bibliometric Study of Literature on Bibliometrics. *Bulletin of Information Technology*. 26(1), 5.
- Possas, M.; Salles-Filho, S. &Silveira, J. (1996). An evolutionary approach to technological innovation inagriculture: some preliminary remarks. *Research Policy*. 25, 12.
- Prencipe, A. (2000). Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case of the aircraft engine control system. *Research Policy*. 29, 16.
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics? *Journal of Documentation*. 25(4). Scimago. Recuperado em abril de 2019 de: <https://www.scimagojr.ez40.periodicos.capes.gov.br/>
- Scopus. Recuperado em abril de 2019 de: <https://www.scopus.ez40.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic>
- Sobanke, V., Adegbite, S., Ilori, M. &Egbetokun, A. (2014). Determinants of Technological Capability of Firms in a DevelopingCountry. *Procedia Engineering*. 69,8.
- Vaz, A. F.; Almeida, F. Q. &Bassani, J. J. (2016). O que publicar? *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*.38(3), 2.

The third mission in Brazilian Federal Universities: An analysis of their impact for the culture and associated actions to the sustainable development principles

Carlos Antonio Medeiros Gambôa

Universidade Federal do ABC – UFABC, Mestrando no Programa de Ciências Humanas e Sociais, Brasil
carlos.gamboa@ufabc.edu.br

Anapátricia Morales Vilha

Universidade Federal do ABC – UFABC, Profa. Dra. de Pós-Graduação de Economia, Biotecnociência e Ciências Humanas e Sociais, Brasil
anapatricia.vilha@ufabc.edu.br

Ramón Garcia Fernandez

Universidade Federal do ABC, Prof Dr. Da Pós-Graduação de Economia e Ciências Humanas e Sociais
ramon.fernandez@ufabc.edu.br

Katia Nachiluk

Instituto de Economia Agrícola (IEA/APTA/SAA), Pesquisador Científico
e Universidade Federal do ABC – UFABC, Mestranda no Programa de Biotecnociência, Brasil
n.katia@ufabc.edu.br

Catarina Cano

SENAI Aprendizagem Industrial, Professora do Ensino Superior e Universidade Federal do ABC – UFABC, Doutoranda no Programa de Biotecnociência, Brasil
catarina.cano@ufabc.edu.br

Catia Favale

Universidade Federal do ABC – UFABC, Mestre no Programa de Biotecnociência, Brasil; Auditora e Consultora independente
catia.favale@ufabc.edu.br

Abstract

The concept of Development as synonym of Economic Expansion has been attacked frequently and deeply. Governments, social groups, intellectual and educational circles are questioning and being questioned about the future. Natural resources have been explored and exploited in a massive path, in a platform that combines technology and capital. In the middle of this discussion, innovation comes to light as the main engine of this development. In another dimension, Universities, relevant actors in the innovation systems, expand their activities to fulfill their Third Mission, beyond the first, Teaching, and second, Research, which means the development of their environment, including Sustainability. So, the question of this paper is if Third Mission and Sustainability are autonomous and opposed concepts to solve the economic, social and environmental problems. The proposition is to point the grade of interrelation between the concepts while development tools of society. The investigation, as an exploratory study, evaluates the intensity of internalization of the Third Mission and Sustainability concepts in the Brazilian federal public universities. Supported by a relevant literature review, the analysis axes were defined. In addition, a strategic plans and actions review completed the map. A case study added empirical evidence. Results point that universities use the third mission concept. The relationship university- third mission – sustainability has solid links in the Brazilian public universities, which include the themes in their strategic plans. The conclusion of this paper is that Third

Mission and Sustainability are not oppose but even embedded concepts.

Keywords

Third Mission, Sustainability, Universities extension, Innovation

1. Introduction

The concept of development as a synonym of economic expansion is being attacked more frequently and deeply. Governments, social groups, intellectual and educational circles, are questioning and being questioned about of the environment future and, by consequence, of the mankind, in the perspective of the natural resources will be exploited in an extensive way and with the intensity demanded by the binomial capital – technology, aiming to supply the world population merchandise and services demand.

The environment degradation is discussed since the nineteenth century by intellectuals as Adam Smith and others, but has growth in intensity since 1970. In 1987, the United Nations Organization, in a meeting leaded by the Norway Prime Minister, Gro Harlem Brundtland, has published a document named Our Common Future, as known as Brundtland Report, where it was designed the concept of Sustainable Development, from which derives the substantive Sustainability, which enrolls the worry about the correct exploitation of natural resources, aiming their perennial sparing, at the same time that will be guaranteed reasonable conditions to the mankind survival.

The International Union to the Nature and Natural Resources Conservation defines Sustainable Development as the process which improves life condition of human communities, at the same time while respects the eco systems payload limits (IUCN, 1991).

Turning the view to another axis of the human activity, we see that the social and economic development is supported by the innovation concept, which means the act of introduce anything new, do anything which do not exist in the past (Houaiss, 2001). We will use innovation in a technological - scientific view, as is, the creation, development, production and marketing of products, services or processes. Joseph Schumpeter (1942,1984), analyzing the capitalism, said that that system expands as new merchandises, activities or markets are added to it. He calls this Creative Destruction, a constant movement of renewing and substitution which produces development.

So, an important debate evolves in this paper which demands attention: innovation and sustainability would be autonomous and opposed concepts to the solution of the questions of environmental, economic and social questions? One of the challenges of this work is to show that we are talking about variables that necessarily need to be together, considering the complexity imposed by the sustainable development.

Vilha (2018) clear the BrundtlandComission vision, defining eight dimensions of the sustainable development: controlled population growth, food security in the long range, eco systems and bio diversity preservation, decrease of the energy consumption, focused on renewable energy technologies, populations basic needs satisfaction, expansion of the industrial production in the emerging markets using clean technologies, controlled urbanization, better integration between town and country. Considering the inequality of social and economic development between the populations, innovation crosses horizontally al the topics.

Added to this debate is the role of the higher education institutions in the

conception, development and diffusion of innovations, as a critical element since the second half of the nineteenth century, when the Industrial Revolution used the knowledge generated in the universities to structure and to leverage the technological expansion. After years, this rule was improved, positioning the university as a main engine of the economic social development, expanding limits beyond its geographical surroundings. This movement was called Third Mission, added to the two original missions, Teaching and Research.

Considering the exposed, this paper objective is to investigate, in an exploratory way, the intensity of absorption of the Third Mission concept in the Brazilian federal universities, which are in the frontier of the technological and innovative process of the country.

In this investigation, we will do a bibliographic revision, aiming to sustain conceptually Third Mission and Sustainability, followed by a content analysis of the university's web sites, concluding with a case study, which will provide the empirical context of the paper.

The methodology above showed that, even the Third Mission concept is not mentioned in the empirical dimension, all the universities, in different grades and depth practice it, spitted by the activities of Extension and Technology/Innovation (incubators, technological parks, innovation agencies). In terms of Sustainability, it's a main part of the Institutional Development Plans (IDP) analyzed, crossing a broad range of activities and projects of the university community.

2. Bibliography review

2.1 Relationship between higher education institutions, the society and the sustainable development principles

The higher education institutions can be defined as spaces which gather heterogenic and multidisciplinary knowledge, nurturing individuals, developing thinking and knowledge and interfering in the nowadays and future societies, especially around their geographic sites. In this way, Tauschen et al (2006) emphasize that sustainable development has in the universities a relevant agent to the ripening of the theoretical discussion and to the operation of practical advances, especially referring to the qualification of prepared citizens to act in the sustainable development field.

Historically, the United Nations Organization points to the rule of the Higher Education Institutions in documents of the Human Development Conference (UNCHD), in 1972 at Stockholm and the Environment and Development Conference (UNCED) in Rio de Janeiro, 1992, addressing objectives which lead to the sustainable development, in: i) preventing of damaging situations; ii) gathering of education teams; and iii) promotion of the raise and refining of related capabilities, identification of the rule of science, technology and innovation, generation and spreading of information and associated knowledge (Souza, 2014).

The environmental education was cited primarily in the 6.938 law (1981), which institutes the National Environment Politics, enforcing preservation, improvement and recovering of the environmental quality. This law was added to the Federal Constitution of 1988, which embraced the sustainable development concept.

Brazil, since 1997, has established national education standards, with a transverse

environmental perspective. With this, were involved all the universities population, disciplines, departments, courses, *curricula*, research and extension projects. Gathering different stakeholders, the culture evolved of the organizational structures of the universities acts like a trigger of the changing processes aimed to the sustainable development principles. If we define culture as a set of beliefs, values, assumptions norms, symbols knowledge and meanings shared by these structure members, is licit to interpret the rule of shared experiences, the values and actions building which can be spread by the institution (Alves, 1997; Isaksen, Tidd, 2006; Message e Vilha, 2017).

2.2 Third Mission as a vertex of sustainable development in the universities

In their beginning, the European universities aimed to form people to fulfill the intellectual field of medieval society. At this point, they focused Teaching. As the society, population and economy expanded, more knowledge was necessary, especially in the interaction with the nature, in width and depth. It was born the Research dimension, from than understood as the universities Second Mission (Etzkowitz, 2000).

In a parallel way, some institutions invested in the qualification of their geographical surroundings, with an assistance objective. These actions were embodied under the concept of Extension (Benneworth e Osborne, 2012). Extension is a way to integrate the university in the social environment which surrounds it and to spill its knowledge beyond its walls, which we can consider a draft vision of the Third Mission.

The American universities, culturally borne in an applied science concept, aiming economic return, from the beginning were linked to Research and Development departments of industrial corporations, and were funded by the USA government to develop basic research (Etzkowitz, 2001). After the last century eighties, as the Science, Technology and Education complex evolved, and the funding sources developed, the universities were allowed to create adequate environments to innovation, like incubators and technological parks. This is another vision of the Third Mission.

Around the world, the Third Mission is called Engagement, Extension, Third Stream, Outreach, *Extensión, Vinculación*, names that shelter elastic concepts, not always synonyms. Campos (2007) describes the Third Mission in three axes: university activities beyond teaching and research, aiming the economic development of its surroundings, knowledge transference to produce innovation to leverage the sustainable development of the same surroundings, *locus* of entrepreneurship, based on the transferring of technical-scientific knowledge to the society, creating value, income and employment, by the marketing of intellectual property, products and processes.

Gimenez made a wide review of the seminal studies about the subject and synthesizes the Third Mission as the interface which links the university in a straight way to the society, gathering teaching, research, hardware equipments, knowledge capabilities, that is, the joint of physical structure – libraries, museums, laboratories, sport culture and leisure activities installments, and by the knowledge stocks and expertise of the academic community. There are three dimensions which embrace the involvement: innovation and technology transference, continued education and social compromising (2017, pp 140). We will use this definition in our analysis, in addition, we need to explain that, all the times the surroundings are mentioned, we are talking about the social, economic, cultural and political environment in which the institution is embedded, not only the geographical one.

The European bibliography about Third Mission points some threats to the implementation of the concept: university culture, organizational and decision structure, funding sources and internal processes. The Green Paper of the European Union 3M Project – project which aims to align the concept implementation in the continent universities, included evaluation metrics of progress and performance - shows that some requests are need to the project succeed, as friendly internal culture, receptive mindset, specific competencies and dedicated resources, institutional mechanisms and support structures. In Brazil, the National Education Bases and Standards Law, of 1996, 9394/96, in its article 43, subsection VII, establishes that:

Article 43. The Higher Education aims:

VII – to promote the extension, opened to the population participation, to split de conquests and benefits resulted of the cultural creation and scientific and technological research generated by the institution (Brazil, 1996)

The Pro-Deans Forum of the brazilian Higher Education Institutions, in the National Politics of Universities Extension, launched in 2012 establishes:

(...) Higher Education Extension means academical practice, to be developed as expressed in the 1988 Constitution, in inseparable form with Teaching and Research, to promote and to guarantee the democratic values, equality and development of the society, in the human, ethical, economical, cultural and social dimensions (FORPROEX, 2012, p. 15-16).

In both cases we observe that, beyond the social dimensions of Extension, it is added the technological and economical dimensions, which bring together the texts of the Campos vision. But it is important to emphasize there are no mention to Sustainability.

3. Procedures and method used in the research

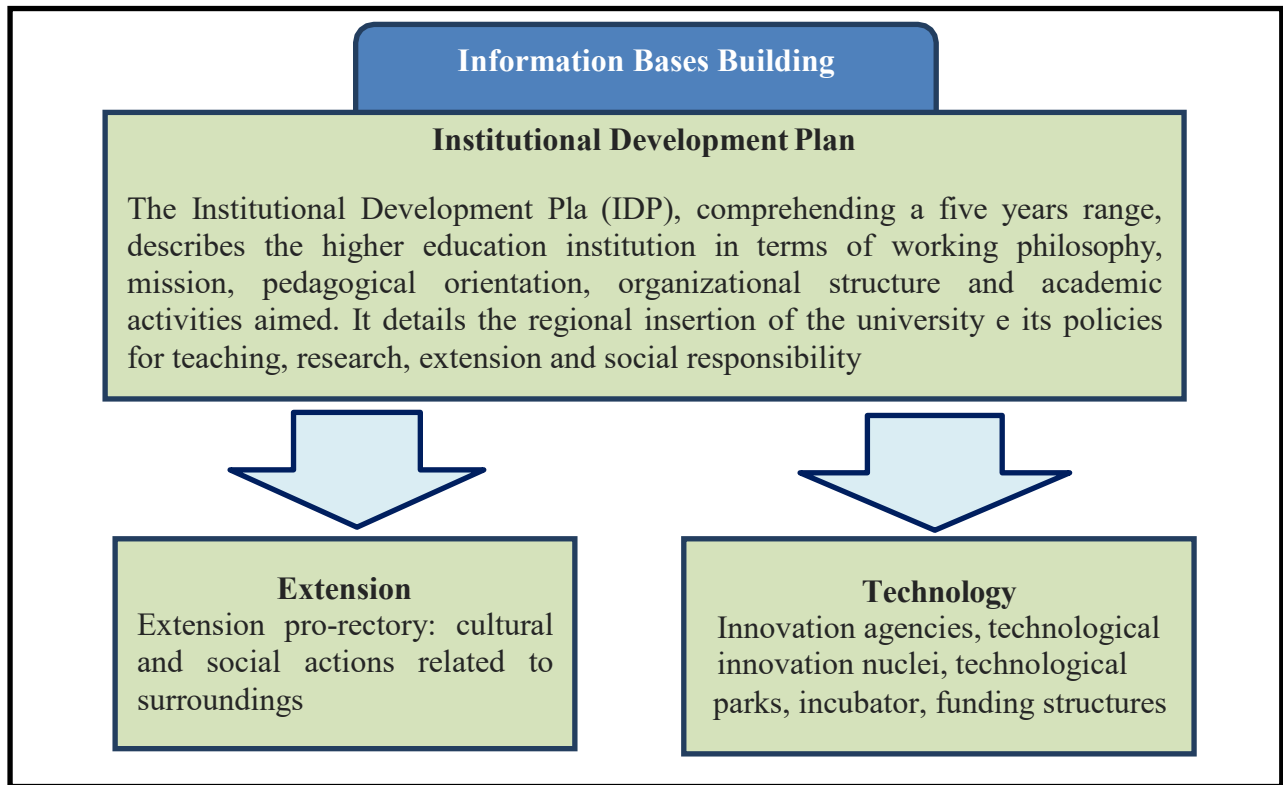
This research is defined as exploratory and qualitative, and used combined sources of procedures to investigate the intensity of the understanding of Third Mission concept in the Brazilian federal public universities.

We combined three research dimensions:

- Bibliographical review supporting the definitions of Third Mission, Universities and Sustainability, based on Gimenez (2017), Vilha (2018), Etzkowitz (2001), between others
- This review results allowed us to go to a content analysis, building an empirical-analytical body about the way universities are involved with their social, economic and cultural contexts, to aim sustainable development principles. We selected five federal universities, four because of their distinction as scored in the big ten patent appliers in the INPI (National Intellectual Property Institute) in 2017. They are Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (URGS), Universidade Federal do Ceará (UFC) e Universidade Federal da Paraíba (UFPB). The last is Universidade Federal do

ABC (UFABC), choose because of its original multidisciplinary conception and technological basis. We searched the websites of the universities to build our database, in three layers (Graphic 1)

Graphic 1 – Information Bases Building



Source: The authors 2019

- The results of the content analysis allowed us to create three analytical axes to explore the third line of research, which was a case study examining the policies and actions developed by the UFABC to accomplish the Third Mission. This study combined interviews with the university team working at the Innovation Agency and the institutional documents of the university. The table below (Table 1) presents the analytical axes.

Table 1: Analytical Axes: UFABC case

Axe	Analysis Dimensions
Concept Structure	<ul style="list-style-type: none"> • Sustainability vision • Third Mission vision • Conception of the Sustainable Logistics Plan • Objectives • Framework of the Plan • Perception of the concepts by the university community

Organization	<ul style="list-style-type: none"> • Work teams – structure and composition • Timetable • Operation Model • Performance evaluation model – metrics and goals
Operation	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Statu quo</i> evaluation – surveys an databases • Diagnosis • Benchmarking • Action plan
Communication	<ul style="list-style-type: none"> • Portal • Awareness • Events

Source: The authors 2019

4. Results of the study

4.1 Content analysis of the federal public universities

Vilha (2018, pp 338) says: The Third Mission perspective of the here proposed interpretative model points to development and incentive of innovation, technology, entrepreneurship, continued education and social compromise. When applied to the sustainable development principles, it expands the range of acting and the impact to the environment and the society.

None of the five universities analyzed use the term Third Mission to name its activities, but all of them have initiatives aligned with the concept. In the Institutional Development Plans (IDP) the activities that address the surroundings are frequently allocated in the Extension Department, but, after all, the conscience of the involvement is solidly embedded, and also the vision of the university as an essential tool of development, including the sustainability of this development. We will approach the sample in three dimensions: technological-economic (innovation, entrepreneurship, intellectual property), the social-cultural (life quality, social inclusion, cultural actions) and the environmental (technical actions and culture implementation), framing the work of the universities in each one dimension, based on data captured in the websites.

In the technological-economic dimension, we detect that the universities of south-southeast regions (more developed economically) have robust structures and maintain bigger networks with their communities, especially considering the economic and corporative environment where they are inserted.

The Universidade Federal do Rio Grande do Sul has a Technological Development Secretary and a Science and Technology Park, which develop entrepreneurship education and actions related, like junior companies and entrepreneurs training and coaching; the prescribed functions of the Technological Innovation Nuclei (TIN), like intellectual property management and legal advising to researchers, the training of intellectual capital in Innovation Culture, and information and advising about funding alternatives.

The UFMG has a department of innovation and research, which encapsulates Specialists and Science Production, Research Teams, Entrepreneurship (with Junior enterprises, incubator, technological park and funding options), Laboratories, Transdisciplinary Studies Patents, Technological Transference, including legal support to researchers and Documental Management, with the databases of the intellectual production

of the area.

The UFABC has an Innovation Agency, “an initiative which aims to manage the institutional policy about intellectual property, technological transference and entrepreneurship”. In this agency there are cells dedicated to Intellectual Property and Licensing (patents search, legal consulting, counseling to patent and licensing), Research and Development (opportunities prospection in the corporate community), Innovation (university-enterprise relationship management, including prospecting and managing projects), Incubator (supporting entrepreneurs and training the university community about skills and knowledge to undertake) and Technological Display, to present to the corporate community the innovation portfolio of the agency, in a permanent basis.

Although in a previous stage of development, UFCE e UFPB have in their IDPs the goal to transfer technological knowledge to the surroundings. The question is that the local corporate universe is small, so, part of the efforts are directed to improve the agricultural technologies, and they are succeeding.

The social-cultural dimension shows more homogeneity between the sample components, as the extension concept as a lever of human development of the surroundings is totally assumed by the Brazilian public universities. In addition, the operation of extension projects demands little resources but intellectual capital and crosses transversally all the disciplines, curses and programs of the institution.

URGS has eight macro-areas (Communication, Culture, Human Rights, Education, Environment, Health, Technology and Labor), with 45 categories for its Extension actions. In 2018 were implemented 2.453 projects in the community surrounding;

For UFMG, the survey pointed 1.150 projects ongoing, from 01/01/2018 to 12/31/2018, involving all the disciplines. Some examples:

- Nutritional treatment of bones loss patients (Nursing).
- Conception, design and management of National Program of Country Sanitation (Civil Engineering).
- Biopolitical Urbanism Platform (Architecture).

UFABC has developed 199 Extension actions along 2018, courses, events, projects and products. The three analytical dimensions proposed are present in this scope.

In Ceará, UFC uses the same division in macro-areas of URGS, with the follow distribution of projects: Communication (17), Culture (24), Human Rights (37), Education (112), Environment (20), Health (162), Technology (16) and Labor (18). Reflecting the support for the community, it’s important to emphasize the volume of projects in Education and Health.

Paraíba uses the same criteria. Table 2 shows the distribution:

Table 2 – Extension Projects UFPB

Extension Projects UFPB 2016	
Area	Actions
Communication	29
Culture	56

Human Rights	31
Education	161
Environment	83
Health	339
Technology	66
Labor	50
TOTAL	815

Source: The authors 2019

As in Ceará, the university involvement focus in the segments where the action of the Government lacks, Education and Health.

The macro areas of Technology and Labor envelop technological-economic projects, reinforcing that Third Mission is present on the academic life, even with another badge.

The efforts of university to reach the surrounding society are visible, what shows that Third Mission is relevant portion of the everyday of the institution. It can be observed that in Paraíba and Ceará, regions with technological low density and vulnerable populations, the efforts run from adults' literacy to water resources management, from agricultural techniques to distribution and trading models, for example. In the other institutions, there is dominance of urban projects, but this do not exclude questions of gender, violence, family health and care, chemical addiction, between others.

The environmental dimension crosses all the IDP, as it is one of the macro-areas of performance.

To produce an UFMG agenda to Environment and Sustainability, gathering areas, sectors and organs of the institution, aiming to make UFMG a referring point to the society environment question (IDP, UDMG, 2018-2023). Generation and diffusion of knowledge to provide scientific, technological, social, cultural and environmental development, promoting activities of teaching, research, and extension (IPD UFPB, 2014-2018)

Additionally, all the universities offer disciplines which address environment and sustainability questions, to all undergraduates, as general knowledge.

The websites analyzed content shows that the environmental and sustainability approach aim to reach professors, pupils and management personnel, which confirms Vilha's vision (2018, pp. 330) "Involving several different stakeholders, the culture imposed by the organizational structure of the universities acts like a propeller of the changing and transforming processes to the sustainable development principles". The Table 3 summarizes the findings:

Table 3 – Websites Analysis Summary

University	Technological Economic Dimension	Cultural, Social and Environmental Dimensions
UFRGS	<ul style="list-style-type: none"> • Technological Development Secretary • Technological Park • Incubator • Innovation Management • Patenting 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 macro areas • 45 categories of action • 2.453 actions ongoing
UFMG	<ul style="list-style-type: none"> • Innovation Agency • Incubator • Junior Enterprises • Technological Park • Partnership and Funding Enterprises • Patenting 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.150 actions ongoing
UFPB	<ul style="list-style-type: none"> • Patenting • Agricultural Technology • Innovation Agency Project 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 macro areas • 815 actions in 2016
UFCE	<ul style="list-style-type: none"> • Patenting • Agricultural Technology • Innovation Agency Project 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 macro areas • 406 actions in 2016
UFABC	<ul style="list-style-type: none"> • Innovation Agency • Incubator • Patenting • Technological Show 	<ul style="list-style-type: none"> • 199 actions

Source: The authors 2019

4.2 Case study: Federal University of ABC and the Third Mission practices addressing sustainable development principles

Federal University of ABC has been constituted fourteen years ago and its institutional project reflects this modernity, with base principles interdisciplinarity, excellence and social inclusion. Its Pedagogical Institutional Plan highlights “the formation of higher education level professionals, scientifically and technically capable and qualified to the exercise of their functions, conscientious of the ethical compromises and of the need to defend human rights, to overcome social inequalities and promote the sustainable development” (PIP, 2017, pp 8).

Addressing the Sustainable Development, the university produced, in 2015, a Sustainable Logistics Plan, aiming to propose actions which build the Sustainability Policy of the institution. Seven fronts were defined, with work teams attached, involving professors, students and management personnel which, during 2015, collected, organized, analyzed and revised data, and developed survey and communication actions to support the plan design. The fronts are Water and Sewage, Energy, Sustainable Consumables, Waste Management, Spaces, Urban Mobility and Commuting, Implementation and Communication.

A set of performance measures was established for each front, building the backbone to follow the process and to support a culture of sustainability.

Table 4 details the project and the proposed actions embedded:

Table 4 – Sustainable Logistics Project - Summary

Work Team	Goals	Actions
<ul style="list-style-type: none"> Water and Sewage 	<ul style="list-style-type: none"> To reduce the consumption of drinking water Sewage and rain waters recycling Infrastructure preemptive maintenance Improving of the discard of laboratories waste 	<ul style="list-style-type: none"> Dual flush boxes and ongoing supervising of drinking water disposals Consumption monitoring each building Transporting recycled water in alternative pipe structure Recycling and storage of water in available hardware Building of effluent treatment station Building of dedicated area to discard laboratories products in São Bernardo
<ul style="list-style-type: none"> Energy 	<ul style="list-style-type: none"> Optimize the use of energy sources Supervise equipments to detect opportunities of updating and reduction of consumption 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoring individual consumption by equipment or appliance Optimization of energy sources, combining public and private suppliers To analyze alternative sources, for example, photovoltaic cells To optimize the lamps use, addressing technology and spatial distribution Optimization of elevators and conditioning air use Workbook of conscientious consumption Continuous improvement policy
<ul style="list-style-type: none"> Sustainable Consumables 	<ul style="list-style-type: none"> To optimize consumables use To define analytical model to select suppliers framed on sustainability 	<ul style="list-style-type: none"> Centralized management of printers –front and verse printing, to encourage digital messaging and publishing, individual printing identification Analysis of economic viability of substitution of paper towels by electronic dryers Replacement of disposable cups with washable individual containers Framework to evaluate the supply chain including sustainable cost, in the long term range
<ul style="list-style-type: none"> Waste management 	<ul style="list-style-type: none"> To manage collect of waste, especially of laboratories 	<ul style="list-style-type: none"> Improving of selective collect process Program to communicate benefits of selective waste, including third part suppliers Improving of the batteries discard program Project of recycling organic waste to produce fertilizers Implementation of medical waste management program
<ul style="list-style-type: none"> Spaces 	<ul style="list-style-type: none"> Improvement of use of the spaces of the university 	<ul style="list-style-type: none"> Establish a director plan of the use of spaces To centralize in a system information about use and occupation
<ul style="list-style-type: none"> Urban Mobility and Commuting 	<ul style="list-style-type: none"> Improvement of commuting system – especially inter and intra campi Use of sustainable commuting 	<ul style="list-style-type: none"> Benchmarking of mobility models Conscientious use of transport: bicycles hiking, for example Design of an information system of mobility
<ul style="list-style-type: none"> Implementation and Communication 	<ul style="list-style-type: none"> To act as a facilitator of the implementation, informing and improving conscience of the university stakeholders To help building and enforcing a sustainability culture 	<ul style="list-style-type: none"> ABC Sustainability Forum Survey to evaluate knowledge level of the university population about the program Communication of the agendas of work teams To create o Sustainability portal

Source: UFABC Sustainable Logistics Plan, 2015

5. Final considerations

The university is a main actor in the design of the human future. Its set of knowledge, in a time historical and in continuous accumulation process is an essential lever in building a sustainable and inclusive development process.

The Third Mission concept, which addresses the social and economic compromises of the institution in the surroundings development, added to the First Mission (Teaching) and Second Mission (Research), aims that the university and its constituents mix, in a transforming mode, with the social fabric, involving and developing it.

In addition, as the university has critical responsibility in the building of citizenship and of the technologically innovative *apparatus*, the concept of Sustainability imposes itself to the everyday of the institution, in a naturalization process which is more and more visible.

Supporting both concepts is the principle of Innovation, as a concern to think or rethink the reality in an unprecedented way, from basic and simple actions like rational use of printing to very complex initiatives like to create a technological start up

With this paper, we aim to show an exploratory vision of the nowadays status of the relationship university – third mission – sustainability, in the *loci* of the Brazilian federal universities. This relationship has solid links, is part of the strategic picture of the institution and

has clear agency in the surroundings. The theoretical base allowed us to contrast the key themes to the reality and conclude that both have firm and stable roots in the latter. It proves that both are linked in projects and actions ongoing.

This article was built over three blocks of knowledge: i) Literature review, which detailed, in a historical and spatial perspective the concepts of Sustainability and Third Mission, as pointing to potential contact or complementary areas between the concepts in the nowadays brazilian reality; ii) Content analysis of the Internet sites of five brazilian federal universities, linked by their status as knowledge frontier players; iii) Case study about the UFABC, an institution since its conception driven by multidisciplinary knowledge and sustainability and managing a daring and large project of sustainable logistics.

These three blocks allowed a panoramic vision of the efforts aimed to create and solidify a sustainability culture in the university, main actor in the expansion and spreading of the science and technology knowledge in Brazil, as in the building of critical conscience and citizenship. In addition, their combination gave robustness to the literature.

Although the concept of Third Mission is presented with other names, it is part of the university fabric. Relevant is the fact that, being spread in several areas of the institution, there is a big risk of overlap of resources, activities and efforts. Complementarily, we observed that the actions involve a huge set of actors, in a long term range.

As an exploratory study, this paper opens space to expand the literature about the theme, in depth and width, by empirical studies in federal universities, as its grouping in analytical blocks, aiming the deepening quantitative and qualitative of the knowledge. It opens a theoretical road to collect information which allows building a set of performance measures, to document and standardizing the efforts of these institutions, monitoring their performances and the reaching of goals.

6. References

- Alves, S. Revigorando a cultura da empresa: uma abordagem cultural da mudança nas organizações, na era da globalização. São Paulo: Makron Books, 1997.
- Balbino, M.L.C.; Oliveira, L.L.V. A interdisciplinaridade na Educação Ambiental e sua aplicação no ensino superior. *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XVII, n. 123, abr 2014.
- Benneworth, P., Osborne, M.: Knowledge, Engagement and Higher Education in Europe (2018)
- Campos, E. B.: La tercera misión de la universidad-el reto de la transferencia de conocimiento in *MI+D*, Número 41, marzo-abril 2007
- Etzkowitz, H: The Second Academic Revolution and the Rise of Entrepreneurial Science *IEEE Technology and Society Magazine*, Summer 2001 pp 20
- Etzkowitz, H_ et al: The future of university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm, in *Research Policy* 29, 2000. Pp 313–330
- Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições de Educação Superior Brasileiras (FORPROEX) Política Nacional de Extensão Universitária, 2012, pp 15-16
- Gimenez, A. M. As multifaces da relação universidade-sociedade e a construção do conceito da terceira missão. PhD thesis presented to Departamento de Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, 2017.
- Green Paper Fostering and Measuring 'Third Mission' in Higher Education Institutions (Project E3M, European Commission, 2008)
- Houaiss, A. Dicionário da Língua Portuguesa, 2001
- Isaksen, S.; Tidd, J. Meeting the innovation challenge: leadership for transformation and growth. Winchester: Wiley, 2006.
- Message, E. ; Vilha, A. M.. Cultura organizacional como elemento estratégico de inovação: estudos comparativos empresariais. In: *XLI Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração - EnANPAD 2017*, 2017, São Paulo. Anais do XLI Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração - EnANPAD 2017, 2017.
- Mozzato, A, Grzybowski, D.: Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios in *RAC*, Curitiba, v. 15, n. 4, pp. 731-747, Jul./Ago. 2011
- Piato, R. S. Rezende, M. I. A. Lehfeld, L. S. Fajardo, R. S. Rezende, M. C. R. Education for sustainable development: the role of University, *Arch Health Invest* (2014) 3(6): 41-45
- Schumpeter, J. Capitalismo, Socialismo e Democracia. Zahar Editores S.A., Rio de Janeiro, 1984, (capítulos 7 e 12).
- Sousa, M. G. B. Carniello, M. F., Araujo, E. A. S. O papel das instituições de ensino superior no desenvolvimento sustentável. XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica and XI Encontro Latino Americano de Pós- Graduação – Universidade do Vale do Paraíba Access em 10.01.2017.
- Souza, J.N.S.; Benevides, R.C.A.: Educação Ambiental para o desenvolvimento sustentável e o comprometimento das Universidades/Faculdades do município do Rio de Janeiro, RJ. Anais do II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SECeT's, Rio de Janeiro, 2014.
- Tauchen, J. Brandli, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. *Revista Gestão e Produção* - v.13, n.3, p.503-515, set.-dez. 2006.
- Universidade Federal do ABC –UFABC. <http://inova.ufabc.edu.br/> access in 25.04.2019
- Universidade Federal do ABC –UFABC. <http://proec.ufabc.edu.br/?source=Portal> access in 25.04.2019
- Universidade Federal do ABC –UFABC. <http://propladi.ufabc.edu.br/desenvol-institucional/pls> access in 25.04.2019
- Universidade Federal do ABC –UFABC. <http://www.ufabc.edu.br/a-ufabc/documentos/plano-de->

- desenvolvimento- institucional-pdi access in 25.04.2019
- Universidade Federal do Ceará– UFC. <http://www.ufc.br/a-universidade/documentos-oficiais/313-plano-de-desenvolvimento-institucional-pdi> access in 23.04.2019
- Universidade Federal do Ceará – UFC.<http://www.ufc.br/extensao> access in 23.04.2019
- Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.<https://ufmg.br/pesquisa-e-inovacao> access in 24.04.2019
- Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.<https://ufmg.br/extensao> access in 24.04.2019
- Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.https://ufmg.br/storage/c/e/c/9/cec964e64ae9ba1b073e4c169c50165f_15525812888029_1368629454.pdf access in 24.04.2019
- Universidade Federal da Paraíba – UFPB.https://www.ufpb.br/ufpb/contents/documentos/pdi/pdi_ufpb_2014-2018.pdf/view access in 28.04.2019
- Universidade Federal da Paraíba –UFPB.<http://www.propesq.ufpb.br/> access in 28.04.2019
- Universidade Federal da Paraíba –UFPB.<http://www.prac.ufpb.br/> access in 28.04.2019
- Universidade Federal da Paraíba –UFPB.<http://www.ufrgs.br/pdi> access in 27.04.2019 59
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. <http://www.ufrgs.br/ufrgs/a-ufrgs/plano-de-logistica-sustentavel> access in 27.04.2019
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.<https://www.ufrgs.br/sedetec/> access in 27.04.2019
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.<https://www.ufrgs.br/zenit/> access in 27.04.2019
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.<https://www.ufrgs.br/prorext/> access em 27.04.2019
- Vilha_A_P_M: Ciência, Tecnologia, Inovação e a Terceira Missão no Ensino Superior para o Desenvolvimento Sustentável, in Guajardo_P_H_ et al: El Papel Estrategico de laEducación Superior in elDesarrolloSostenible em America Latina y Caribe (2018, pp 323-344)

Generación y transferencia de tecnología a través de patentes en las universidades mexicanas

Manuel Soria López

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Económica, México
sormanuel@gmail.com

Claudia Díaz Pérez

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Económica, México
Claudp33@yahoo.com

Manuel García Álvarez

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Económica, México
antares1694@gmail.com

Resumen

El objetivo de esta investigación es esclarecer los factores asociados a la generación y transferencia tecnológica de patentes académicas por las instituciones de educación superior de la Ciudad de México, las cuales concentran la mayor parte de las patentes académicas registradas en el país por universidades. Este estudio parte de información recolectada directamente con los inventores académicos, así como de elaborar bases de datos de solicitud y concesión de patentes académicas registradas ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (1976-2017). Los resultados muestran que la generación de conocimiento codificado en patentes se ha incrementado y han aparecido nuevos actores –la universidad privada, en un contexto de políticas orientadas a promover la innovación tecnológica. Sin embargo, también se observa que existen dificultades para transferir todo el conocimiento creado y protegido. Entre otras causas, debido a una limitada difusión comercial por parte de la universidad, la escasez de pruebas industriales de la tecnología de patente, la inexperiencia de los componentes organizacionales y estructuras formales de la universidad para gestionar la transferencia y, la dificultad para vincularse con empresas interesados en explotar industrial y comercialmente el conocimiento producido en la universidad. La conclusión principal es que, al mejorar el vínculo entre la universidad y la empresa, las pruebas de la tecnología, al igual que los mecanismos de difusión del conocimiento tecnológico de la universidad, las posibilidades de transferir la tecnología se elevan y mejora el desempeño comercial y de regalías.

Palabras clave

Patentes académicas, universidades mexicanas, inventores académicos, transferencia tecnológica.

1. Introducción

El conocimiento y la innovación tecnológica se convirtieron en ejes centrales de la competitividad económica desde mediados del siglo XX. En este proceso, la globalización de la investigación, del personal de I+D y de la manufactura han sido elementos muy significativos. La economía del conocimiento puede definirse como aquella cuyos productos y servicios requieren actividades intensivas en conocimiento, más que una cauda de recursos naturales y/o físicos (Powell y Snellman, 2004). Las universidades de los países desarrollados se han convertido en agentes que renuevan constantemente la oferta de nuevo conocimiento que

pueda concretarse en innovaciones tecnológicas basadas en ciencia, a través de la vinculación con el sector productivo.

En la literatura se ha explorado el rol de las universidades en la conformación de una sociedad basada en el conocimiento (Frank y Meyer 2007; Laredo 2007), en especial, su papel productivo y difusor de tecnologías para consolidar los sistemas nacionales de innovación (Longhi 1999; Garnsey 1998; Arechavala y Díaz, 2004). En estas perspectivas resaltan la producción de conocimiento, la contribución a la resolución de problemas sociales y la transferencia de saberes al sector productivo como actividades fundamentales en las universidades, las cuales se desarrollan como parte del ‘modo dos’ de producción de conocimiento cuya naturaleza transdisciplinar favorece la interrelación entre la universidad y la sociedad (Gibbons et al., 1994, Nowotny et al., 2003). Sin embargo, algunos críticos consideran que este acercamiento entre el sector productivo y la universidad pervierte las funciones centrales de la institución –producir y difundir el conocimiento libremente, convirtiéndola en un simple engranaje del capitalismo contemporáneo (Rhoades y Slaughter 2004).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es referir los factores asociados a la producción y transferencia de la tecnología de patente por las principales universidades en México, a partir de los elementos identificados por los inventores académicos, así como de lo que se desprende de la evidencia estadística de solicitud y concesión generada.

2. Metodología

El proyecto de investigación se centró sólo en cinco universidades nacionales que presentaron la mayor actividad inventiva del país, asentadas principalmente en la Ciudad de México: CINVESTAV, IPN, ITESM, UAM y UNAM.¹ El análisis se organizó alrededor de la estadística descriptiva de las patentes generada de la página electrónica del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) y de la encuesta a los inventores académicos registrados en las patentes académicas. La estadística se generó recolectando datos en 2251 solicitudes (1991-2017) y de 916 concesiones (1980-2017). Posteriormente, utilizando el concepto de ‘activo total’² fueron seleccionadas 1625 patentes para generar los indicadores. La Encuesta a Inventores Académicos³ se estructuró en 54 preguntas elaboradas considerando los principales ejes temáticos en la literatura de producción y difusión de patentes académicas. Dado un universo real de inventores académicos a encuestar que ascendió a 1350 personas, finalmente, 192 inventores académicos respondieron la encuesta, esto es, el 14% del universo real.

Las patentes en las cuales han participado estos 192 inventores (cuadro 1), suman 462 de un activo total de 1621 patentes, esto es, el 29% de ese total (columna c). Aunque la UAM y el IPN podrían aparecer como ligeramente sobre representados en la encuesta, la UNAM, el ITESM y el CINVESTAV estarían en el caso contrario. Sin embargo, al comparar la distribución de estas dos muestras de patentes académicas –inventores académicos encuestados vs. el activo total de las universidades mexicanas, la evidencia indica similitudes distributivas

¹ Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma Metropolitana, y; Universidad Nacional Autónoma de México.

² Es la suma de concesiones de patente con solicitudes netas, siendo éstas últimas el resultado de restar al total de solicitudes, aquellas patentes que ya han sido concedidas.

³ La encuesta se hizo bajo la modalidad en línea utilizando la herramienta “Google Forms” con tres tipos de preguntas: i) la respuesta cerrada porque facilita la codificación. ii) reactivos de múltiple selección, y, iii) preguntas abiertas para profundizar en temas selectos.

entre ambas muestras. En efecto, en la UNAM este porcentaje es casi idéntico (34%), mientras en las demás universidades es muy cercano entre ambas muestras (columnas a y b).

Cuadro 1. Solicitudes y concesiones de patente registradas por las universidades mexicanas en las que han participado los inventores académicos encuestados, 1985-2017
(Número y porcentaje)

Universidad	(a) Patentes académicas de inventores académicos encuestados (192)		(b) Activo total de patentes de universidades mexicanas (5)		(c) = (a)/(b)
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Porcentaje
1 Universidad Nacional Autónoma de México	159	34.4	555	34.2	28.6
3 Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	80	17.3	325	20.0	24.6
4 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	73	15.8	319	19.7	22.9
2 Instituto Politécnico Nacional	86	18.6	235	14.5	36.6
5 Universidad Autónoma Metropolitana	64	13.9	187	11.5	34.2
Total	462	100	1621	100	28.5

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2018.

3. Desarrollo

3.1 Producción de conocimiento, patentes académicas y la política pública de CTI

En el marco de los debates inconclusos, la relación entre la producción de conocimiento y el crecimiento económico se ha ido documentado cada vez más en países pobres (Barkhordari et al. 2018), siendo central el papel de la universidad. En América Latina, el papel de las universidades en la producción de conocimiento todavía es difuso y cuestionado, particularmente, el conocimiento con fines productivos como el que se encuentra en las patentes (Thorn y Soo, 2006). Si bien el análisis de patentes permite analizar el cambio tecnológico y la emergencia de nuevos sectores industriales (Powell y Snellman, 2004), en países latinoamericanos las patentes no son un mecanismo usual de vinculación entre universidad y empresa (Dutrénit y Arza, 2010).

El escaso registro de patentes en estos países puede estar relacionado con la falta de perspectiva sobre cómo se construyen capacidades tecnológicas (Cimoli y Primi 2008). En este debate, los datos permiten conjeturar que en América Latina la vinculación y la transferencia tecnológica a través de las patentes producidas en las universidades es un fenómeno aislado que requiere investigarse.

En efecto, según UNESCO (2015) la participación de México en el patentamiento mundial alcanza sólo el 0.1% de las patentes otorgadas por la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). Asimismo, en la evaluación anual de la *World Intellectual Property Organization* (WIPO) para el 2017, México se ubica en la posición 58 de 143 países, tanto por su monto de solicitud y concesión de patentes, como por la infraestructura y el personal destinado a producir este tipo de conocimiento tecnológico (WIPO, 2018).

A su vez, para el 2018, tampoco el índice de competitividad mundial favorece a México, posicionado en el lugar 49, cuando en 2012 alcanzó el lugar número 37 (IMD, 2013; 2018). La Agenda UNESCO 2030 señala que para el periodo 2010-2011, si se evalúa el personal dedicado a I+D en relación al financiamiento, México se encuentra solo por arriba de

Kuwait, Colombia y Kasajiztan y en cuanto a la inversión financiera como tal solo está por arriba de Colombia y Kuwait (UNESCO, 2015). Entre los países de la OCDE, relativo al gasto en I+D respecto al PIB, México tuvo su gasto máximo de .49% del PIB en 2016, quedándose sin superar la barrera del .50%, la cual, en el 2017 incluso Turquía superó al destinar el .97% del PIB (OECD, 2019). En América Latina, Argentina tiene registrado para el 2015 un gasto de .63% del PIB y Brasil para el 2014 de 1.14% del PIB (CONACYT, 2016). En general, no sólo México sino toda América Latina sigue siendo adoptadora de tecnología, ya que ha mantenido una balanza tecnológica negativa (CONACYT, 2016). Asimismo, entre 1996 y el 2011, la participación de toda la región en publicaciones fue de 3.1%, mientras que la de Francia fue de 4.4%, la de Reino Unido 6.6% y Estados Unidos 23.8%. (Crespi y Dutrenit 2013).

Estos datos revelan que la participación mundial de México es escasa en el registro de patentes, con un débil desempeño en las evaluaciones de competitividad, un gasto en I+D de los más bajos, una balanza tecnológica deficitaria y con una endeble producción de publicaciones científicas. En efecto, aunque los últimos gobiernos han establecido políticas y programas específicos para generar conocimiento productivo y registrar patentes para impulsar la competitividad industrial a partir del conocimiento generado en la universidad, estos datos indican que todavía es marginal la producción de conocimiento en México.

A mediados de los noventa, mediante políticas públicas para regular la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) se empezó a impulsar el desarrollo de tecnología, la modernización de la planta productiva y el uso del conocimiento por parte del sector privado en un enfoque centrado en la demanda (Díaz, 2002). El Programa Especial de Ciencia y Tecnología (2001-2006) y la Ley de Ciencia y Tecnología (2002) establecieron las bases para impulsar una política estatal científica y tecnológica. En efecto, sólo recientemente (2000-2006), es cuando la innovación se incorporó como un eje central en las políticas y programas de CTI del país. Con ello, el CONACYT estableció programas de financiamiento para prototipos e impulsó la I+D en empresas para negocios de innovación. Desde entonces, por vía de incrementar la contribución del sector privado junto con el sector público, la meta establecida –todavía no alcanzada, es un gasto de I+D del 1% del PIB.

En el siguiente Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (2008-2012) esta idea de innovación se mantuvo, al grado que existió una continuidad en las políticas e instrumentos que intentaban asociar la CTI al desarrollo económico y la competitividad (Díaz, 2012). Durante todo este periodo (2001-2012), se alienta la protección de la propiedad intelectual, la vinculación y la transferencia de tecnología de la universidad y centros públicos de investigación hacia las empresas.

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (2014-2018) más reciente también incluyó como parte de su misión el desarrollo económico. Una parte fundamental de este programa fue promover nuevamente la transferencia de conocimiento a través de la vinculación entre empresas, institutos y universidades de I+D del sector público, social y privado. La novedad fueron los fondos públicos canalizados directamente al financiamiento de la innovación en las empresas ligadas a un centro de I+D. Asimismo, se plantearon estrategias de promoción de la propiedad intelectual para proteger el nuevo conocimiento en las instituciones de educación superior.

En este contexto, las patentes académicas resultan sumamente relevantes porque proveen conocimiento para la industria cuyo valor es su contenido científico. Las patentes académicas son aquellas en las que hay participación de investigadores, académicos y/o profesores que pertenecen a alguna institución de educación superior (IES),

independientemente de quién ostente la propiedad de la misma. Esta definición incluye, tanto a las patentes inventadas con recursos de la universidad que no son de su propiedad, como las que sí son propiedad de la universidad (Balconi et al., 2004).

Finalmente, si bien las patentes tienen un valor en sí mismas por el conocimiento científico que integran, tienen como propósito ser usadas industrialmente. En México, mientras la solicitud y las concesiones de patentes domésticas se han estancado en general, las patentes de universidades mexicanas se han elevado sustancialmente. Sin embargo, una vez otorgada la patente a la universidad, la siguiente fase es transferirlas al sector productivo, lo cual presenta determinados obstáculos para difundirlas y transferirlas.

3.2 El proceso de la transferencia de tecnología y las patentes académicas

La transferencia de tecnología se ha estudiado intensamente en el contexto de la economía del conocimiento y la innovación como uno de los ejes en que se construye la competitividad de los países (David y Foray, 2005; 2002). Asimismo, se aborda como una función para la operación de los sistemas de innovación en sus diversos niveles (Longhi 1999; Garnsey 1998; Nelson y Rosenberg 1993), ya que la transferencia de tecnología es el canal central que articula empresas, universidades y gobierno (Niosi et al, 1993). En las perspectivas más críticas es un mecanismo a través del cual la universidad impulsa la creación de riqueza en el capitalismo académico (Rhoades y Slaughter 2004). El análisis de la transferencia de tecnología forma parte de los estudios de vinculación entre empresa y universidad. Particularmente, aborda aspectos más puntuales como la confianza desarrollada entre las partes, el lenguaje y objetivos, así como los tiempos para resolver problemas en instituciones de naturaleza diferente, entre otros. Así, la transferencia de tecnología se explora en el nivel de interacciones entre la universidad que produce el conocimiento y las empresas u organizaciones hacia los que brinda ese conocimiento.

En América Latina se considera que es todavía incipiente la generación de conocimiento en la universidad para la empresa, particularmente, para fines productivos (Thorn y Soo, 2006). Otros estudios comparativos de la misma región han identificado, por ejemplo, que la interacción entre empresa y universidad ocurre en mayor medida a través de las prácticas profesionales de estudiantes en la empresa y servicios de consultoría. El patentamiento y la creación de spin-off's son actividades secundarias (Dutrénit y Arza, 2010), aunque, se han enfatizado la relevancia de patentar para fortalecer el desarrollo económico de la región (Cimoli y Primi, 2008).

La transferencia de tecnología se ha definido de formas diversas en función de las disciplinas involucradas y el tipo o propósito de la investigación que se emprende (Bozeman, 2000). La transferencia de tecnología es el proceso de apropiación del conocimiento, tecnología y servicios desarrollados en la universidad o en los centros e institutos públicos de investigación por una empresa u organización determinada (Roguers, Takegami, & Yin, 2001). En el contexto de la tercera misión de la universidad y de los estudios sobre vinculación universidad-empresa, la transferencia de tecnología resulta fundamental porque está asociada a los servicios que ofrece la universidad a la sociedad. Para las empresas es primordial en la medida que el conocimiento y la tecnología son innovaciones potenciales que apoyan la competitividad (Bercovitz y Feldman, 2006).

El proceso de transferencia de tecnología implica al menos una fase de desarrollo del proyecto (Urruty, 2012) en la cual se genera el conocimiento y/o tecnología, luego, la etapa de validación y pruebas de laboratorio (Money et al, 2011) y al final la fase comercial (Sacristán,

2007). Para el análisis, dicho proceso que se desagrega aún más dependiendo de la tecnología y la etapa que se estudia. Además, este proceso de transferencia de tecnología conlleva en buena medida la gestión de propiedad intelectual. Cuando el proceso ocurre en la universidad, la protección de ese conocimiento y los acuerdos para su uso se convierten en un elemento central, por ejemplo, del ingreso por regalías derivadas de los contratos de transferencia de tecnología y patentes negociados.

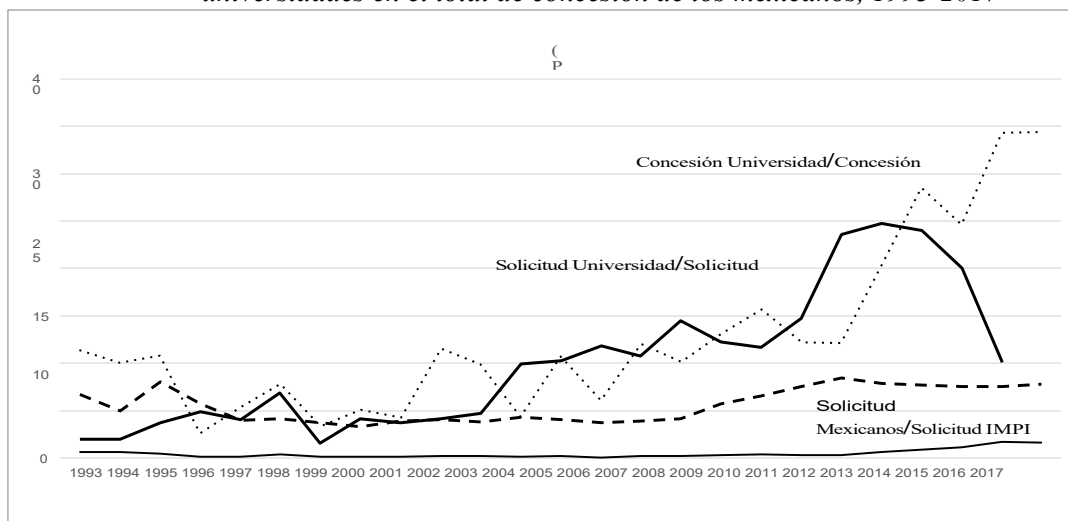
4. Resultados

4.1 Producción de patentes en México por las principales universidades

La evidencia sobre el flujo global de solicitud y concesión de patentes en México entre mexicanos y extranjeros, de 1993 a 2017, indica que se solicitaron 335 mil patentes de las cuales el 6% fueron para mexicanos y el 94% de extranjeros. La evolución de la concesión, a su vez, indica que de 186 mil patentes registradas en el mismo periodo el 97% fueron propiedad de extranjeros y sólo el 3% de los mexicanos. En suma, mientras los extranjeros dominan casi la totalidad del registro mexicano de patentes, los titulares mexicanos registran en concesión la mitad de la participación obtenida en la solicitud de patentes, esto es, mientras la tasa de solicitud de los mexicanos es alta, su tasa de concesión es más baja.

Por su parte, mientras la solicitud de universidades respecto a la solicitud de mexicanos pasó de 2% en 1993 a 25% en 2013 (gráfico 1), la solicitud de mexicanos en el total del IMPI quedo por debajo al pasar de 7% en 1993 a sólo 8% en 2013. A su vez, la concesión a universidades respecto a la concesión a mexicanos creció de 11% en 1993 a 34% en 2017 (gráfico 1), mientras la concesión de universidades respecto de la concesión total del IMPI pasó de 0.63% en 1993 a 1.65% en 2017. En suma, estos datos comparativos indican una tasa de solicitud de patentes de las universidades que es significativa y una tasa de concesión de las patentes académicas que ha sido aún más dinámica.

Gráfico 1. Solicitud de universidades en el total de solicitud de los mexicanos y el IMPI vs Concesión de universidades en el total de concesión de los mexicanos, 1993-2017



Fuente: Elaboración propia con base en IMPI, México, 2018.

Por ende, las universidades tienen altas tasas de solicitud y concesión, mientras las patentes de mexicanos en general mantienen una tasa alta de solicitud y una más baja de

concesión –a reserva de examinar la evolución de las empresas mexicanas. En suma, durante las últimas dos décadas, las universidades han sido el agente más dinámico de la producción doméstica de conocimiento tecnológico por la vía de patentes académicas.

El activo total de patentes académicas registrado en México (1976-2017) por las mayores universidades mexicanas (cuadro 2), se incrementó (441%) entre periodos, pasando de 253 a 1368 patentes. Entre 1976 y 1998, la UNAM y la UAM sumaron la mayor proporción del total de patentes (77%); el CINVESTAV y el IPN una quinta parte (21%), mientras el ITESEM registró una participación marginal (1.6%). Entre 1999 y 2017, la UNAM y la UAM redujeron su cuota del total; al contrario, el CINVESTAV, el IPN y el ITESEM registraron un incremento de sus participaciones. Al final, la UNAM se mantuvo al frente, mientras la UAM cayó al último sitio; el CINVESTAV y el IPN casi duplicaron su participación relativa; mientras el ITESEM mostró un incremento muy significativo. En suma, no sólo aumentó la producción de patentes académicas sino también el número de participantes de primer nivel.

Cuadro 2. Activo total de patentes registrado en México por las universidades mexicanas, 1976-2017

(Número y porcentaje; Fecha de solicitud)							
Universidad		1976-1998		1999-2017		Total	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1	Universidad Nacional Autónoma de México	131	51.8	424	31.0	555	34.2
2	Centro de Investigación y Estudios Avanzados	32	12.6	293	21.4	325	20.0
3	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	4	1.6	315	23.0	319	19.7
4	Instituto Politécnico Nacional	22	8.7	213	15.6	235	14.5
5	Universidad Autónoma Metropolitana	64	25.3	123	9.0	187	11.5
Total		253	100	1368	100	1621	100

*/ Activo total de patentes = Concesión total + Solicitud neta. Solicitud Neta = Solicitud total - Concesión total.

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2018.

La distribución de las patentes académicas por tipo de campo tecnológico –tradicional o moderno (cuadro 3), indica que la UNAM (34%), el ITESM (20%) y el IPN (14.5%) mantuvieron participaciones similares entre campos tecnológicos. A su vez, el CINVESTAV tuvo una mayor participación en campos tecnológicos modernos (24%), mientras la UAM se concentró más en campos tecnológicos tradicionales (15%). En suma, aunque las universidades de la muestra patentan principalmente en campos tecnológicos de tipo moderno, la porción dedicada al tipo tradicional representa una proporción significativa del total.

Cuadro 3. Activo total de patentes registrado en México por las universidades mexicanas por campo tecnológico, 1980-2018

(Número y porcentaje)							
Campo Tecnológico		Tradicional		Moderno		Total	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1	Universidad Nacional Autónoma de México	251	34.2	304	34.3	555	34.2
2	Centro de Investigación y Estudios Avanzados	115	15.7	210	23.7	325	20.0

3	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	144	19.6	175	19.7	319	19.7
4	Instituto Politécnico Nacional	111	15.1	124	14.0	235	14.5
5	Universidad Autónoma Metropolitana	113	15.4	74	8.3	187	11.5
<i>Total</i>		734	100	887	100	1621	100
		45.3		54.7		100	

*/ Activo total de patentes = Concesión total + Solicitud neta. Solicitud Neta = Solicitud total - Concesión total.

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2018.

4.2 Transferencia de tecnología de patente por las principales universidades en México

Dada la producción de las patentes académicas la sociedad espera su difusión al mercado y su transferencia a las empresas industriales. La encuesta a inventores académicos muestra los siguientes resultados en cuanto a vinculación, transferencia, regalías y mecanismos de apoyo para la difusión.

La vinculación de los proyectos de I+D de los inventores académicos con las empresas se estudian conforme al nivel de solicitud de patentes producido por cada inventor individual (Cuadro 4). Primero, la mayor parte de estos proyectos de I+D (63%) no estuvieron vinculados a empresas, siendo el grupo menos productivo el que más aporta a esta situación. Segundo, poco más de la tercera parte sí se vinculó (37%), aunque, el grupo con menor nivel producido se vinculó más (27%) que el grupo más productivo (9%). En suma, aunque la vinculación no es generalizada, destaca el nivel vinculación de los inventores más jóvenes, quienes por ahora pertenecen al grupo menos productivo.

Cuadro 4. Solicitud de patentes universitarias y vinculación con empresas por inventores académicos mexicanos

(Porcentaje)				
<i>Proyectos vinculados con empresas</i>		<i>Solicitudes de patente registradas por el inventor académico</i>		Total
		Menos de cinco	Mas de cinco	
1	Ninguno	44.8	18.8	63.5
2	Sí	27.1	9.4	36.5
Total		71.9	28.1	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

La vinculación de los inventores académicos con las empresas también se puede ver desde la perspectiva de los niveles de escalamiento tecnológico (cuadro 5). A mayor nivel de pruebas mayor la probabilidad de transferencia tecnológica. En efecto, los inventores académicos afirman que la mayor parte de la tecnología de patente universitaria (76%) sólo se prueba a nivel de laboratorio. En las siguientes fases de escalamiento tecnológico, la mayor parte se prueban a nivel de planta piloto (17%) y la parte marginal (7%) son las pruebas de escala pre-industrial e industrial. En el caso de la escala planta piloto, resalta que son más casos en proyectos no vinculados que los sí vinculados, mientras, a escala industrial la mayor parte se hacen en el marco de proyectos vinculados. En suma, aunque la mayoría de los inventores

académicos sólo probaron la tecnología a nivel laboratorio, es importante que casi la cuarta parte manifieste que alcanzó el nivel de pruebas piloto e industriales, ya sea en proyectos vinculados y no vinculados con la industria.

Cuadro 5. Pruebas de escalamiento tecnológico y vinculación con empresas por los inventores académicos mexicanos

(Porcentaje)						
Proyectos vinculados con empresas		Laboratorio	Planta piloto	Planta pre-industrial	Planta industrial	Total
1	Ninguno	52.6	9.9	1.0		63.5
2	Sí	22.9	7.3	4.7	1.6	36.5
Total		75.5	17.2	5.7	1.6	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventres Académicos, México, 2018.

Los vínculos señalados por los inventores académicos encuestados han resultado en la obtención de regalías, tanto por la universidad (cuadro 6), como por los inventores académicos (cuadro 7). En el caso de la universidad sólo 13% de los inventores académicos reportan la obtención regalías. El 9% de estas regalías se obtuvieron en proyectos de I+D vinculados con empresas mientras el restante (4%) sin vínculo de por medio. En el caso del inventor, sólo el 7% de los inventores académicos encuestados reportan la obtención de regalías de las patentes comercializadas por la universidad. El 5% proviene de proyectos de I+D vinculados con empresas, mientras el 2% proviene de proyectos sin vínculo expreso. En suma, aunque todavía son marginales, la mayor parte de las regalías obtenidas por la universidad y el inventor académico provienen de proyectos vinculados con empresas, aunque también en algunos proyectos no vinculados hubo regalías.

Cuadro 6. Regalías obtenidas por la universidad por comercializar patentes académicas y vinculación con empresas por inventores académicos mexicanos

(Porcentaje)				
Proyectos vinculados con empresas		La universidad ha obtenido regalías por comercializar		Total
		No	Sí	
1	Ninguno	59.9	3.6	63.5
2	Sí	27.6	8.9	36.5
Total		87.5	12.5	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventres Académicos, México, 2018.

Cuadro 7. Regalías obtenidas por el inventor académico por comercializar patentes académicas y vinculación con empresas

(Porcentaje)				
Proyectos vinculados con empresas		El inventor académico ha obtenido regalías por comercializar		Total
		No	Sí	
1	Ninguno	62.0	1.6	63.5
2	Sí	31.3	5.2	36.5
Total		93.2	6.8	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

Con relación a los programas universitarios para difundir información de patentes, comercializarlas e incubar empresas, la evidencia se analiza por niveles de patentes concedidas entre los inventores académicos encuestados.

La difusión de patentes por la universidad a través de un programa específico es reconocida por el 57% de los inventores académicos encuestados (cuadro 8). Sin embargo, por sus niveles de concesión los más productivos afirman que no existen estos programas (48%). Al contrario, los inventores menos productivos afirman que estos programas de difusión informativa si se dan (59%). Una revisión detallada a las páginas web de estas cinco universidades comparado con universidades de los EUA (2018), ha demostrado la mejora de la difusión informativa de patentes, dado que cada universidad ha colocado digitalmente una cartera de patentes seleccionada como su oferta tecnológica actual. Asimismo, siendo el grupo de inventores académicos más productivo el de mayor edad, su respuesta refleja que en el pasado las universidades carecían de estos programas de difusión. Siendo más jóvenes, la respuesta de los menos productivos muestra como la universidad los ha ido incorporando en su arreglo organizacional.

Los programas de difusión comercial y transferencia de tecnología de patente funcionan a través de las oficinas de transferencia de tecnología y propiedad intelectual (OTT). En los últimos años todas las universidades han incorporado una OTT como un nuevo componente organizacional. Sin embargo, la evidencia indica que la mayor parte de los inventores académicos encuestados (56%) manifiestan que no existe un programa como tal (cuadro 9). Esta proporción es más alta entre los inventores académicos más productivos (61%) y más baja entre los menos productivos (54%). En suma, todos estos inventores están señalado que, si bien en ciertos casos las OTT universitarias han sido efectivas para comercializar, requieren mejorar para transferir más patentes a la industria, y mientras, el inventor continúa siendo la pieza clave de la comercialización.

Cuadro 8. Solicitud de patentes por los inventores académicos encuestados y programas universitarios de difusión informativa de patentes

(Porcentaje)			
Solicitudes en que ha participado el inventor académico	Existe un programa universitario de difusión informativa de patentes		Total
	No	Sí	

1	De una a cuatro patentes	40.6	59.4	100
2	Cinco o más patentes	48.1	51.9	100
Total		42.7	57.3	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

Cuadro 9. Solicitud de patentes por los inventores académicos encuestados y programas de difusión comercial y transferencia de patentes

(Porcentaje)				
Solicitudes en que ha participado el inventor académico		Existe un programa universitario de difusión comercial y transferencia efectiva		Total
		No	Sí	
1	De una a cuatro patentes	54.3	45.7	100
2	Cinco o más patentes	61.1	38.9	100
Total		56.3	43.8	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

Finalmente, otra forma para transferir tecnología y patentes a la industria es a través de programas de incubación de empresas o start-up's de base tecnológica. En este rubro la mayoría de la población encuestada afirma que sí hay programas de incubación de empresas en sus universidades (58%). Al igual que en los rubros anteriores, esta respuesta refuerza la idea de que estas universidades mexicanas han ido incorporando actividades de difusión del tipo 'tercera misión' para comercializar y transferir la tecnología de patente producida.

Cuadro 10. Solicitud de patentes por los inventores académicos encuestados y programas universitarios de incubación de empresas

(Porcentaje)				
Solicitudes en que ha participado el inventor académico		Existe una incubadora o programa empresarial universitario para difundir		Total
		No	Sí	
1	De una a cuatro patentes	42.8	57.2	100
2	Cinco o más patentes	38.9	61.1	100
Total		41.7	58.3	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

5. Discusión y análisis

La producción doméstica de conocimiento en México continúa siendo marginal derivado de la baja inversión nacional en ciencia y tecnología tanto pública como privada, al igual que por la baja producción de patentes nacionales y de publicaciones científicas por

ingenieros e investigadores mexicanos. Dada la economía del conocimiento, todos estos factores inciden en menores niveles de competitividad y desarrollo económico en México. En este sentido, al no formar parte de la producción de tecnologías fundamentales de la economía local o global, México se encuentra al margen, alejado de la esencia de la economía del conocimiento.

En este contexto de dificultad, contrasta la evolución de las patentes académicas solicitadas y concedidas a las mayores universidades mexicanas, la cual muestra un crecimiento muy dinámico, comparado, tanto con la producción doméstica de los mexicanos, como con el total de patentes incluyendo a los extranjeros que registran en México. Asimismo, destaca la incorporación del ITESM como un nuevo actor en el campo de la propiedad intelectual de patentes académicas junto con las universidades públicas mexicanas. La dinámica anterior significa que la política pública de CTI de las últimas dos décadas ha tenido un efecto positivo en la producción de conocimiento tecnológico doméstico. En efecto, los programas de ciencia, tecnología e innovación del 2000 al 2018 que al final alcanzaron un gasto federal en ciencia y tecnología del 0.48% del PIB (2016) y pusieron a la universidad pública en el centro de su política de producción y difusión de conocimiento tecnológico, fomentaron esta dinámica. Esos recursos y esa política se han transformado en esta acumulación de patentes académicas. Es decir, estas universidades han ido acumulando capacidades –a escala primaria y de carácter emergente, para producir y gestionar determinada oferta tecnológica y patentarla para difundirla comercialmente.

Queda por comprender porque la difusión de tecnología de patente no ha alcanzado los niveles deseables entre la universidad y la empresa. En efecto, respecto a las fases básicas de la transferencia de tecnología –desarrollo de la I+D, pruebas y comercialización, la encuesta a inventores académicos ha dejado traslucir algunos factores importantes.

Un factor que obstaculiza o cataliza la difusión de tecnología de patente desde un inicio en la fase de desarrollo del invento, es la vinculación de los proyectos universitarios de I+D con la industria y el mercado o la sociedad. En efecto, son los proyectos de I+D vinculados con la empresa los que reúnen más condiciones de éxito.

La evidencia presentada sobre aspectos ligados a las pruebas piloto y escalamiento de la tecnología universitaria, coincide con la literatura que indica que una limitación ‘normal’ de la oferta tecnológica de las universidades es que solo prueban a nivel de laboratorio, con lo cual, una empresa interesada no puede hacer cálculos industriales o de mercado.

Dado el bajísimo porcentaje de encuestados que reportan regalías, se deduce que las tecnologías de patente que lograron comercializarse y obtener regalías por la universidad y el inventor académico son exiguas. Aunque la mayoría de las regalías se generaron en proyectos de I+D vinculados, algunas regalías surgieron en proyectos de I+D sin vínculos previos con la empresa, ofreciéndose lo producido directo al mercado.

En el rubro de la difusión los inventores encuestados reportan que las universidades han mejorado sus sistemas de difusión informativa de patentes y creado incubadoras de empresas para transferir la tecnología. Sin embargo, según señalan los encuestados, el apoyo para comercializar patentes académicas por la universidad a través de la oficina de transferencia de tecnología sigue siendo problemático. En efecto, el incremento de la difusión comercial de una patente académica se encuentra asociada, tanto a pruebas industriales de la tecnología, como al desarrollo de los componentes organizacionales diseñados para vincular a la universidad con la empresa.

Finalmente, cabe destacar en cuanto a esta vinculación entre universidad y empresa, que la mayoría de los investigadores con mayor grado de madurez y número de patentes son

quienes se vinculan menos con las empresas y no identifican programas de apoyo en sus universidades. A su vez, la mayoría de los investigadores con menos patentes y de menor experiencia reportan más vinculaciones con la industria y afirman que en los últimos años las universidades han incorporado a su diseño organizacional componentes y programas de apoyo para comercializar y transferir tecnología. Son precisamente estas políticas explícitas de patentes académicas en las universidades las que favorecen una mayor producción y difusión de las mismas en el futuro.

6. Conclusión

El análisis ha mostrado que la capacidad de las principales universidades de México para producir, gestionar y difundir tecnología de patente se ha incrementado en las últimas dos décadas. Aunque los niveles son altos a nivel doméstico, todavía son marginales respecto de la producción mundial o en países desarrollados. Sin embargo, este incremento de las patentes académicas ha dinamizado la capacidad tecnológica de las universidades e indica que la política pública aplicada ha sido relativamente exitosa.

El éxito ha sido relativo porque si bien creció el nivel de producción de manera sustancial, a nivel de la difusión comercial y la transferencia de la tecnología de patente a la industria se encuentran aún los mayores obstáculos y por ende los grandes retos de la vinculación entre la universidad y la empresa.

Es interesante que dentro de estas organizaciones universitarias los inventores académicos con menos experiencia y patentes aparecen como los más vinculados con las empresas, siendo los inventores con más patentes y experiencia quienes menos se vincularon con la industria.

Este examen de las patentes académicas de las universidades mexicanas también ha mostrado que las universidades han ampliado su menú girando hacia actividades de tercera misión con fines de lucro, incorporando para ello nuevas políticas y componentes organizacionales.

En conclusión, al mejorarse la vinculación entre la universidad y la empresa, las pruebas industriales de la tecnología y los mecanismos de difusión del conocimiento tecnológico creado en la universidad, se elevan las posibilidades de transferir la tecnología y un mejor desempeño comercial y de regalías.

7. Referencias

- Aboites, J. y C. Díaz (2018), "Auge y declinación en la producción de conocimiento codificado en patentes en el IMP", ALTEC, México.
- Balconi, M., Breschi, S. y Lissoni, F. (2004). Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data. *Research Policy*, 33(1).
- Barkhordari, S., Fattahi, M., & Azimi, N. A. (2018). The Impact of Knowledge-Based Economy on Growth Performance: Evidence from MENA Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-15.
- Bercovitz, J., & Feldmann, M. (2006). Entrepreneurial Universities and Technology Transfer: A Conceptual Framework for Understanding knowledge-Bades Economic Development. *Journal of Technology Transfer*, 31, 175-188.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4-5), 627-655.
- Cimoli, M., & Primi, A. (2008). Propiedad intelectual y desarrollo: una interpretación de los (nuevos) mercados del conocimiento. En: *Generación y protección del conocimiento: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico-LC/MEX/G. 12-2008-p. 29-57.*

- Crespi, G. y G. Dutrénit (2013), Políticas de CTel para el desarrollo: La experiencia latinoamericana, FCCyT/LALICS.
- David, P. y Foray, D. (2002). Fundamentos Económicos de la Sociedad del Conocimiento. Comercio Exterior, 52(6), 472-490.
- Di Nauta, P., Merola, B., Caputo, F., & Evangelista, F. (2018). Reflections on the role of university to face the challenges of knowledge society for the local economic development. Journal of the Knowledge Economy, 9(1), 180-198.
- Dutrénit, G. y V. Arza, (2010) "Interaction between public research organisations and industry in Latin America. A study from the perspective of firms and researchers". Science and Public Policy, pp. 541-553.
- Frank, David J. y John Meyer. 2007. University Expansion and the Knowledge Society. Theory and Society 36 (4): 287-311.
- Garnsey, Elizabeth. 1998. The Genesis of the High Technology Milieu: A Study in Complexity. International Journal of Urban and Regional Research 22 (3): 361-377. Laredo, Philippe. 2007. Revisiting the Third Mission of Universities: Toward a Renewed Categorisation of University Activities? En Main Transformations, Challenges and Emerging Patterns in Higher Education Systems, 5-6. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (unesco Forum on Higher Education, Research and Knowledge, Occasional Paper Series 16).
- Longhi, Christian. 1999. Networks, Collective Learning and Technology Development in Innovative High-Technology Regions: The Case of Sophia-Antipolis. Regional Studies 33 (4): 333-342.
- Money, A., Barnett, J., Kuljis, J., Craven, M., Martin, J., & Young, T. (2011). The role of the user within the medical device design and development process: medical device manufacturers' perspectives. BMC Medical Informatics and Decision Making, 11(1), 15.
- Nelson, Richard y Nathan Rosenberg. 1993. Technical Innovation and National Systems. En National Innovation Systems. A Comparative Analysis, Richard R. Nelson, ed., pp. Nueva York: Oxford University Press.
- Niosi, J., P. Savioti, B. Bellon & M. Crow (1993). National Systems of Innovation; In search of a workable concept. Technology in Society, Vol. 15, 1993.
- Nowotny, Helga, Peter Scott y Michael Gibbons. 2003. "Mode 2" Revisited: The New Production of Knowledge. Minerva 41 (3): 179-194.
- Powell, W. W., & Snellman, K. (2004). The knowledge economy. Annu. Rev. Sociol., 30, 199-220.
- Rhoades, Gary y Sheila Slaughter. 2004. Academic Capitalism in the New Economy: Challenges and Choices. American Academic 1: 37-59.
- Rhoades, Gary y Sheila Slaughter. 2004. Academic Capitalism in the New Economy: Challenges and Choices. American Academic 1: 37-59.
- Rogers, E. M., Takegami, S., & Yin, J. (2001). Lessons learned about technology transfer. Technovation, 21(4), 253-261.
- Sacristán, E. R. (2007, febrero). FCCyT, Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Retrieved from La tecnología mexicana al servicio de la industria. Casos de éxito presentados en los Seminarios Regionales de Competitividad 2005-2006: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/exito.pdf
- Thorn, Kristian y Maarja Soo. 2006. Latin American Universities and the Third Mission: Trends, Challenges and Policy Options. Policy Research working paper 4002. Washington, D. C.: World Bank.
- Urruty, L. F. (2012). Un método integrado de desarrollo de equipos biomédicos centrado en el usuario y en la función. Núcleo de ingeniería biomédica de las facultades de medicina e ingeniería.

Como os pesquisadores brasileiros percebem a influência do Novo Marco Legal da Ciência Tecnologia e Inovação em suas atividades?

Américo da Costa Ramos Filho
Universidade Federal Fluminense, Brasil
americodacostaramos@gmail.com

Celso Fraga da Silva
Universidade Federal Fluminense, Brasil
celsofraga@id.uff.br

Marcus Vinícius de Araújo Fonseca
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
vfonseca@labrintos.coppe.ufrj.br

Sérgio R. Yates
Faperj, Brasil
syatesbz@gmail.com

Thiago Borges Renault
Universidade Federal Fluminense, Brasil
thiagorenault@gmail.com

Resumo

No artigo realiza-se uma discussão sobre o Novo Marco Legal da CT&I – uma reconfiguração da política científica e tecnológica brasileira estabelecida pela Lei nº 13.243/2016, e regulamentada pelo Decreto nº 9.283/2018, que modificou arcabouço jurídico brasileiro sobre ciência, tecnologia e inovação. Relacionou-se ainda, esse novo regramento com o conceito de Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) e com a Abordagem Triple Helix (TH) – interação entre universidade, indústria e governo. O artigo é fruto de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, com orientação fenomenológica e com utilização da técnica amostral bola de neve para recrutamento dos entrevistados. Os sujeitos da pesquisa foram constituídos por 15 acadêmicos de duas universidades públicas do estado do Rio de Janeiro. Optou-se pela utilização de entrevistas semiestruturadas conversacionais em profundidade, como a técnica de coleta de dados. A pesquisa foi guiada pela seguinte questão norteadora: como os entrevistados percebem a influência do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação nas suas atividades? Na análise e discussão dos resultados da pesquisa, demonstrou-se o caminho percorrido pelos entrevistados à procura de respostas e os dilemas e controvérsias em relação ao regramento. As conclusões mais relevantes da pesquisa apontam que apesar do avanço, ainda existem barreiras na interação entre universidade, indústria e governo. Observou-se, ainda, que as possibilidades de implantação e operacionalização do Novo Marco Legal irão depender da aderência dos operadores jurídicos e cientistas acadêmicos ao novo regramento.

Palavras chaves

empreendedorismo acadêmico, abordagem Triple Helix, Marco Legal da CT&I, universidade empreendedora.

1. Introdução

A abordagem Triple Helix (TH) centra-se nas interações entre governo, universidade e indústria. Esta interação é difundida como a chave que abre as portas para a inovação e o desenvolvimento econômico e social (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Sob o ponto de vista da TH, a universidade não deve ser encarada somente como locus de formação de indivíduos, mas também como um ambiente propício para a formação de novas organizações ligadas a interesses econômicos e sociais (Etzkowitz, 2009).

Na sua abordagem teórica, o autor estabelece quatro diretrizes para a TH: a) capitalização do conhecimento; b) interdependência entre universidade, indústria e governo; c) formação de organizações híbridas como reflexo das articulações da TH; e d) contínua renovação na estrutura da TH. A abordagem pode ser interpretada como uma construção analítica em que a interação é parte de dois processos: a) funcional: entre ciência e mercados através de um conjunto de atividades específicas que geram conhecimento e inovação; e b) institucional: entre esfera pública e privada, através da interação universidade, indústria e governo, cada esfera abrangendo um vasto conjunto de atores (Ranga & Etzkowitz, 2013). Pode-se identificar esses atores e os componentes da abordagem TH, na Figura 1.

Figura 1 - Componentes da abordagem TH

Atores	Objetivo	Relação governo, indústria e universidade	Organizações
<ul style="list-style-type: none">• Governo, universidade e indústria.	<ul style="list-style-type: none">• Capitalização do conhecimento, principalmente de alta tecnologia, gerando novos produtos e mercados.	<ul style="list-style-type: none">• Modelo de sobreposição de papéis – universidades empreendedoras, governos investindo em capital de risco e universidades corporativas.	<ul style="list-style-type: none">• Parques tecnológicos, polos tecnológicos, incubadoras, escritórios de transferência de tecnologia, startups.

Fonte: elaborado pelo autor.

A abordagem TH se identifica com o Novo Marco Legal da Ciência Tecnologia e Inovação devido à possibilidade de interações universidade, indústria e governo que podem ser geradas pelos novos ambientes criados neste regramento. O Novo Marco Legal de CT&I é uma reconfiguração estabelecida pela Lei nº 13.243/2016, originada da Emenda Constitucional nº 85, de 2015, que modificou a Lei nº 10.973/2004 – Lei da Inovação.

A Emenda Constitucional nº 85, de 2015, modificou o Capítulo IV da Constituição Federal, acrescentando a palavra “inovação”, que passou a vigorar com o título: “DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO”. Essa emenda trouxe prerrogativas para a pesquisa científica básica e tecnológica, recomendando que o Estado brasileiro ofereça tratamento prioritário para a formação de recursos humanos e condições especiais de trabalho a esses atores para o bem público e o progresso da ciência, tecnologia e inovação. Ainda recomendou que o Estado incentivasse a articulação entre entes, tanto públicos quanto privados, nas diversas esferas de governo, bem como o fortalecimento da inovação nas empresas, e a constituição e manutenção de parques e polos tecnológicos e demais ambientes promotores da inovação, o fortalecimento da atuação dos inventores independentes e a difusão e transferência de tecnologia.

Esse artigo visa analisar como pesquisadores, cientistas e professores universitários brasileiros percebem a influência do Novo Marco Legal da Ciência Tecnologia e Inovação em suas atividades. A intenção é buscar compreender se os cientistas, professores e acadêmicos em geral já interiorizaram as mudanças em seus modelos mentais e representações cognitivas. Objetiva-se, também, investigar se estes acadêmicos acreditam que o novo marco legal é capaz de gerar modificações significativas em suas interações com o ecossistema de inovação no Brasil.

2. Metodologia

Neste artigo escolheu-se utilizar uma metodologia qualitativa e exploratória. Optou-se pela abordagem investigativa fenomenológica – uma abordagem heterodoxa ao fazer científico. Conforme explicitado no Quadro 1, a fenomenologia é o estudo de fenômenos humanos vivenciados dentro dos contextos sociais do cotidiano onde eles ocorrem e do ponto de vista das pessoas que os experienciam (Somekh & Lewin, 2011).

Quadro 1 - Método do enfoque direto da sociologia fenomenológica

Interesses centrais
<ul style="list-style-type: none">• Busca de significados intersubjetivos comuns entre os participantes. Geração de tipos gerais de experiência subjetiva.
Conceitos
<ul style="list-style-type: none">• Consciência, ação no mundo exterior, experiência, significados subjetivos, intersubjetividade.
Compreensão
<ul style="list-style-type: none">• Descoberta do que o participante quer dizer com sua ação, em lugar do significado que essa ação possa ter para outrem.
Método de coleta de dados
<ul style="list-style-type: none">• Entrevista aprofundada, mediante conversações focadas visando a penetrar na mente dos participantes;• Perguntas abertas para instar à reflexão e a opinião dos participantes sobre suas próprias situações, decisões e ações.
Análise dos dados
<ul style="list-style-type: none">• Descrição e interpretação da ação social mediante tipicidade;• Agrupamento dos depoimentos em <i>clusters</i> de significados de acordo com três possibilidades não excludentes de formação: (a) padrões que seguem os termos usados pelos próprios depoentes; (b) padrões que emergem de coincidências observadas no texto; e (c) padrões previamente estipulados.

Fonte: adaptado de Somekh e Lewin (2015, p. 177 -178).

De uma forma geral, Creswell (2014) aponta que na fenomenologia o grupo de indivíduos a ser estudado pode variar, em tamanho, geralmente entre 10 a 15 entrevistados, com o procedimento de coleta de dados através de entrevistas conversacionais. A análise de dados pode seguir procedimentos que partem da análise de declarações e trechos significativos

passando por verificação de unidades de significado até descrições detalhadas que resumem como os indivíduos veem e vivenciam o fenômeno em questão.

Como técnica de recrutamento utilizou-se de uma amostragem não probabilística em redes denominada técnica bola de neve ou *snowball*, na qual a amostra é obtida a partir do estabelecimento de algum critério de inclusão, a partir de cadeias de referências nas quais os atores participantes da pesquisa são reconhecidos pelos seus pares em decorrência de seu papel relevante para o tema proposto (Biernacki & Waldorf, 1981).

A escolha da população da amostragem ligada a universidades teve como critério primordial de inclusão selecionar indivíduos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento que percebem a junção entre academia e os negócios públicos ou privados, que já atuaram com temas semelhantes àqueles delimitados pela Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - ENCTI 2016- 2022 do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Essa estratégia adotada no Brasil para ciência, tecnologia e inovação contém orientações de médio prazo para a implantação de políticas públicas na área de CT&I, como saúde, biotecnologia e áreas tecnológicas em geral.

A pesquisa centrou-se em entrevistas semiestruturadas de conversação com 15 pesquisadores de duas universidades públicas do estado do Rio de Janeiro que constam no ranking das vinte universidades brasileiras com melhor desempenho de produção acadêmica, colaboração com a indústria e colaboração internacional; do relatório intitulado *Research in Brazil* – documento elaborado pela Clarivate Analytics para a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e gerado com documentos analisados (artigos, trabalho em eventos, livros, patentes e compostos químicos) e indexados na base de dados multidisciplinar Web of Science, no período de 2011 a 2016.

Na pesquisa empírica incluiu-se novos participantes até o ponto de saturação teórica, esse ponto foi atingido quando novos entrevistados passaram a repetir os conteúdos já obtidos em entrevistas anteriores, sem acrescentar novas informações que o pesquisador considerou relevante.

3. Discussão Teórica

3.1 A Abordagem Triple Helix e o Novo Marco Legal da CT&I

O Novo Marco Legal da CT&I, um arcabouço regulatório, que rege a cooperação entre universidades, institutos de pesquisas e empresas no Brasil, possibilitou arranjos e instrumentos legais para disponibilização de recursos financeiros para estímulo à inovação entre Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs), empresas e entes governamentais como: subvenção econômica, financiamento, participação societária, bônus tecnológico, encomenda tecnológica, incentivo fiscais, concessão de bolsas, uso do poder de compra do Estado, fundos de investimentos, fundos de participação, títulos financeiros, previsão de investimento em pesquisa e desenvolvimento em contrato de concessões de serviços públicos ou em regulações setoriais (Lei nº 13.243, 2016).

O regramento foi inspirado na Lei Bayh-Dole e na Lei Stevenson-Wydler, ambas do ano de 1980, que promoveram a implantação de programas e políticas nacionais de apoio ao empreendedorismo acadêmico e modificaram o comportamento científico e empreendedor nas universidades americanas, como observado no Quadro 2.

Quadro 2 - Políticas de tecnologia e inovação dos EUA na década de 1980

Legislação	Descrição	Atores	Ciclo de P & D
University and Small Business Patent Act de 1980 (conhecido como o Bayh-Dole Act de 1980)	A lei redefiniu os direitos de propriedade que facilitaram a transferência de conhecimento produzido nas universidades resultante do apoio e financiamento do setor público para o setor privado.	Universidades	Pesquisa básica e aplicada
		Empresas do setor privado	
Lei de Inovação Tecnológica de Stevenson-Wydler de 1980	A lei exigia que laboratórios federais promovessem ativamente a transferência de tecnologia para o setor privado para exploração comercial. Cada laboratório nacional foi obrigado a estabelecer um Escritório de Pesquisa e Aplicações Tecnológicas para facilitar essa transferência de tecnologia.	Laboratórios nacionais e outras organizações de pesquisa	Pesquisa básica e aplicada
		Empresas do setor privado	
Federal Technology Transfer Act de 1986	Criado para fornecer incentivos financeiros para cientistas de laboratórios públicos pela transferência de tecnologia, e para permitir acordos de P&D cooperativos com organizações privadas.	Laboratórios nacionais e outras organizações de pesquisa	Pesquisa básica e aplicada
		Empresas do setor privado	

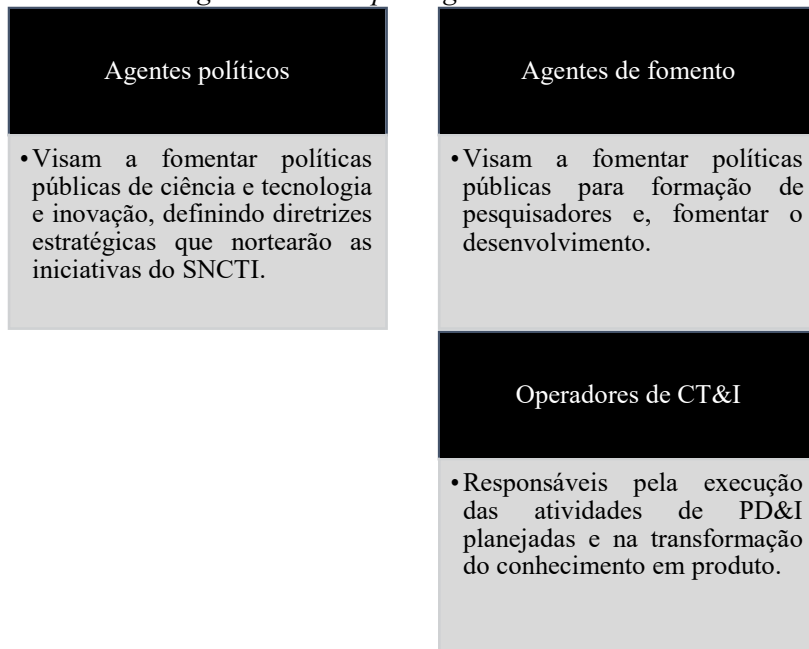
Fonte: elaborado com base em Bozeman & Link (2015).

Essas políticas foram implementadas em resposta à desaceleração da produtividade que atingiu os EUA durante o final dos anos de 1970 e início da década de 1980, visto que os formuladores de políticas nos EUA, em grande parte, evitam um planejamento abrangente e de longo alcance para a ciência e a tecnologia, sendo mais afeitos a respostas rápidas e responsivas do que estratégicas (Bozeman & Link, 2015).

4. Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) e a Abordagem TH

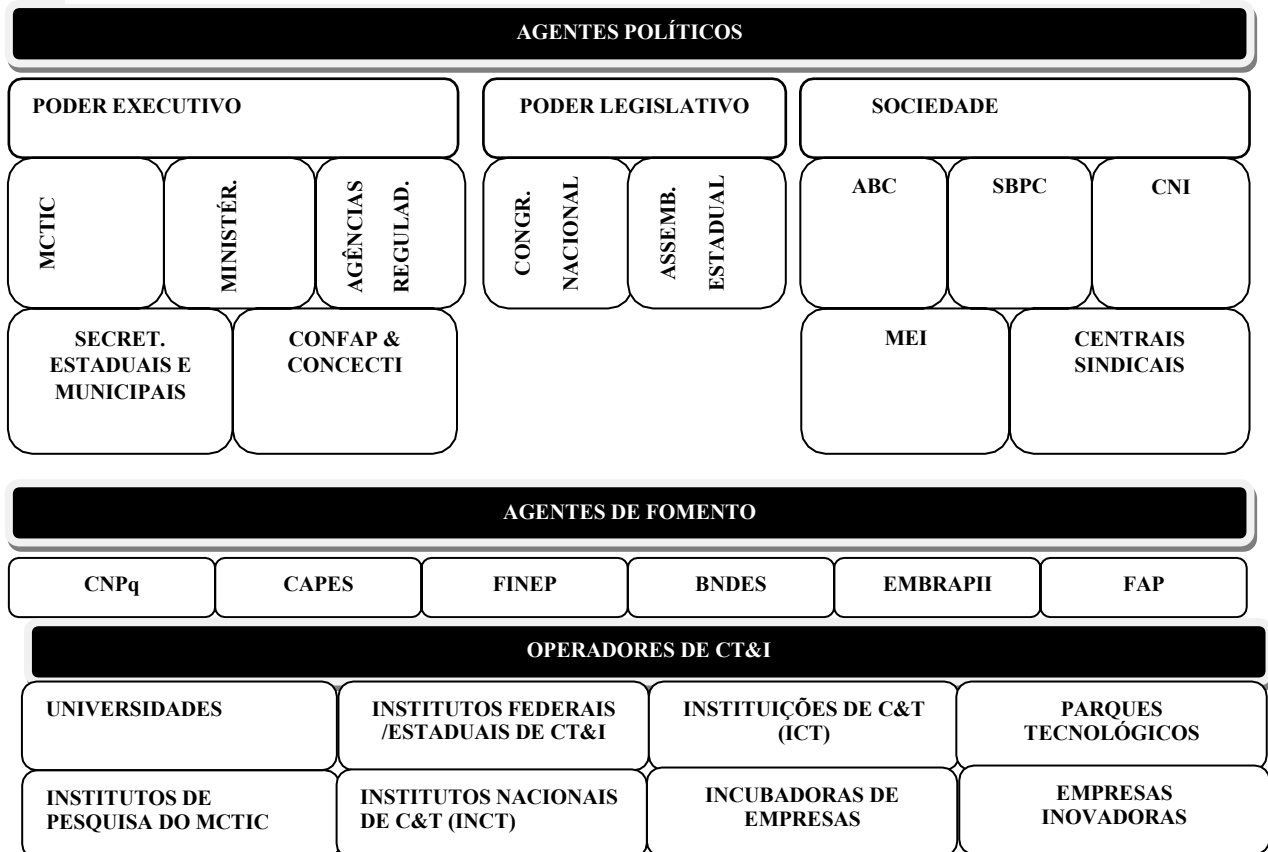
O conceito de sistemas nacionais de inovação remonta a um conjunto de instituições interconectadas que contribuem para o desenvolvimento de difusão de novas tecnologias influenciando no processo de inovação tecnológica e trazendo à tona a ideia de que os sistemas econômicos nacionais não são apenas mercados, além disso, existem instituições e relações sistêmicas que influenciam a competitividade de um país. Nesta abordagem, a inovação é vista como um processo cumulativo que depende da trajetória e do contexto estrutural e socioeconômico de uma nação. A capacidade de gerar inovação pelas empresas é importante, mas também é necessária a interação com fornecedores, usuários, instituições de produção de conhecimento e formuladores de políticas na construção de redes de oportunidades tecnológicas (Metcalf, 1997; Sharif, 2006). O conceito de SNCTI foi incluído na Constituição Federal no Brasil, por meio da Emenda Constitucional nº 85, de 2015, sendo organizado em regime de colaboração entre entes, tanto públicos quanto privados, com vistas a promover o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação, nas diversas esferas federativas. O SNCTI, representado na Figura 3, compõe-se do envolvimento e integração entre três principais agentes, configuração explicitada na Figura 2

Figura 2 - Principais agentes do SNCTI



Fonte: elaborado pelo autor, com base no MCTIC (2016).

Figura 3 - SNCTI



Fonte: MCTIC (2016, p.14).

O Novo Marco visou a abarcar o fortalecimento da pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação. Para isto, foi necessário a sistematização de um Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) com o intuito de responder aos desafios da inovação gerada pelos agentes envolvidos. O Novo Marco Legal da CT&I é uma tentativa de criação de uma rede institucional para resolver o problema da percepção de desarticulação dos atores do SNCTI e, fomentar a construção de ambientes geradores de inovação.

4.1 A Estrutura do Novo Marco Legal da CT&I

O Novo Marco Legal da CT&I estrutura-se em cinco eixos: 1) estímulo à construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação; 2) estímulo à participação das ICTs no processo de inovação; 3) estímulo à inovação nas empresas; 4) estímulo ao inventor independente; e 5) aplicação de fundos de investimentos. E possui quatorze princípios balizadores, conforme estabelecido no Quadro 3.

Quadro 3 - Princípios do Novo Marco Legal da CT&I

Princípios do Novo Marco Legal de CT&I	
<p>Promoção e continuidade dos processos de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação;</p> <p>Promoção da cooperação e interação entre os entes públicos, entre os setores público e privado e entre empresas;</p> <p>Promoção da competitividade empresarial nos mercados nacional e internacional;</p> <p>Fortalecimento da capacidade operacional, científica, tecnológica e administrativa das ICTs;</p> <p>Redução das desigualdades regionais;</p> <p>Promoção das atividades científicas e tecnológicas como estratégias para o desenvolvimento econômico e social;</p> <p>Atratividade dos instrumentos de fomento e de crédito, bem como sua permanente atualização e aperfeiçoamento.</p>	<p>Descentralização das atividades de ciência, tecnologia e inovação em cada esfera de governo, com desconcentração em cada ente federado;</p> <p>Estímulo à atividade de inovação nas Instituições Científica, Tecnológica e de Inovação (ICTs) e nas empresas;</p> <p>Promoção e continuidade dos processos de formação e capacitação científica e tecnológica;</p> <p>Simplificação de procedimentos para gestão de projetos de ciência, tecnologia e inovação e adoção de controle por resultados em sua avaliação;</p> <p>Incentivo à constituição de ambientes favoráveis à inovação e às atividades de transferência de tecnologia;</p> <p>Utilização do poder de compra do Estado para fomento à inovação; e</p> <p>Apoio, incentivo e integração dos inventores independentes às atividades das ICTs e ao sistema produtivo.</p>

Fonte: elaborado pelo autor, com base no Novo Marco Legal da CT&I.

Dentre esses, o legislador fez questão de destacar a importância do princípio da continuidade, ressaltando a importância dos processos de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, dando destaque para não interrupção da formação e capacitação científica e tecnológica de recursos humanos, sendo assegurados recursos econômicos e financeiros para tal finalidade. Em termos gerais, o Novo Marco Legal de CT&I tem por objetivo estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional de forma regionalizada e ao desenvolvimento da capacitação tecnológica, conforme aponta o Artigo 1º (Lei nº 13.243, 2016).

Percebe-se, a partir deste entendimento, a importância de um incentivo à inovação com destaque às dimensões continentais e às características regionais díspares do Brasil, o que possibilita o combate às desigualdades regionais. O Artigo 1º, inciso IV, do Novo Marco Legal de CT&I ainda dá enfoque à descentralização e desconcentração das atividades nos entes subnacionais da federação (Lei nº 13.243, 2016).

O Novo Marco também traz, como princípio estabelecido no Artigo 1º, inciso XII, a adoção de estratégias de gestão, como a simplificação de procedimentos para a gestão de projetos de ciência, tecnologia e inovação, adoção de controle por resultados nas avaliações e utilização de indicadores de desempenho de ambientes promotores de inovação (Lei nº 13.243, 2016).

A evolução do Novo Marco Legal da CT&I, como observa-se no Artigo 2º, inciso XII, destacou que promoções de atividades de extensão científicas e tecnológicas são estratégicas para o desenvolvimento econômico e social, ressaltando, assim, sua dimensão social, visando à difusão de soluções tecnológicas para a sociedade e o mercado (Lei nº 13.243, 2016).

No novo regramento, o incentivo a microempresas e a empresas de pequeno e médio porte foi ampliado através do bônus tecnológico, arranjo que permite a contratação de serviços tecnológicos especializados, a transferência de tecnologia e o compartilhamento de infraestrutura de pesquisa dessas empresas por órgãos e entidades da administração pública, como consta do Artigo 2º, inciso XIII (Lei nº 13.243, 2016).

Um fator que caracteriza o processo evolutivo do Novo Marco Legal de CT&I é o estímulo à construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação com a promoção da interação entre as esferas públicas e privadas, englobando a atividade de inovação nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs). Como consta dos artigos 3º-B, 3º-C e 3º-D, o incentivo também abarca a interação com empresas de grande porte e o fortalecimento dos agentes intermediadores dessa relação na figura das fundações de apoio, na gestão administrativa e financeira (Lei nº 13.243, 2016).

De acordo com o artigo 3º, do Novo Marco Legal da CT&I, as novas regras de operacionalização dessa interação, por contrato ou convênio, permitiram a contrapartida não financeira na utilização dos laboratórios por pessoas físicas voltadas a atividades de pesquisa, e o uso do capital intelectual das ICTs em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (Lei nº 13.243, 2016). O regramento permitiu o compartilhamento dos laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e demais instalações das ICTs públicas com as ICTs privadas, para qualquer tipo de empresa e pessoa física, ampliando o escopo de uso dos laboratórios, de maneira especificada no Artigo 4º (Lei nº 13.243, 2016).

A primeira Seção, do Decreto nº 9.283/2018, que regulamenta o Novo Marco Legal de CT&I, estabeleceu os mecanismos de incentivo à construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação, prevendo que a administração pública direta, autárquica e fundacional, incluídas as agências reguladoras, e as agências de fomento, poderão estimular e apoiar a constituição de alianças estratégicas e o desenvolvimento de projetos de cooperação que envolvam a associação de empresas e Instituições Científicas, Tecnológicas de Inovação públicas e privadas (Decreto nº 9283, 2018).

Conforme estabelecido no Artigo 2º, no Decreto nº 9.283/2018, a nova legislação visa a estimular os ambientes promotores da inovação – espaços que visam a incentivar a inovação e o empreendedorismo e articulam empresas, os diferentes níveis de governo, as ICTs, as agências de fomento e as organizações da sociedade civil. Esses ambientes são categorizados por duas dimensões: a) ecossistemas de inovação; e b) mecanismos de geração de empreendimentos, representados no Quadro 4 (Decreto nº 9.283, 2018).

Quadro 4 - Ambientes promotores da inovação

Ecosistemas de inovação	Mecanismos de geração de empreendimentos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parques científicos e tecnológicos complexo planejado de desenvolvimento empresarial e tecnológico, promotor da cultura de inovação, da competitividade industrial, da capacitação empresarial e da promoção de sinergias em atividades de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de inovação, entre empresas e uma ou mais ICTs, com ou sem vínculo entre si. ▪ Cidades inteligentes locais que estimulam ações criativas tecnológicas e sustentáveis do ponto de vista ambiental, para a solução de problemas promovendo a interação e participação dos cidadãos com as tecnologias proporcionadas por este ambiente. ▪ Distritos de inovação áreas geográficas, dentro das cidades, que oferecem espaços residenciais e comerciais, onde instituições, empresas e clusters de empresas tecnológicas conectam-se com startups, incubadoras e aceleradoras. ▪ Polos tecnológicos ambiente industrial e tecnológico caracterizado pela presença dominante de micro, pequenas e médias empresas com áreas correlatas de atuação em determinado espaço geográfico, com vínculos operacionais com ICT, recursos humanos, laboratórios e equipamentos organizados e com predisposição ao intercâmbio entre os entes envolvidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incubadoras de empresas organização ou estrutura que objetiva estimular ou prestar apoio logístico, gerencial e tecnológico ao empreendedorismo, com o objetivo de facilitar a criação e o desenvolvimento de empresas que tenham como diferencial a realização de atividades voltadas à inovação. ▪ Aceleradoras de negócios modelos de negócios que visam a acelerar o desenvolvimento de empresas mais bem preparadas, originadas de incubadoras através de investimento de capital de risco, em troca de participação societária. ▪ Espaços abertos de trabalho cooperativo espaços equipados e compartilhados de networking de profissionais de diferentes segmentos, onde são oferecidos serviços de internet, atendimento telefônico, recepcionistas bilíngues para atendimento, salas de reuniões e de videoconferência, além de endereço fixo comercial, para correspondência. ▪ Laboratórios de prototipagem ambientes compartilhados para o desenvolvimento integrado, voltados à troca de experiências de pesquisadores e alunos de universidades, com foco na criação de produtos e processos que visam a inovação.

Fonte: elaborado pelo autor, com base no Novo Marco Legal da CT&I.

Os ecossistemas de inovação são espaços que agregam infraestruturas e arranjos institucionais e culturais para atração de empreendedores e captação de recursos financeiros; são formados por parques científicos e tecnológicos, cidades inteligentes, distritos de inovação e polos tecnológicos. Os mecanismos de geração de empreendimentos são espaços promotores de empreendimentos inovadores e de apoio ao desenvolvimento de empresas nascentes de base tecnológica, que buscam a solução de problemas ou desafios sociais e ambientais, e oferecem suporte para transformar ideias em empreendimentos inovadores. Esses empreendimentos, por sua vez, são formados por incubadoras de empresas, aceleradoras de negócios, espaços abertos de trabalho cooperativo e laboratórios abertos de prototipagem de produtos e processos, de maneira disposta pelo Artigo 2º, do Decreto nº 9.283/2018, do Novo Marco Legal da CT&I (Decreto nº 9.283, 2018).

A Seção II, do decreto regulamentador do Novo Marco Legal de CT&I inova no que diz respeito aos pontos relacionados à participação de ICTs públicas, agência de fomentos, empresas públicas e sociedades de economia mista na participação minoritária do capital social de empresas, através de critérios de decisão e governança (Decreto nº 9.283, 2018).

Outra inovação que o Novo Marco Legal da CT&I trouxe, conforme estabelecido na Seção III, do Decreto nº 9.283/2018, foi a possibilidade de órgãos e entidades da União, do

Distrito Federal e dos municípios participarem da criação e governança de entidades gestoras de ambientes promotores de inovação, e concederem recursos para execução de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação às ICTs ou diretamente aos pesquisadores a elas vinculados. E ainda cederem o uso de imóveis, sob o regime de cessão de uso de bem público, para a instalação e a consolidação de ambientes promotores da inovação às entidades privadas, com ou sem fins lucrativos, que atuam na gestão de ambientes promotores da inovação; ou diretamente às empresas e às ICTs interessadas (Decreto nº 9.283, 2018). O Novo Marco Legal da CT&I também alterou leis importantes, representadas e sintetizadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Leis modificadas pelo Novo Marco Legal da CT&I

<p>Lei de Inovação (10.275/04)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorreram alterações significativas na lei para atender aos três novos eixos e princípios de integração, simplificação e descentralização.
<p>Lei de Licitações (8.000/95)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dispensa de licitação para a aquisição ou contratação de produto para pesquisa e desenvolvimento. No caso de obras e serviços de engenharia, o valor limite passa de R\$ 15 mil para R\$ 300 mil.
<p>Lei do Magisterio Federal (12.112/12)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permitiu a professor, inclusive em dedicação exclusiva, ocupar cargo de direção em fundação de apoio e ser, por isso, remunerado.
<p>Lei de importações de bens destinados a pesquisa científica e tecnológica (8.010/90)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permitiu tratamento prioritário e procedimentos simplificados para processos de importação.
<p>Lei das Fundações de Apoio (8.258/94)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permitiu aos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT) se constituírem com personalidade jurídica própria, como entidade privada sem fins lucrativos, inclusive sob a forma de fundação de apoio.
<p>Lei Regime Diferenciado de Contratações Públicas - RDC (12.462/11)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permitiu a adoção do RDC às licitações e contratos necessários à realização das ações em órgãos e entidades dedicados à ciência, à tecnologia e à inovação.
<p>Estatuto do Estrangeiro (8.315/80)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incluiu possibilidade de emissão de visto temporário para pesquisador estrangeiro.
<p>Lei da Contratação Temporária no Serviço Público (8.142/95)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliou a possibilidade de contratação temporária em instituições de CTI para incluir técnicos de nível médio.
<p>Lei sobre a isenção ou redução de impostos de importação (8.052/90)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incluiu a possibilidade de isenção de impostos de importação para projetos de CT&I realizados por empresas ou quando importados diretamente por pesquisadores.

Fonte: elaborado pelo autor, com base no Novo Marco legal da CT&I.

5. Análises e resultados

Os entrevistados do Quadro 6 foram classificados e agrupados pelo 1º nível da área de conhecimento da tabela CAPES. A grande área – 1º nível – é a aglomeração de diversas áreas do conhecimento, em virtude da afinidade de seus objetos, métodos cognitivos e recursos instrumentais refletindo contextos sociopolíticos específicos.

Quadro 6 - Perfil dos entrevistados

Entrevistado	Graduação	Titulação	Linhas de pesquisa e áreas de atuação	Tempo de formação em 2018
CS1 – Ciências da Saúde e Biológicas	Medicina	Doutorado em Clínica Médica	Oncologia Molecular	46 anos
CS2 – Ciências da Saúde e Biológicas	Medicina	Doutorado em Química Biológica	Bioengenharia e Biomateriais	40 anos
CS3 – Ciências da Saúde e Biológicas	Ciências Biológicas	Doutorado em Química Biológica	Bioengenharia e Biomateriais	20 anos
CS4 – Ciências da Saúde e Biológicas	Farmácia	Doutorado em Química Biológica	Biologia molecular e Bioquímica	26 anos
CS5-Ciências da Saúde e Biológicas	Farmácia	Doutorado em Química	Química Forense, Química dos Produtos Naturais,	42 anos
G1 – Gestor	Engenharia Metalúrgica	Doutorado em Engenharia Metalúrgica	Modelagem Computacional Microestrutural de Aços de Alta Resistência	41 anos
G2 – Gestor	Medicina	Doutorado em Ciências Biológicas	Fisiologia Endócrina e Metabologia	29 anos
G3 – Gestor	Engenharia Mecânica	Doutorado em Engenharia Civil	Inovação, Gestão do Conhecimento e Sustentabilidade	41 anos
CET1 – Ciências Exatas e da Terra	Engenharia Eletrônica	Doutorado em Ciência da Computação e Informação.	Engenharia de Redes de Telecomunicações, Televisão Digital Interativa, Smart Grids, Internet das Coisas	26 anos
CET2 – Ciências Exatas e da Terra	Computação	Doutorado em Informática	Computação gráfica, Realidade virtual, Modelagem numérica	22 anos

CET3 – Ciências Exatas e da Terra	Engenharia de Computação	Doutorado em Informática	Engenharia de Redes de Telecomunicações, Televisão Digital Interativa	26 anos
E1- Engenharia	Graduação em Química Industrial e Engenharia Química	Doutorado em Química	Química Analítica Inorgânica, Incrustação Química em produção de petróleo, Biocombustíveis e Biomassa	50 anos
Entrevistado	Graduação	Titulação	Linhas de pesquisa e áreas de atuação	Tempo de formação em 2018
E3 - Engenharia	Engenharia Civil	Doutorado em Engenharia Civil	Energia Renovável do Oceano, Tecnologia Submarina	45 anos
E4 - Engenharia	Engenharia Civil	Doutorado em Engenharia Civil	Modelagem Matemática de Qualidade de Água e Dispersão de Poluentes	45 anos
E5 - Engenharia	Engenharia Elétrica	Doutorado em Engenharia Elétrica	Inteligência Computacional Aplicada a Sistemas de Potência	16 anos

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da Plataforma Lattes.

Os perfis dos entrevistados foram coletados na base de dados da Plataforma do Currículo Lattes do CNPq e validados nas entrevistas. Nos quadros de identificação informou-se a graduação inicial, a titulação atual, a área de pesquisa de atuação e o tempo de formação desde a graduação do entrevistado. A variedade de participantes de diferentes áreas do conhecimento permitiu fazer verificações cruzadas dos relatos em relação às temáticas suscitadas. Estabeleceu-se uma subdivisão em grupos para que se pudesse identificar e comparar as configurações intersubjetivas das diferentes percepções dos entrevistados nos estratos das respostas concedidas.

5.1 Ciências da Saúde e Biológicas.

As indicações dos informantes-chaves confluíram para um grupo de pesquisadores que atuam no campo de pesquisa clínica com trabalhos nas áreas de biologia molecular, bioengenharia, oncologia molecular e avaliação e controle da qualidade físico-química de fármacos, desenvolvendo pesquisas com foco em saúde, farmacologia e biotecnologia.

Os respondentes desse grupo manifestaram fraco conhecimento em relação ao Novo Marco Legal da CT&I. Os entrevistados também relataram sobre a dificuldade de implementação do Novo Marco Legal da CT&I devido às etapas burocráticas de implementação do regimento nas diversas instâncias inferiores da universidade pública gerando um processo lento. Os grandes desafios apontados foram a necessidade dos regimentos se transformarem em relações práticas cotidianas devido a lentidão na mudança

cultural na universidade pública, a falta de divulgação e a ausência de debate sobre o Novo Marco Legal da CT&I na comunidade universitária.

O que se nota com as descrições dos respondentes é que existe um descompasso entre o professor-pesquisador e o mundo das normas universitárias e regramentos que regem as políticas de ciência e tecnologia. A falta de apoio e orientação da esfera administrativa e jurídica da universidade pública aumenta esse abismo. Além disso, as representações cognitivas, ou seja, as impressões influenciadas pelas vivências dos entrevistados sobre normativos institucionais de uma forma geral, e sobre o Novo Marco Legal da CT&I de uma forma específica, reforçam ideias e crenças de que o regramento é apenas um balizador das interações entre universidade e empresa, que precisam ser construídas pela real necessidade de oferta e demanda das ICTs e das empresas.

5.2 Gestores

Neste grupo, as indicações dos informantes-chaves confluíram para um grupo de pesquisadores acadêmicos que atualmente exercem cargo de gestão em posições estratégicas, seja atuando na área de gestão da inovação, na gestão de um órgão setorial da universidade, ou em órgão superior executivo na universidade.

Diferentemente do grupo que atua na área de saúde e biológica, o grupo formado por gestores apresentou maior conhecimento em relação ao novo regramento de política científica, industrial e tecnológica. Entretanto, o grupo de gestores reconhece que a implementação do Novo Marco Legal da CT&I depende de diversos processos de regulamentação nas diferentes instâncias inferiores da universidade pública, para que os incentivos ao empreendedorismo dispostos no regramento se transformem em uma prática cotidiana na vida dos acadêmicos que desejam, de alguma forma, empreender. Os entrevistados ainda disseram que é necessário solucionar a questão das dificuldades operacionais e jurídicas devido às discordâncias e dúvidas dos operadores do direito que lidam com o regramento no seu dia a dia.

O grupo também destacou que o novo regramento é apenas um balizador das práticas empreendedoras na universidade. Isto se deve ao fato de que o empreendedorismo acadêmico é influenciado pela relação de oferta e demanda de conhecimento das ICTs versus empresas. Por isto, os entrevistados relataram que processo de implantação do novo regramento poderá ser longo, visto que é necessária uma mudança cultural efetiva dentro da universidade. Além disso, também é necessário uma equalização de interpretações dos operadores que irão lidar com o regramento no dia a dia na esfera jurídica, cultural e institucional.

5.3 Ciências Exatas e da Terra

Os entrevistados dessa área fazem parte de um grupo de pesquisadores que atuam no campo de tecnologia de informação e comunicação e possuem projetos na área de comunicação de dados multimídia, com ênfase nas linhas de redes sem fio, engenharia de redes de telecomunicações, televisão digital interativa, telemedicina, sistemas de hipermídia digitais e protocolos de streaming. Os entrevistados desse grupo também realizam pesquisas em sistemas de apoio à decisão, diagnóstico de doenças associadas ao envelhecimento e jogos eletrônicos como mecanismos de inclusão e melhoria da qualidade de vida.

Todos os respondentes destacaram a importância do Novo Marco Legal da CT&I para o amparo e proteção da atuação do pesquisador. Os entrevistados demonstraram conhecimento do regramento e ressaltaram a importância da segurança jurídica proporcionada. Além disso, os entrevistados deram destaque à permissão para o professor universitário com dedicação

exclusiva exercer atividade remunerada de pesquisa, desenvolvimento e inovação em ICT ou em empresas.

Entretanto, estes respondentes declaram que estão em uma fase de aprendizado em relação às diretrizes do Novo Marco Legal da CT&I, e que há uma maior necessidade de divulgação para as empresas com o intuito de concretização de parcerias. Um dos entrevistados também declarou a importância do incentivo a criação de mecanismos de geração de empreendimentos, como espaços abertos de trabalho cooperativo para desenvolvimento de ideias com alunos e a criação de empresas: Diferentemente do Grupo 1 – Ciências da Saúde e Biológica, esse grupo já tem um maior entendimento do marco legal e suas possibilidades de uso. Geralmente, as áreas de engenharia e computação possuem maior integração com empresas. O marco legal surgiu para reduzir esse hiato entre universidade e indústria. Conseqüentemente, nota-se uma maior adesão aos incentivos do novo regramento por esses respondentes.

5.4 Engenharia

Os entrevistados dessa área são oriundos de um grupo de pesquisadores que atuam no campo de pesquisa de engenharia de uma instituição que possui um forte histórico de interação com empresas e órgãos governamentais. Estes respondentes atuam nas áreas de tecnologia submarina, energia renovável, tecnologia química de materiais, modelagem numérica de processos físico-químico-biológicos e gestão de políticas de ciência e tecnologia.

A percepção dos respondentes é que o Novo Marco Legal da CT&I pode ser um facilitador do trabalho do empreendedor acadêmico e veio para esclarecer diversas dúvidas em questão à integração universidade/empresa, mas ainda precisa ser validado na prática cotidiana. Estes indivíduos consideram que o marco possui um alto potencial de conflito jurídico, e possui fraca adesão dos setores de gestão e controle das universidades. Os trechos destacados abaixo evidenciam essa questão.

Apesar disso, encaram o novo regramento de uma forma positiva, destacando diversos fatores benéficos ao pesquisador. Dentre os fatos citados, os respondentes evidenciaram a desburocratização na prestação de contas de projetos, que evita que o pesquisador fique focado em questões administrativas. Também destacaram como fator positivo a flexibilização da carga horária do pesquisador para dedicação em projetos de PD&I com empresas, possibilitando, assim, uma melhor integração universidade/empresa.

5.5 Diferenças e semelhanças entre os grupos pesquisados

O Quadro 7 apresenta uma síntese das análises efetuadas dos grupos pesquisados. As dimensões sintetizadas das análises foram estruturadas de forma a facilitar a compreensão do fenômeno examinado.

Quadro 7 - Diferenças e semelhanças entre os grupos pesquisados

	(Grupo 1) Ciências da Saúde e Biológicas	(Grupo 2) Gestores Acadêmicos	(Grupo 3) Ciências Exatas e da Terra	(Grupo 4) Engenharia
Marco Legal da CT&I	Conhecimento fraco e desconfiança	Conhecimento moderado e desconfiança	Conhecimento moderado e desconfiança	Conhecimento moderado e desconfiança

Fonte: elaborado pelo autor

Verificou-se, na pesquisa, que o Grupo 1 – Ciências da Saúde e Biológicas demonstrou um conhecimento fraco em relação ao Novo Marco Legal da CT&I e certa desconfiança em relação aos resultados operacionais do regramento no dia a dia por causa dos possíveis embates com os órgãos de controle.

Diferentemente do grupo anterior, os entrevistados do Grupo 2 – Gestores Acadêmicos, pesquisadores que atuam na área de gestão, demonstraram conhecimento moderado do Novo Marco Legal da CT&I. Entretanto, eles apresentaram ressalvas à operacionalização do regramento da mesma forma que o grupo anterior.

No Grupo 3 – Ciências Exatas e da Terra, apesar dos respondentes terem um conhecimento moderado do Novo Marco Legal da CT&I, considerando-o como positivo para o incremento da interação entre a universidade e a indústria, acreditam que o regramento é alvo de dúvidas e incertezas.

Por último, o Grupo 4 – Engenharia, em relação ao Novo Marco Legal da CT&I, apesar dos entrevistados reconhecerem o avanço da lei, acreditam que somente as ações práticas derivadas da operacionalização do arcabouço legal no decorrer do tempo poderão comprovar sua efetividade.

6 Conclusões

O embate entre o universo jurídico e o universo acadêmico exteriorizou-se em diversas falas, perpassando todos os grupos estudados. Expressões como “insegurança jurídica”, “mecanismos de controle”, “procuradores” e “reitoria” aparecem diversas vezes como termos representativos e enunciadores de uma oposição ao empreendedorismo e às práticas inovativas dentro da universidade pública. Alguns grupos evidenciam essas barreiras de forma mais tênue, enquanto outros dão maior ênfase.

Neste novo arranjo, resta também saber se: as ICTs públicas e privadas, que possuem em seu objetivo social ou estatutário a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico, irão, de alguma forma, sobrepor a figura da universidade como um ambiente promotor de pesquisa e inovação. Cabe-se, então, questionar se o pilar pesquisa, do tripé ensino, pesquisa e extensão da universidade, perderá sua importância no decorrer do tempo para a relevância dada às ICTs e como essas serão formadas, possibilitando a criação de ilhas de excelência dentro do sistema universitário com acesso a alguns grupos.

7 Referências

- Biernacki, P., & Waldorf, D. (1981). Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. *Sociological methods & research*, 10(2), 141-163. doi.org/10.1177/004912418101000205
- Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm.
- Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, nos termos da Emenda Constitucional no 85, de 26 de fevereiro de 2015. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm.
- Decreto nº 9283, de 7 de fevereiro de 2018. Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, para estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente

- produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm.
- Bozeman, B., & Link, A. N. (2015). Toward an assessment of impacts from US technology and innovation policies. *Science & Public Policy*, 42(3), 369-376. Recuperado de https://ideas.repec.org/p/ris/uncgce/2014_005.html
- ANALYTICS, C. (2018). *Research in Brazil: a report for CAPES by Clarivate Analytics*. 2018.
- Creswell, J. W. (2014). *Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa-: Escolhendo entre Cinco Abordagens*. Penso Editora.
- Etzkowitz, H. (2009). Hélice. Universidade-indústria-governo: inovação em movimento. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- 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. [doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00069-4)
- Metcalf, J. S. (1997). Science policy and technology policy in a competitive economy. *International Journal of Social Economics*, 24(7/8/9), 723-740.
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC. (2016). *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - ENCTI 2016- 2022*. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Brasília, DF.
- Sharif, N. (2006). Emergence and development of the National Innovation Systems concept. *Research policy*, 35(5), 745-766.
- Somekh, B; & Lewin, C (Eds.) (2005). *Teoria e métodos de pesquisa social*. Petrópolis: Vozes, 2015.
- Ranga, M., & Etzkowitz, H. (2013). Triple Helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the Knowledge Society. *Industry and higher education*, 27(4), 237-262. doi.org/10.5367/ihe.2013.0165

La contribución del gasto de I+D al crecimiento económico por tipo de economías: un análisis de datos de panel dinámico

Marcos Sánchez Calderón

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Departamento de Seguridad y Defensa, Ecuador

mgsanchez7@espe.edu.ec

M^a Covadonga de la Iglesia Villasol

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I, España

civ@ccee.ucm.es

Resumen

En este estudio se examina los efectos sobre el crecimiento económico de los gastos de investigación y desarrollo tecnológico (I+D), tanto en forma total como diferenciada por la naturaleza del financiamiento en los sectores empresarial, gobierno y educación superior. Se utilizó un panel de datos de corte transversal y series de tiempo, durante el período 1980-2015, para una muestra de 27 países, agrupados según el nivel de ingreso en economías desarrolladas, emergentes y en desarrollo. Para proporcionar una caracterización dinámica a corto y largo plazo se emplea el enfoque del modelo autoregresivo de rezagos distribuidos que utiliza el estimador Pooled Mean Group desarrollado por Pesaran, Shin y Smith (1999). El resultado revela que el gasto de I+D empresarial es muy superior a los realizados por otros sectores y tiene un impacto positivo en el crecimiento económico de los países desarrollados, los países emergentes han logrado diversificar las actividades innovadoras empresariales, de gobierno y de educación superior, generando una asociación positiva entre la investigación tecnológica y crecimiento económico, mientras que la escasa inversión que realizan las economías en desarrollo evita que exista un dinamismo científico y en consecuencia no se muestra relevante para impulsar su crecimiento económico. Finalmente se aprecia que el gasto de I+D tiene diferentes efectos a corto y largo plazo sobre el crecimiento dependiendo de la fuente de financiamiento.

Palabras clave

I+D, crecimiento económico, PMG, desarrollados, emergentes, en desarrollo.

1. Introducción

El crecimiento económico es un factor clave para luchar contra la pobreza, permite reducir el efecto de la escasez y disfrutar de más bienes y servicios, por este y otros motivos, ha sido, es, y será un tema de estudio frecuente. Para Destinobles (2005) los resultados de las investigaciones sobre este tema deben ser considerados como parciales, complementarios y evolutivos, ya que contribuyen a explicar un tema tan complejo como es el identificar de los diferentes factores que participan en el proceso de crecimiento de una economía.

Para encauzar el rumbo a seguir en la presente investigación es necesario realizar una breve reseña histórica. La evolución del conocimiento se relaciona con el crecimiento económico, en la revolución industrial de mediados del siglo XIX es donde surgen los primeros aportes teóricos sobre crecimiento económico, principalmente de los denominados economistas clásicos (estudian las fuentes del crecimiento de la riqueza de las naciones a

largo plazo) de aquella época como Smith, Ricardo y Maltus; ya en el siglo XX, según comenta Cuadrado (2001), surgen nuevos aportes de célebres economistas como Schumpeter (1911), Ramsey (1928), Young (1928) y Knight (1944) que han contribuido significativamente al conocimiento de las relaciones entre el crecimiento y el progreso tecnológico. El hecho más relevante se presenta a mediados del siglo XX cuando el análisis del crecimiento experimenta un nuevo impulso mediante la premiada publicación de Solow (obtuvo el Nobel de Economía en 1987), que sería desarrollada paralelamente por Swan en 1956.

El modelo de crecimiento de Solow y Swan, como se le conoce, suele tomarse de referencia para analizar el crecimiento moderno por parte de los economistas keynesianos (estudian las acciones del estado para promover la estabilidad a corto plazo) y neoclásicos (estudian que es posible el crecimiento económico con pleno empleo y estabilidad.). Básicamente resalta el tratamiento de la tecnología y aporta con el análisis de los siguientes elementos:

Introduce una función de producción con rendimientos constantes a escala y decrecientes para cada uno de los factores productivos, junto al supuesto de mercados perfectamente competitivos, lo cual conduce a la economía a una situación de equilibrio sostenido a largo plazo con pleno empleo (Galindo, 2011, pág. 5).

Sin embargo, por la década de los ochentas del siglo pasado, muchos economistas e investigadores manifestaban cierto rechazo al modelo de Solow y Swan, argumentando principalmente que el análisis económico no explica cómo se producen las mejoras en la tecnología, y que debido al supuesto de rendimientos decrecientes, el crecimiento a largo plazo debido a la acumulación de capital era insostenible, alcanzando un punto donde el crecimiento se detiene. Surge así la idea de un progreso tecnológico endógeno que explique cómo se producen los cambios tecnológicos; en estos nuevos modelos se enfatiza el aporte que tienen el desarrollo del capital humano, la innovación, y la iniciativa empresarial. Según Hernández (2006), los representantes de esta visión son: Romer (1986,1989), Aghion y Howit (1998), Lucas (1988), Nelson y Phelps (1966), Barro (1990) y Grossam y Helpman (1991), entre otros.

Como respuesta a las nuevas tendencias de investigaciones teóricas que utilizaban modelos de crecimiento endógeno, aparece el modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992), conocido como modelo ampliado de Solow o modelo MRW, donde se establece el supuesto de que la tecnología crece de forma exógena. Con éste modelo MRW resurgió del modelo de crecimiento neoclásico en la década de los noventas del siglo XX, y actualmente es reconocido como uno de los modelos de crecimiento empíricos más notables que permite explicar analíticamente los hechos estilizados del crecimiento de una economía y su convergencia. Ha generado una amplia literatura que ha utilizado la tecnología como variable motriz de los estudios de crecimiento a largo plazo, si bien no ha estado ausente de críticas, señalando por parte de numerosos investigadores la necesidad de ahondar en los aspectos dinámicos y en los determinantes de la eficiencia técnica, así como en las características inobservables de cada país, recogidas a través de los efectos fijos (Alvarez, 2007).

Como se aprecia, existe un amplio panorama teórico y cada aporte tiene su transcendencia en el estudio del crecimiento económico. Para los efectos que en este estudio interesan, se toma de referencia el modelo propuesto por Bassanini y Scarpetta (2001) con el propósito de identificar posibles vínculos a largo plazo entre el crecimiento económico y las variables que representan la acumulación de capital en sentido amplio (físico y humano), el crecimiento demográfico, la educación, y las políticas e instituciones, especialmente el

gasto de investigación científica y desarrollo tecnológico (en adelante I+D). El gasto de I+D puede traducirse en nuevas tecnologías, una absorción más rápida de las existentes y formas más eficientes de utilizar los recursos disponibles de capital físico y humano, y por tanto que un mayor gasto de I+D podría aumentar de forma permanente el crecimiento económico.

El enfoque metodológico consiste en aplicar el estimador econométrico Pooled Meand Group, desarrollado por Pesaran, Shin, y Smith (1999), que puede resumirse como un modelo de corrección de errores que utiliza un panel de datos de corte transversal y series de tiempo, según Loayza y Ranciere (2005) los efectos a corto y largo plazo se estiman conjuntamente a partir de un modelo autoregresivo de rezagos distribuidos y donde se permite que los efectos a corto plazo varíen entre países. Los resultados son considerados relevantes al superar la endogénesis y validar las pruebas estadísticas entre las variables.

La principal fuente de información es la base de datos CANA elaborada en la Universidad Complutense de Madrid (Castellacci & Natera, 2011) y complementada con información estadística del Banco Mundial, del Instituto de Estadísticas de la UNESCO, y de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana. La muestra utilizada está compuesta por 27 países, clasificada en tres grupos de economías: desarrolladas, emergentes y en desarrollo; el periodo que abarca va desde 1980 hasta 2015.

El esquema del artículo está compuesto de los siguientes apartados: en primer lugar se ofrece una breve revisión de la literatura empírica a manera de introducción; en el segundo apartado se describe el modelo de crecimiento y la especificación econométrica; en el tercer apartado describe la base de datos, las variables empleadas y se muestra el resultado de las estimaciones, para finalizar se presenta las conclusiones y reflexiones finales.

2. Método de estimación y modelo econométrico

- El modelo de crecimiento aumentado con políticas e instituciones

El marco subyacente del enfoque empírico es el Modelo de Mankiw, Romer y Weil (modelo MRW), que aparece en 1992, y en su especificación general considera una economía cerrada, utiliza como factores productivos el capital físico, la fuerza de trabajo y el capital humano, asume que la economía está dotada de una tecnología, y lo modela con una función de producción tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala (Brida & Gastón, 2016).

Posteriores estudios como los de Bassanini y Scarpetta (2001), Arnold (2008) y Boulhol *et al.* (2008) toman de referencia este modelo y pretenden identificar los efectos que tiene las políticas e instituciones en el crecimiento económico mediante un enfoque de panel. Es de especial interés medir la influencia que puede tener el Gasto de I+D en el crecimiento. La I+D comprenden el trabajo creativo (desarrollo de procesos y productos e investigación básica y aplicada) realizado de forma sistemática con el objetivo de generar nuevas aplicaciones y aumentar el acervo de conocimientos (OECD, 2002). Según Nkwoma (2014) en las últimas décadas han surgido innumerables investigaciones que consideran a la I+D como uno de los principales factores que contribuyen al crecimiento de las empresas individuales y, en consecuencia, a la mejora de la economía. Bouis *et al.* (2011) comentan que en varios documentos de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) se confirma que los gastos de I+D tienen un efecto positivo significativo en los niveles de PIB per cápita (PIBpc) a largo plazo.

No hay duda que la investigación y el progreso tecnológico han contribuido

significativamente en el crecimiento económico de las naciones, y al ser considerado un proceso acumulativo su medición dependerá de la finalidad que se persigue:

Para conocer el nivel de crecimiento económico en el corto plazo, el indicador más utilizado es la tasa de aumento de la producción (PIB; en términos reales) con respecto al año anterior. Sin embargo, para conocer el grado de desarrollo económico de un país, lo cual se materializa en el largo plazo, el indicador más apropiado es la evolución de la renta por persona. (Cuadrado, 2001, pág. 233)

Como se aprecia, medir el efecto que tiene el tiempo en el crecimiento representa un reto, debido principalmente a dos hechos que deben ser tratados estadísticamente: *el primero*, es la necesidad de separar y estimar los efectos a corto y largo plazo sin necesidad de descomponer directamente los componentes tendenciales y cíclicos del crecimiento y las demás variables explicativas; y *el segundo*, se espera que las relaciones a largo plazo sean más homogéneas entre los países (es razonable pensar que los estados considerados económicamente desarrollados y emergentes comparten parámetros similares, como acceso a tecnología, productividad del trabajo, comercio intrarregional e inversión extranjera directa, que facilitan una ampliación de la frontera de posibilidades de producción, mientras que este supuesto se cumple parcialmente o no se cumple en algunos países clasificados como en desarrollo), y de manera simultánea la heterogeneidad de los países sea particularmente relevante en las relaciones a corto plazo (específicamente los países en desarrollo son más vulnerables en grados muy diferentes a las crisis financieras, desocupación y subocupación masiva, comercio exterior desfavorable, perturbaciones internas y externas, entre otras).

En la parametrización de los vínculos entre variables y la estimación dinámica a largo y corto plazo, se hace necesario examinar principalmente la presencia de variables integradas, y si existen relaciones de cointegración entre ellas. Para Díaz (2012) las principales características que tienen las variables cointegradas es su respuesta a cualquier desviación en el logro del equilibrio a largo plazo, a la vez que se evitan las regresiones espurias, y los problemas inferenciales por el uso de series no estacionarias.

Para probar la presencia de relaciones a largo plazo entre series de tiempo económicas se utiliza, cada vez con más frecuencia, modelos de regresión del tipo autoregresivo de rezagos distribuidos (ARDL), un modelo es autorregresivo en el sentido de que y_t se explica (en parte) por los valores rezagados de sí mismo.

Ahora bien, se puede obtener una ecuación más sencilla de interpretar, generando el término de corrección de error, y combinando variables en diferencias y combinaciones lineales de niveles de las series que son estacionarias, a este modelo se lo ha denominado mecanismo de corrección de errores (MCE) de Engle y Granger (Gujarati & Porter, 2010). La especificación del tipo MCE tiene varias ventajas: 1) la multicolinealidad tiende a ser menor por cuanto la correlación lineal entre las variables en diferencias y las en niveles es baja, permitiendo una estimación más precisa de los parámetros; y 2) puede captar más fácilmente la información dinámica contenida en los datos de series de tiempo económicas, al incluir diferencias de todas las variables de corto plazo.

Por estas consideraciones, el enfoque adoptado se asienta en el Modelo de Crecimiento Aumentado con Políticas e Instituciones de Bassanini y Scarpetta, que permite analizar los vínculos a corto y largo plazo entre el PIBpc y las variables que representan la acumulación de capital físico, capital humano, crecimiento demográfico, y políticas e instituciones; los autores recomiendan que en cualquier análisis cuantitativo del crecimiento

se debe considerar a las actividades de I+D como una forma adicional de inversión y diferenciar entre los distintos tipos de gastos de I+D. Esta metodología se considera aceptable estadísticamente si cumple dos requisitos: el primero, que exista una relación a largo plazo entre las variables de interés; y el segundo, que la especificación dinámica del modelo permita ser aumentado lo suficiente para que los regresores sean estrictamente exógenas y los residuales resultantes estén en serie no correlacionados (Loayza & Ranciere, 2005).

La expresión algebraica básica, en la forma de corrección de errores, se puede escribir de la siguiente manera:

$$\Delta \ln y_{i,t} = a_{0,i} - \phi_i \ln y_{i,t-1} + a_{1,i} \ln sk_{i,t} + a_{2,i} \ln h_{i,t} - a_{3,i} \ln n_{i,t} + \sum_{j=4}^m a_{j,i} \ln V_{i,t}^j + a_{m+1,i} t + b_{1,i} \Delta \ln sk_{i,t} + b_{2,i} \Delta \ln h_{i,t} + b_{3,i} \Delta \ln n_{i,t} + \sum_{j=4}^m b_{j,i} \Delta \ln V_{i,t}^j + \epsilon_{i,t} \quad [1]$$

donde i denota países y t es una tendencia en el tiempo, y representa el crecimiento de la producción per cápita; ϕ es la velocidad de ajuste; sk es la propensión a la acumulación de capital físico; h es el stock de capital humano; n es el crecimiento demográfico; $a_{0,i}$ es el efecto fijo por país; y , V^j es un vector de variables influenciadas por las políticas públicas y las instituciones que, para este caso en particular, se refieren a las actividades innovadoras. A continuación, se añaden los b -regresores que capturan la dinámica a corto plazo, y es el término de error habitual. Las variables están especificadas en logaritmos naturales.

La contribución que se pretende realizar a la literatura existente de I+D se enfoca en examinar, cómo las economías desarrolladas, emergentes y en desarrollo difieren en el crecimiento debido al gasto de I+D, y cuál es el comportamiento dinámico a corto y largo plazo de las variables.

- Especificación econométrica del modelo

En los últimos años, debido a los avances tecnológicos en el tratamiento de la información se dispone de datos con mayor frecuencia, este hecho ha contribuido para que las investigaciones sobre modelos dinámicos se centren en paneles donde N y T son grandes en ambos casos.

Para estimar estos modelos se han desarrollado diversos métodos econométricos, como los denominados: Dynamic Fixed Effect (DFE), que utiliza promedios a largo plazo durante muchos años o décadas, esto implica una pérdida significativa de información y dificulta la explicación de la heterogeneidad no observada de los países; Mean Group (MG), propuesto por Pesaran y Smith(1995), usa promedios a corto plazo (quinquenales) para encontrar influencias cíclicas, se ha cuestionado su efectividad dada la falta de sincronidad de los ciclos económicos entre países; y Pooled Mean Group (PMG), fue introducido por Pesaran et al. en 1999, y se lo considera como un estimador intermedio, es particularmente útil cuando el largo plazo viene dado por condiciones que se espera sean homogéneas entre países (igual que el estimador DFE), mientras que el corto plazo depende de las características del país (igual que el estimador MG) (Arnold, 2008).

La metodología PMG ofrece el mejor compromiso disponible en la búsqueda de consistencia y eficiencia sobre otros estimadores de corrección de errores de panel. Según Pesaran et al. (1999), el estimador PMG restringe los coeficientes de largo plazo para que sean iguales en todos los países, esta agrupación entre los países provoca estimaciones eficientes y consistentes cuando las restricciones son ciertas, caso contrario, si el modelo es verdaderamente heterogéneo, las estimaciones de PMG son inconsistentes (el estimador MG proporciona estimaciones consistentes en cualquier caso pero menos eficiente que el estimador PMG). A corto plazo el estimador PMG también genera estimaciones consistentes

de la media de los coeficientes entre países, calculando el promedio simple de los coeficientes individuales de cada país (siempre que la dimensión transversal sea grande).

El proceso que sigue el estimador PMG, de manera formal, es el siguiente: en primer lugar, los coeficientes de la pendiente a largo plazo se estiman de manera conjunta para todos los países a través de un procedimiento de máxima verosimilitud, lo que permite probar si existe una condición de homogeneidad a largo plazo; y en segundo lugar, se pretende demostrar la existencia de una heterogeneidad sin restricciones a corto plazo, la estimación de las intersecciones, las varianzas de error, y los coeficientes a corto plazo (incluyendo la velocidad de ajuste) se realizan tomando promedios simples de los coeficientes país por país, también a través de máxima verosimilitud y utilizando las estimaciones de los coeficientes de la pendiente a largo plazo previamente obtenidos (Loayza & Ranciere, 2005).

Al aplicar el estimador econométrico PMG a la ecuación [1] se obtiene la versión restringida para proporcionar una caracterización dinámica a corto y largo plazo de los efectos de las diferentes variables sobre el crecimiento de los países:

$$\Delta \ln y_{i,t} = -\phi_i \{ \ln y_{i,t-1} - \theta_1 \ln sk_{i,t} - \theta_2 \ln h_{i,t} + \theta_3 \ln n_{i,t} - \sum_{j=4}^m \theta_j \ln V_{i,t}^j - a_{m+1} t_i - \theta_{0,i} + b_{1,i} \Delta \ln sk_{i,t} + b_{2,i} \Delta \ln sh_{i,t} + b_{3,i} \Delta \ln ni_{i,t} + j = 4 m b_{j,i} \Delta \ln V_{i,t}^j + \epsilon_{i,t} \quad [2]$$

de manera similar se tiene que y representa la evolución con relación al tiempo del PIBpc, en la primera parte de la expresión se obtiene el comportamiento a largo plazo, y va a depender de su nivel inicial, de la acumulación del capital físico, del stock de capital humano, del crecimiento demográfico y un conjunto de factores normativos e institucionales, que en este caso, representan las actividades innovadoras; la hipótesis a largo plazo permite identificar directamente los parámetros que afectan la dinámica de transición al estado de equilibrio, denotada por los coeficientes estimados $\theta_s = a_{s,i}/\phi_i$; mientras que en la segunda parte de la expresión, se añade los b-regresores que personifican los componentes cíclicos a corto plazo.

Al emplear el enfoque del modelo ARDL en la ecuación de crecimiento, los regresores a largo plazo pueden ser aumentados (rezagos), se calcula diferencias en los regresores a corto plazo para controlar los componentes cíclicos causados por las variaciones interanuales de la producción, y se mantiene un sólo factor de convergencia (la variable dependiente rezagada en niveles), esto garantiza que el residuo del modelo

de corrección de errores sea exógeno y no esté serialmente correlacionado (Loayza & Ranciere, 2005).

La muestra seleccionada tiene dimensiones de series temporales, $T=35$, y corte transversal, $N=27$; se considera que T es lo suficientemente grande como para que cada país pueda estimarse por separado y así cumplir las exigencias del modelo.

Para la validación de la metodología PMG se debe cumplir al menos tres condiciones de especificación: la primera se refiere a la existencia de una relación a largo plazo (estabilidad dinámica) y tiene que ver con la estacionariedad de los residuos, el test aumentado de Dickey-Fuller (DFA) de raíz unitaria para datos de panel y las pruebas de cointegración del panel propuestas por Pedroni (1999) permiten comprobarlo (Bangake & Eggoh, 2012); la segunda tiene que ver con la existencia de una condición estadística de homogeneidad, el test de Hausman permite comprobarlo mediante la comparación de las estimaciones de los estimadores MG y PMG, la matriz de varianza-covarianza de los dos estimadores es la misma, bajo la hipótesis nula de homogeneidad el estimador más eficiente (es decir, el PMG) debe ser utilizado si no se rechaza el valor nulo; y la tercera se refiere a conciliar el comportamiento de corto plazo de variables económicas con su comportamiento de largo plazo, se exige que el coeficiente del término de corrección de errores sea negativo

(bajo el supuesto de que las variables muestran un retorno hacia un equilibrio de largo plazo) y no inferior a -2 (es decir, dentro del círculo unitario) (Loayza & Ranciere, 2005).

3. Datos y resultados

En esta sección se presentan los datos y resultados de las pruebas de raíces unitarias y cointegración en panel, así como las estimaciones obtenidas al aplicar el modelo de la ecuación [2].

- Datos

La base de datos que se utiliza se ha construido considerando como unidad de análisis cada país y se refiere al período 1980-2015. La principal fuente de información es la base de datos CANA, elaborada en la Universidad Complutense de Madrid por Castellacci y Natera (2011), complementada con estadísticas del Banco Mundial, del UIS (Instituto de Estadísticas de la UNESCO), y de la RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana). La muestra consta de 27 países clasificados en tres tipos de economías: desarrolladas (los países más industrializados del planeta, denominados G8); emergentes (países con enormes potencialidades de desarrollo económico, más conocidos como BRICS); y en desarrollo (países pertenecientes al Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA) considerados como economías en ascenso). Ver Figura 1.

Ver el Apéndice I para la lista de los países incluidos en la muestra, el Apéndice II para las definiciones y las fuentes de todas las variables utilizadas en el panel, y el Apéndice III por sus estadísticas descriptivas.

Figura 1. Grupos de países



Fuente: Elaboración propia.

Las variables determinantes del crecimiento económico se describen a continuación y se han definido en logaritmos naturales para facilitar su comparación y capturar los cambios proporcionales:

- Variable dependiente ($\Delta \ln Y$).- Crecimiento del PIB per cápita de la población entre 15 y 64

- años expresado en 2010 paridades de poder adquisitivo (PPA).
- Variable de Convergencia ($\ln Y_{-1}$).- PIB per cápita rezagado de la población entre 15 y 64 años en 2010 PPA.
- Acumulación de capital físico ($\ln Sk$).- Propensión a la acumulación de capital físico, se aproxima por la formación bruta de capital fijo respecto del PIB.
- Stock de capital humano ($\ln h$).- Promedio de años de escolarización de la población mayor de 14 años.
- Crecimiento de la población ($\Delta \ln P$).- Crecimiento de la población activa.

Las variables relacionadas con las políticas de investigación y desarrollo incluidas en las estimaciones de crecimiento fueron las siguientes:

- Solicitudes de patentes ($\ln pat$).- Solicitudes de patente mundiales presentadas a través del procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes o ante una oficina nacional de patentes para obtener derechos exclusivos sobre una invención.
- Artículos de revistas científicas y técnicas ($\ln art$).- Número de artículos científicos y de ingeniería publicados en los siguientes campos: física, biología, química, matemáticas, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias de la tierra y del espacio por habitante (población activa).
- Exportaciones de alta tecnología ($\ln ext$) (% de las exportaciones de productos manufacturados).- Exportaciones de productos de alta intensidad de I+D, como en el sector aeroespacial, informático, farmacéutico, instrumental científico y maquinaria eléctrica.
- Medidas de intensidad de I+D ($\ln ID$).- Esta representada por el gasto de investigación científica y desarrollo tecnológico como porcentaje del PIB; para medir el efecto de los distintos tipos de gastos de I+D se ha diferenciado entre el gasto financiado por el sector empresarial ($\ln IDemp$), el gasto del gobierno ($\ln IDgob$), y el gasto del sector educación superior ($\ln IDeds$).

- Pruebas estadísticas

A continuación se presentan los resultados de la prueba de Cointegración para el modelo [2], en la Tabla 1 se muestra los resultados de la prueba para panel heterogéneo de Cointegración de Pedroni (1999), básicamente luego de demostrar que las series son $I(0)$ o $I(1)$ se realiza el contraste de cointegración (toma los residuos de la regresión estimada por FMOLS (Mínimos Cuadrados Completamente Modificados)) con el fin de encontrar evidencia sobre la existencia de una relación a largo plazo entre las variables. (Robledo, 2012). Pedroni ha propuesto siete estadísticas diferentes para probar cointegración en los datos del panel.

Los resultados sugieren, por mayoría, que se rechaza la hipótesis nula de No Cointegración al 1% de significancia, a favor de la existencia de un vínculo cointegrador entre las variables, tanto en las estimaciones donde se incluyó la variable Gasto de I+D (Tabla 1.a) como en aquellas donde se diferencia el Gasto de I+D por sectores (Tabla 1.b).

Tabla 1. Prueba de Cointegración de Pedroni

a. Estimaciones incluida la variable Gasto I+D			
No. de paneles unitarios:	8	5	14
No. de observaciones:	288	180	504
Regresores:	7	7	7

Pruebas estadísticas	G8		BRICS		SELA	
	Grupo		Panel	Grupo	Panel	Panel Grupo
v	-0,733		-0,193		-0,137	
rho	0,184	0,969	-0,114	0,540	-0,182	0,928
t	-3,790	-3,936	-3,271	-3,280	-6,957	-7,329
adf	-1,304	-1,063	-2,912	-2,661	-4,344	-4,653

b. Estimaciones diferenciando el Gasto I+D por sectores

No. de paneles unitarios:	8	5	14
No. de observaciones:	288	180	504
Regresores:	6	6	6

Pruebas estadísticas	G8		BRICS		SELA	
	Panel	Grupo	Panel	Grupo	Panel	Grupo
v	0,629		-0,185		-0,450	
rho	-0,564	-0,029	0,025	0,672	-4,423	0,515
t	-5,124	-6,221	-3,897	-4,121	-7,365	-8,206
adf	-4,195	-4,997	-3,754	-3,824	-5,916	-5,738

Nota: Todas las estadísticas de la prueba se distribuyen $N(0,1)$ bajo un valor sin cointegración, y divergen al infinito negativo (excepto en el panel v).

Fuente: Elaboración propia.

Adicional, se realiza la prueba DFA de Raíz Unitaria, la que mediante una regresión de cointegración se pretende demostrar si existe una relación a largo plazo. Primero se calcula los residuos por MOC para verificar su estacionariedad, el estadístico de autocorrelación Durbin-Watson que se genera debe encontrarse dentro del intervalo 1,85 - 2,15 para que tenga validez y seguir con la prueba, a continuación se analiza el contraste del estadístico DFA mediante las Tablas de Valores Críticos propuestos por McKinnon (2010), de esta forma se valida la hipótesis nula que los residuos tienen raíz unitaria.

La Tabla 2 presenta los resultados del estadístico Durbin-Watson, en todas las estimaciones se cumple la condición de estar comprendido entre 1,85 – 2,15, por lo tanto, se afirma que no existe autocorrelación. Así mismo, el estadístico DFA rechaza la hipótesis nula al 5% de significancia, concluyendo que las series no presentan raíz unitaria.

El principal supuesto del estimador PMG, la hipótesis de homogeneidad de los coeficientes de largo plazo se contrasta explícitamente con la prueba de Hausman, la que determina el estimador más apropiado, ya sea PMG o MG. La Tabla 3 muestra los resultados de la prueba y los correspondientes p-valores; las economías *G8* y *SELA* (excepto cuando se diferencia la I+D) muestran probabilidades $> 0,05$, la hipótesis nula de homogeneidad conjunta no puede ser rechazada, por lo tanto, el modelo soporta el estimador PMG, mientras que para las economías *BRICS* se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad, se prefiere el estimador MG sobre el PMG, el estimador MG proporcionará una estimación consistente de la media de coeficientes a largo plazo en todos los países, esto es comprensible debido a las características particulares (inversión extranjera, población, nivel educativo y desarrollo tecnológico) de estos países.

Tabla 2. Prueba Aumentada Dickey-Fuller de Raíz Unitaria

a. Estimaciones incluida la variable Gasto I+D

Ecuación de prueba Aumentada Dickey-Fuller			
Variable dependiente:	D(RESID)		D(RESID)
Método:	Mínimos cuadrados		Mínimos cuadrados
Muestra (ajustada):	4288	G8	4180 BRICS
Incluyó observaciones (después de los ajustes):	285		177
Estadístico Durbin-Watson ¹ :	2,012		2,05
Variable independiente:	RESID(-1)		RESID(-1)
Probabilidad:	0,000		0,000
Estadística de prueba Aumentada			
Dickey-Fuller ² :	-11,051		-6,761
Valor crítico (MacKinnon 2010) ³ :	-5,46		-5,46
Hipótesis Nula: RESID tiene raíz unitaria	Rechaza		Rechaza

b. Estimaciones diferenciando el Gasto I+D por sectores

Ecuación de prueba Aumentada Dickey-Fuller			
Variable dependiente:	D(RESID)		D(RESID)
Método:	Mínimos cuadrados		Mínimos cuadrados
Muestra (ajustada):	2288	G8	4180 BRICS
Incluyó observaciones (después de los ajustes):	287		177
Estadístico Durbin-Watson ¹ :	2,005		2,093
Variable independiente:	RESID(-1)		RESID(-1)
Probabilidad:	0,000		0,000
Estadística de prueba Aumentada			
Dickey-Fuller ² :	-11,011		-6,687
Valor crítico (MacKinnon 2010) ³ :	-5,46		-5,46
Hipótesis Nula: RESID tiene raíz unitaria	Rechaza		Rechaza

1 = El estadístico DW debe estar en el rango 1,85 - 2,15 para que no exista autocorrelación.

2 = Si el estadístico DFA se ubica en la sección de rechazo los residuos son estacionarios, no existe raíz unitaria, y las variables están cointegradas.

3 = Los valores críticos se tomó para casos sin tendencia de las tablas de MacKinnon (2010) en el nivel de 5%.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Prueba de Hausman

a. Estimaciones incluida la variable Gasto I+D			
Muestra (ajustada):	G8	BRICS	SELA
Pro>chi2:	0,266	1	0,92
Hipótesis Nula: diferencia en los coeficientes no sistemática	No se rechaza	Se rechaza	No se rechaza.
Decisión:	El modelo soporta el estimador PMG	El estimador MG es mas consistente	El modelo soporta el estimador PMG

b. Estimaciones diferenciando el Gasto I+D por sectores			
Muestra (ajustada):	G8	BRICS	SELA
Pro>chi2:	0,899	1	0
Hipótesis Nula: diferencia en los coeficientes no sistemática	No se rechaza	Se rechaza	Se rechaza
Decisión:	El modelo soporta el estimador PMG	El estimador MG es mas consistente	El estimador MG es mas consistente

1 = El modelo de $\chi^2 < 0 \implies$ ajustado a estos datos no cumple con los supuestos asimétricos de la prueba de Hausman.

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al coeficiente de corrección de errores y su correspondiente error típico, se muestra negativo y cae dentro del rango de estabilidad dinámica en absolutamente todas las estimaciones (Tablas 4 y 5).

- Resultados

La Tabla 4 presenta los resultados de las pruebas de especificación y la estimación de los parámetros de corto y largo plazo para cada grupo de países; la tasa de crecimiento del PIBpc está negativamente relacionada con el crecimiento de la población, y positivamente relacionada con la educación y la acumulación de capital físico, por tanto, reproducen los resultados estándar de la literatura empírica sobre el crecimiento económico, y consecuentemente, estas variables pueden tener un impacto en los niveles del PIBpc a largo plazo.

Tabla 4. Efecto de la I+D en el corto y largo plazo sobre el crecimiento económico, período 1980-2015 (Estimador Pooled Meand Group, PMG)

Muestra	Coeficiente de largo plazo						Coeficiente de corto plazo					
	G8		BRICS		SELA		G8		BRICS		SELA	
Variable dependiente:	ARDL		ARDL		ARDL							
$\Delta \ln Y_{pc}$	(1,0,0,0,0,2,0,2,1)		(1,0,0,0,1,1,0,2,1)		(1,0,0,0,0,0,0,0,1)							
lnsk	1,442	***	1,192	***	1,042	***	0,136	***	0,083	***	0,087	***
	0,213		0,193		0,103		0,006		0,026		0,018	
lnh	0,984	***	0,564	***	0,557	***	0,000		0,000		0,000	
	0,239		0,158		0,152		0,000		0,000		0,000	
tlmn	-4,143	***	-2,792	***	-5,309	***	0,026		3,725		0,456	
	1,144		1,059		0,839		0,846		3,205		0,669	
lnID	1,063	***	0,513	***	0,003		0,000		0,000	¹	0,000	
	0,286		0,218		0,020		0,000		0,000		0,000	
lnart	0,022		0,199	***	-0,019		-0,013	***	0,000		0,000	
	0,058		0,071		0,022		0,005		0,003		0,002	
lnpat	0,172	***	0,109	***	-0,040		0,000		0,000		0,000	
	0,049		0,029		0,038		0,000		0,000		0,000	
lnext	0,049		0,340	***	-0,114	***	0,000		0,000		0,000	
	0,117		0,130		0,030		0,001		0,001		0,001	
Coeficiente convergencia												
lny ₋₁							-3,086	***	-3,093	***	-3,089	***
							0,407		0,546		0,362	
Coeficiente de corrección de errores (ec)												
							-0,251	***	-0,507	***	-0,395	***
							0,080		0,197		0,059	
Constante												
							4,931	***	7,836	***	8,020	***
							1,581		2,962		1,235	
No. de países							8		5		14	
No. de observaciones							280		170		490	
Log máxima verosimilitud							309		36		74	

Todas las variables a corto plazo incluyen primeras diferencias

Los errores estándar están en las segundas líneas.

***, **, * Indica una significación de los coeficientes en el nivel del 1%, 5%, y 10%, respectivamente.

¹ = Se calculó segunda diferencia

Fuente: Elaboración propia.

La evidencia más importante que se encuentra es que el crecimiento económico está positiva y significativamente ligado a la I+D en el largo plazo. Cuando se analiza los distintos grupos de economías se evidencian diferencias sustanciales, es así que, en las economías G8 (columna 2) las variables I+D y patentes se muestran relevantes al momento de explicar el comportamiento de la variable dependiente. Mientras que en las economías BRICS (columna 4) todas las variables analizadas que representan la intensidad de la actividad innovadora tienen el comportamiento deseable -signos y significancia-. En el caso de las economías SELA (columna 6) se observa que la mayoría de variables tecnológicas no son significativas estadísticamente, consecuentemente no contribuyen a explicar la variación en el ingreso per

cápita. Puede afirmarse que la ralentización de la productividad en algunas economías puede tener su origen en un menor gasto en el conjunto de la I+D.

La Tabla 5 presenta los resultados de las estimaciones, diferenciando la I+D en gasto empresarial, de gobierno y de educación superior; similar a los resultados de la Tabla 4. Se puede observar que las variables capital físico, stock de capital humano y crecimiento de la población aparecen con los signos esperados y son altamente significativos, sin embargo, los coeficientes muestran marcadas diferencias debido a la inclusión de las variables mencionadas.

Tabla 5. Efecto de la I+D diferenciada sobre el crecimiento económico, periodo 1980-2015
(Estimador Pooled Meand Group, PMG)

Muestra	Coeficiente de largo plazo						Coeficiente de corto plazo					
	G8		BRICS		SELA		G8		BRICS		SELA	
Variable dependiente:	ARDL		ARDL		ARDL							
$\Delta \ln Y_{pc}$	(1,0,0,0,0,0,0,1)		(1,0,0,0,2,2,0,0,1)		(1,0,0,0,0,0,2,1,1)							
lnsk	1,638 ***	1,152	0,837 ***	0,162	1,126 ***	0,116	0,147 ***	0,013	0,085 ***	0,028	0,090 ***	0,017
lnh	1,197 ***	0,151	0,427 ***	0,175	0,469 ***	0,174	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
tlmn	-2,210 ***	0,635	-2,756 ***	1,161	-5,418 ***	0,902	-0,036 **	0,744	0,078	1,134	-3,558	4,810
lnID_emp	2,324 ***	0,712	0,121 **	0,072	-0,022	0,023	-0,004	0,030	-0,009	0,007	0,000	0,000
lnID_gob	0,075	0,183	-0,531 ***	0,247	0,111 ***	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
lnID_eds	-0,002	0,225	0,435 ***	0,111	0,084 ***	0,038	0,000	0,002	-0,001	0,003	0,002	0,002
lnpat	0,196 ***	0,030	0,131 ***	0,022	-0,070 **	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Coeficiente convergencia												
lny ₋₁							-3,136 ***	0,247	-1,961 ***	0,274	-2,583 ***	0,308
Coeficiente de corrección de errores (ec)												
							-0,308 ***	0,096	-0,537 ***	0,225	-0,428 ***	0,068
Constante												
							2,789 ***	0,872	5,366 ***	2,204	6,369 ***	1,036
No. de países												
							8		5		14	
No. de observaciones												
							272		175		490	
Log máxima verosimilitud												
							318		52		68	

Los errores estándar están en las segundas líneas.

***, **, * Indica una significación de los coeficientes en el nivel del 1%, 5%, y 10%, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

En las economías G8 (columna 2) las empresas privadas son las que más recursos destinan a la I+D que se materializa en el desarrollo de nuevos procesos innovadores y registro de patentes, los resultados muestran la existencia de una relación positiva entre el

nivel de innovación y el PIB. Este efecto también es significativo desde el punto de vista económico: el coeficiente estimado implica que si un país destina un 1% de su PIB a actividades de I+D aumentará su tasa de crecimiento del PIBpc en 2,3 puntos porcentuales.

En el caso de las economías *SELA* (columna 6) se evidencia que el sector público y la educación superior son parte integrante del sistema de investigación, aunque con menor incidencia que los otros grupos de economías, debido posiblemente a débiles políticas tecnológicas relacionadas con la inversión pública en conocimiento.

Las economías *BRICS* (columna 4) muestran un comportamiento integral, en ellas intervienen todos los sectores de la economía: empresas privadas, gobierno y educación superior, estas actividades generan una sinergia entre la investigación tecnológica y el crecimiento económico. La I+D gobierno aparece con signo negativo, si se interpreta estructuralmente, sugiere que una disminución porcentuales en la intensidad de la I+D tendría un efecto negativo a largo plazo en la producción per cápita, para Bassanini y Scarpetta (2001) en el caso de la I+D quizás sea más apropiado considerar un efecto permanente sobre el crecimiento del PIBpc, es decir, no es probable que una disminución de la intensidad de la I+D reduzca el nivel estable del PIBpc, sino que más bien reduzca el progreso técnico.

Los coeficientes de corto plazo cuentan una historia diferente, como se explicó anteriormente, los coeficientes de corto plazo no se limitan a ser los mismos en todos los países, por lo que no se dispone de una única estimación combinada para cada coeficiente. Sin embargo, se puede analizar el efecto promedio de corto plazo considerando la media de los coeficientes correspondientes de los países. Encontramos que existe una relación promedio a corto plazo exclusivamente entre la tasa de crecimiento del PIBpc y la acumulación de capital físico en todas las estimaciones (Tablas 4 y 5). Según Bangake y Eggoh (2012) el coeficiente de corto plazo refleja principalmente el ajuste de la economía a las perturbaciones, el resultado sugiere que el grado de movilidad del resto de variables analizadas no son los principales determinantes al corto plazo.

El resultado muestra que el coeficiente de corrección de errores tiene el signo esperado y es significativo en todas las estimaciones (Tabla 4 y 5), lo que indica que el PIBpc se ajusta con la acumulación de capital físico con un rezago (única variable significativa al corto plazo); entre 25% y 30% de la discrepancia entre el PIBpc de corto y largo plazos se corrige dentro de un año en las economías G8, de 50% a 53% sería la velocidad estimada de ajuste a los valores de largo plazo en las economías BRICS, y entre 39% y 42% para las economías SELA.

4. Conclusiones

En este estudio se analiza la relación entre las variables acumulación de capital físico, años de escolarización, crecimiento de la población, las políticas e instituciones y el proceso de crecimiento para una muestra de 27 países, clasificados sobre la base del nivel de ingresos en tres sub muestras denominadas: desarrollados (G8), emergentes (BRICS) y en desarrollo (SELA). Para el análisis se ha utilizado un panel dinámico por el período 1980-2015 y la técnica econométrica PMG para modelar las dinámicas a corto y largo plazo.

La metodología planteada permitió reproducir los resultados estándar de la literatura empírica sobre el crecimiento, destacando entre otros temas lo siguiente:

- Los coeficientes de las variables capital físico y capital humano se presentan con signo positivo y significativo en todas las especificaciones, lo que sugiere que son claves detrás

del proceso de crecimiento a largo plazo. Los resultados obtenidos insinúan que este efecto es más relevante en las economías desarrolladas y en menor proporción para las economías emergentes y en desarrollo.

- Las economías difieren en el crecimiento debido al Gasto de I+D en el corto y largo plazo. El crecimiento de las economías G8 depende en gran medida de la I+D, las economías BRICS han logrado diversificar las actividades innovadoras, todas las variables analizadas se muestran positivas y relevantes, debido a la adopción de acertadas políticas tecnológicas relacionadas con la inversión en conocimiento. En el otro extremo se tiene a los países SELA donde la I+D es insignificante para impulsar el crecimiento; se aporta con nueva evidencia de la relación entre crecimiento y gasto de I+D en estos países, es evidente y necesario que se invierta más en investigación y tecnología.
- Cuando se analiza el Gasto de I+D clasificados por sectores, se aprecia que la I+D financiada por *el sector empresarial* es la que impulsa la asociación positiva entre la investigación tecnológica y el crecimiento económico en los países G8. Similar efecto se aprecia en los países BRICS pero en menor proporción, y aparentemente no tiene un impacto significativo en el crecimiento de las economías SELA.
- El Gasto de I+D financiado por *el sector gobierno* no se muestra relevante en las economías G8; el signo negativo en los países BRICS se interpretan como una ralentización de la intensidad de la investigación básica o fundamental financiada mayoritariamente por las administraciones públicas. Para los países SELA tiene un efecto beneficioso en el crecimiento y, por consiguiente, la I+D sigue siendo vital para aumentar el crecimiento.
- Finalmente el Gasto de I+D financiado por *el sector educación superior* es más eficiente que el gasto financiado por el gobierno en los países BRICS, y tiene un efecto positivo en el crecimiento de las economías SELA. Las capacidades públicas y de educación superior en investigación no son opuestas, sino complementarias, debido a que los centros de nivel universitario, institutos tecnológicos y otros centros post-secundarios, están financiados, en lo esencial, por las administraciones públicas, y buena parte de los proyectos de investigación realizados por las instituciones de enseñanza superior cuentan con financiamiento público.
- El análisis de los efectos a corto plazo revela que sólo la variable que representa la acumulación de capital físico influye positiva e inmediatamente en el proceso de crecimiento de los países, los gobiernos se equivocan al no implementar políticas al corto plazo sobre temas como educación, I+D, apoyo a la invención, a los derechos de propiedad intelectual y a la inversión.
- La promoción del crecimiento es un objetivo importante para todos los países, y por consiguiente, la I+D sigue siendo vital para aumentar el crecimiento económico, especialmente para los países considerados en desarrollo. Evaluar la naturaleza de las fuentes de financiamiento de las actividades de investigación es una tarea necesaria para determinar las áreas que requieren más financiación.

5. Referencias

- Alvarez, I. (2007). Enfoques de oferta en la teoría del crecimiento económico. *Principios*, 105-107. Arnold, J. (2008). Do Tax Structures Affect Aggregate. *OECD Economics Department Working*, 28. Bangake, C., & Eggoh, J. (2012). Pooled Mean Group estimation on international capital mobility in African countries. *Research in Economics*, 7-17.
- Bassanini, A., & Scarpetta, S. (2001). The driving forces of economic growth: panel data evidence for the OECD

- countries. *OECD Economic Studies*, II(33), 10-53.
- Bouis, R., Duval, R., & Murtin, F. (2011). The Policy and Institutional Drivers of Economic Growth: New evidence from growth regressions. *Economics Department Working Papers*, 35.
- Boulhol, H., De Serres, A., & Molnar, M. (2008). The Contribution of Economic Geography to GDP Per. *OECD Economics Department Working Papers*.
- Brida, J., & Gastón, C. (2016). El modelo de Mankiw-Romer-Weil con tasa de crecimiento de la población decreciente. *Advances in Dynamic Macroeconomics* (págs. 1-14). Italia: Free University of Bozen-Bolzano.
- Castellacci, F., & Natera, J. M. (2011). A new panel dataset for cross-country analyses of national systems, growth and development (CANA). *Innovation and Development*, 51.
- Cuadrado, J. (2001). *Política Económica: Objetivos e instrumentos*. Madrid: McGraw-Hill.
- Destinobles, G. (Septiembre - Diciembre de 2005). El Modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992) en el Programa de Investigación Neoclásico. *Revista de la Facultad de Economía, BUAP*, X(30).
- Díaz Quevedo, O. (2012). Identificación de booms crediticios en América Latina. *Banco Central d Bolivia*, 1-35.
- Galindo, M. A. (Enero-Febrero de 2011). Crecimiento Económico. (U. d.-L. Mancha, Ed.) *Tendencias y nuevos desarrollos de la teoría económica ICE(858)*, 39-55.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. Mexico D.F.: McGraw Hill.
- Hernández, J. (2006). Visiones Exógena y Endógena de las Teorías del Crecimiento Económico. *Contribuciones a la Economía*.
- Kyung So, I., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous. *Journal of Econometrics*, 53-74.
- Loayza, N., & Ranciere, R. (2005). Financial Development, Financial Fragility, and Growth. *IMF Working Paper*, 2-31.
- Mankiw, N., Romer, D., & Weil, D. (1992). A Contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 408-437.
- McKinnon, J. (2010). Critical Values for Cointegration Tests. *Queen's Economics Department Working Paper No. 1227*, 1-19.
- Nkwoma, J. (2014). The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies. *Business Media Dordrecht*, 727-745.
- OECD. (2002). Frascati Manual 2002: Proposed standard practice for survey on research and experimental development. In *The measurement of scientific and technological activities. OECD Publishing*.
- Pesaran, H., & Smith, R. (1995). Estimating Long-Run Relationships from Dynamic. *Journal of Econometrics*, 79-113.
- Pesaran, H., Shin, Y., & Smith, R. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*, 621-634.
- Pesaran, M., Shin, Y., & Smith, R. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621-634.
- Robledo, J. (2012). Impacto De Las Patentes Sobre El Crecimiento Económico: Un Modelo Panel Cointegrado. *Documentos de Trabajo No. Grupo de Estudios Económicos, Superintendencia Industria y Comercio, Colombia No. 2*, 1-18.

6. Apéndice I

Lista de países incluidos en la muestra

Clasificación	Descripción	Países miembros
Países desarrollados	Se denomina con el numerónimo G8 a un grupo informal de países del mundo cuyo peso político, económico y militar es considerado como relevante a escala global.	Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Reino Unido y Rusia ¹ .
Países emergentes	Se emplea la sigla BRICS para referirse conjuntamente a estos países. Todas estas naciones tienen en común una gran población, un enorme territorio, lo que les proporciona dimensiones estratégicas continentales y una gigantesca cantidad de recursos naturales y, lo más importante, las enormes cifras que han presentado de crecimiento de su PIB y de participación en el comercio mundial en los últimos años, lo que los hace atractivos como destino de inversiones.	Brasil ² , Rusia ¹ , India, China y Sudáfrica
Países en desarrollo	<p>Se emplea el acrónimo SELA para referirse al Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe, es un organismo intergubernamental dirigido a promover un sistema de consulta y coordinación para concertar posiciones y estrategias comunes.</p> <p><i>Nota 1:</i> Se excluye a Bahamas, Barbados, Belice, Cuba, Haití y Suriname, por no disponer de series anuales continuas para la mayoría de las variables utilizadas en las ecuaciones de crecimiento durante la mayor parte del periodo 1980-2015.</p> <p><i>Nota 2:</i> Para las estimaciones que incluyen clasificación de las actividades de I+D se excluye además a El Salvador, Honduras, Jamaica y Nicaragua, República Dominicana y Venezuela debido a que no fue posible obtener información autónoma de estos países.</p>	Argentina, Bolivia, Brasil ² , Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

1 = Participa en el grupo de países desarrollados y emergentes. 2 = Participa en el grupo de países emergentes y en desarrollo.

Apéndice II

Lista de variables, definiciones y fuentes de datos

Artículos de revistas científicas y técnicas (lnart)	Número de artículos científicos y de ingeniería publicados en los siguientes campos: física, biología, química, matemáticas, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias de la tierra y del espacio por habitante (población activa).	CANA Banco Mundial	https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/277901 https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC?view=chart
Exportaciones de alta tecnología (lnext)	Se aproxima por el porcentaje de las exportaciones de productos manufacturados. Exportaciones de productos de alta intensidad de I+D, como en el sector aeroespacial,	Banco Mundial	http://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS
Gasto I+D (lnID)	Gasto en investigación y desarrollo tecnológico (% del PIB). Son gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos, incluso los conocimientos sobre la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso de los conocimientos para nuevas aplicaciones. El área de investigación y desarrollo abarca la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.	CANA Banco Mundial RICYT	https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/277901 https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=GASTOXPBI
Gasto I+D sector empresarial (lnIDemp)	Gasto I+D realizado por la empresa de negocios. Gasto interno en I+D durante el año de referencia de las instituciones que corresponden	CANA	https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/277901
Gasto I+D sector gobierno (lnIDgob)	Gasto I+D realizado por el gobierno. Gasto interno en I+D durante el año de referencia de las instituciones que corresponden al gobierno.	UNESCO	http://data.uis.unesco.org/?lang=en&SubSessionId=cd396999-b8ff-4716-971a-2876a516cddb&themetreeid=200
Gasto I+D sector gobierno (lnIDgob)	Gasto I+D realizado por la educación superior. Gasto interno en I+D durante el año de referencia de las instituciones que corresponden	RICYT	http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=GASTOXPBI

Apéndice III

Estadísticos descriptivos de las variables, período 1980-2015

Denominación	Media		Desviación típica		
	Mínimo	Máximo			
VARIABLES DEPENDIENTE					
Crecimiento del PIB por habitante ($\Delta \ln Y$)		0,142	0,444	-1,927	1,756
VARIABLES INDEPENDIENTE					
Acumulación de capital físico ($\ln Sk$)		7,920	1,146	0,000	9,865
Stock de capital humano ($\ln h$)		2,022	0,316	0,702	2,643
Crecimiento de la población ($\Delta \ln P$)		0,087	0,065	-0,107	0,231
Solicitudes de patentes ($\ln pat$)		4,102	1,377	0,692	9,223
Artículos de revistas científicas y técnicas ($\ln art$)		7,174	2,996	0,085	12,995
Exportaciones de alta tecnología ($\ln ext$)		1,974	1,112	-3,539	4,148
Gasto I+D ($\ln ID$)		-0,717	1,399	-7,264	1,237
Gasto I+D sector empresarial ($\ln IDemp$)		3,094	1,441	-6,623	4,541
Gasto I+D sector gobierno ($\ln IDgob$)		3,184	0,691	0,704	4,539
Gasto I+D sector gobierno ($\ln IDgob$)		2,952	0,758	-0,342	4,286
Número de observaciones					
				972	

Integração regional e desenvolvimento tecnológico no MERCOSUL

Beatriz Marcondes de Azevedo

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
biabizzy@gmail.com

Fred Leite Siqueira Campos

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
fred.campos@ufsc.br

Rafael Torquato Cruz

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
rafaelcruz@gmail.com

Rolf Hermann Erdmann

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
rolf.erdmann@ufsc.br

Resumo

A tecnologia possui relevância estratégica em todas as esferas do Estado e do Sistema Internacional, gerando maior competitividade para as empresas, criando produtos mais baratos e mais funcionais, produzindo maior renda e qualidade de vida à população. No entanto, é imprescindível a existência de políticas públicas bem planejadas, contíguas, por meio de uma parceria com o setor privado que contribuam para o desenvolvimento tecnológico. Diante desta assertiva, o presente trabalho tem como objetivo investigar de que maneira o progresso tecnológico das nações em desenvolvimento pode ser potencializado pelas Organizações Internacionais de Integração Regional (OIIR). Em termos metodológicos, trata-se de um estudo descritivo-explicativo, de abordagem qualitativa, partindo-se de uma investigação bibliográfica, de estudos empíricos e documentação primária institucional. O ponto de partida foi a abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação, com dados coletados por meio de um levantamento sobre os determinantes nos processos de acúmulo de aptidões tecnológicas nacionais – as instituições, os mercados de fatores e as políticas de incentive – e as maneiras que as organizações internacionais, em especial as de Integração Regional, podem potencializar o desenvolvimento tecnológico. No que diz respeito à organização, tratamento e análise dos dados, o substrato analítico aqui desenvolvido foi aplicado a uma situação real, o caso do MERCOSUL, buscando observar quais os órgãos e programas institucionais contribuem para o desenvolvimento tecnológico da região e como isto acontece. Os resultados indicaram que o MERCOSUL possui diversos mecanismos para fortalecer todos os fatores utilizados no acúmulo de aptidões tecnológicas nacionais e na qualificação do mercado consumidor. Conclui-se que OIIRs podem potencializar a aquisição das aptidões tecnológicas nacionais, criando normas, reduzindo e compartilhando custos, promovendo a cooperação técnica e tecnológica e ampliando e qualificando o mercado consumidor.

Palavras chave

Integração Regional; Desenvolvimento tecnológico; MERCOSUL.

1. Introdução

A detenção do conhecimento é fundamental para o desenvolvimento econômico, pois as ações inovativas são as maiores responsáveis pelos ganhos de competitividade. Além disso, as

inovações na fronteira internacional do conhecimento são as que impulsionam os países nas cadeias de produção. Devido a todos estes desdobramentos regionais e internacionais, é de se esperar que também existam incentivos suficientes para a colaboração internacional nesta área.

Um dos mais importantes caminhos para a cooperação internacional são as Organizações Internacionais (OIs). Estas instituições permitem aos Estados interagirem de forma controlada e institucionalizada, oferecendo normas, transparência de informações, diminuição de custos e maior confiança entre as partes. Seus formatos e níveis institucionais são variados, desde aquelas de caráter universal como a Organização das Nações Unidas (ONU), até aquelas com funções específicas e com focos de atuação regionais. Segundo Kim (2005), as OIs podem funcionar de forma complementar aos Estados, por meio de um arranjo intergovernamental, ou ter alguma parcela de soberania atribuída, ficando acima dos Estado em certos temas, com os desenhos supranacionais.

De acordo com a abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação, o desenvolvimento tecnológico é fundamentalmente uma questão estratégica de cunho nacional, o qual nasce da produção de conhecimento nas instituições de ensino e das inovações nas empresas e, em grande parte, permanece restrito ao local de criação. Os governos podem intervir criando estratégias de desenvolvimento, e inúmeros fatores podem influenciar a forma como as políticas públicas são feitas, como especificidades de cada Estado e grupos domésticos de interesse. Ainda, o papel do setor internacional, embora visível no sentido de receptor dos resultados da tecnologia por meio dos produtos comercializados, não é tão evidente como fomentador destas transformações.

Uma análise apurada das OIs mostra que elas são capazes de influenciar a tomada de decisões de agentes públicos e privados mesmo na esfera doméstica. Esta característica se torna ainda mais forte ao se observar as Organizações Internacionais de Integração Regional (OIIRs). Estas instituições altamente burocratizadas e funcionalmente abrangentes podem levar a cooperação internacional ao ultrapassar os limites da soberania nacional, contando com dispositivos institucionais para auxiliar seus Estados-membros a alcançarem metas que de outra forma seriam impossíveis, seja por constrangimentos políticos e econômicos ou domésticos/internacionais.

Ao ter como base de análise uma situação real, o caso do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), procurou-se construir conhecimentos que permitissem entender de que maneira o progresso tecnológico das nações em desenvolvimento pode ser potencializado pelas Organizações Internacionais de Integração Regional.

A justificativa deste trabalho está pautada no pressuposto de que estudar como o desenvolvimento tecnológico ocorre é fundamental para que se possa formular políticas públicas eficientes que incentivem seu progresso. Além disso, embora exista uma abundância de estudos que trabalhem isoladamente o avanço tecnológico ou as OIs, entende-se que conectar os temas poderá apontar soluções ou incrementos para a elaboração de ações e programas na área de inovações.

2. Metodologia

Esse trabalho se caracteriza como um estudo de caráter descritivo-explicativo, de abordagem qualitativa. Para coleta de dados foram utilizados livros, artigos científicos, editoriais, reportagens em jornais, revistas e mídia audiovisual online, com fins de criar fundamentos teóricos sobre o tema do desenvolvimento tecnológico, Organizações Internacionais e Integração Regional (OIIRs). Também foram utilizadas fontes primárias como

documentos institucionais coletados de sites oficiais, tais como atas de reuniões, pareceres, legislações, no intuito de enriquecer o texto e buscar resultados mais próximos a realidade, especialmente no que se refere ao estudo de caso sobre o MERCOSUL.

Em relação à organização, tratamento e análise dos dados, a partir do seguintes elementos: instituições de planejamento de políticas públicas, de fomento à atividade industrial e tecnológica, de reprodução e produção de conhecimento; do mercado (financeiro; de informações; e de habilidades); da política comercial, cambial, industrial, políticas para o mercado consumidor e de incentivo direto ao P&D privado, utilizou-se uma situação real, o caso do MERCOSUL, como cerne de uma análise dedutiva, histórica e comparativa, buscando relacionar a questão das OIIRs e o desenvolvimento tecnológico, bem como identificar os mecanismos presentes na referida região para a potencialização do progresso tecnológico.

3. Desenvolvimento Tecnológico e o Sistema de Nacional de Inovação

Segundo Burns (2009), o desenvolvimento tecnológico consiste em aperfeiçoamentos de métodos e/ou técnicas com os quais, bens e serviços são produzidos, comercializados, e entregues aos usuários finais. Entende-se assim que o desenvolvimento tecnológico é eminentemente um processo de mercado, todavia com desdobramentos para todas as esferas sociais. Desde os primórdios da economia moderna, os economistas que escreveram sobre o desenvolvimento econômico identificaram o avanço tecnológico como sua força motora principal.

Para Arantes e Serpa (2015), a ideia básica do Sistema Nacional de Inovação (SNI) é que o desenvolvimento, introdução e difusão de tecnologias e conhecimento produtivo é organizado de forma específica dentro das fronteiras nacionais, pois cada nação tem seus próprios componentes, as firmas e as instituições, os quais se relacionam de forma própria e contínua.

A capacidade de adaptação e mudança institucional de um país é crucial para a difusão bem-sucedida de novos sistemas tecnológicos (KO & CHOE, 2011). Neste sentido, a abordagem do Sistema Nacional de Inovação, segundo Teixeira (2008), pode ser utilizada como ponto de partida de pesquisas econômicas evolucionárias sobre o crescimento e os processos de convergência e divergência entre nações avançadas, baseando-se em três pilares: o da tradição *shumpeteriana* (com foco na força endógena de mudança tecnológica e seu papel de rompimento com o equilíbrio econômico, típico da tradição neoclássica); o do conceito de racionalidade limitada de Simon (com foco no comportamento dos agentes envolvidos nos processos de inovação, em geral, mas especificamente das empresas); e o das análises biológicas (com foco nos conceitos de Darwin de seleção natural e de Lamarck de herança de traços adquiridos).

No que diz respeito a um outro determinante de significativa importância para as inovações e a operação dos Sistemas de Inovação, Lundvall (2002) destaca a interação entre as firmas e as instituições. As organizações são entendidas como agentes dos sistemas, que estão imersos no substrato das instituições – conjunto de hábitos comuns, rotinas, práticas estabelecidas, regras ou leis que regulam a relação e interação entre indivíduos, grupos e organizações – sendo fortemente moldados e influenciados por elas. Contudo, as organizações também criam suas próprias instituições dentro de si, e instituições podem gerar novas organizações, então o que observa é a existência de uma relação mútua e simbiótica entre as duas partes.

4. Organizações Internacionais

As Organizações Internacionais (OIs) refletem o interesse comum de seus Estados-membros de manter um regime que seja benéfico à comunidade e que puna aqueles que descumpram as normas. São instituições que promovem e mantêm a confiança entre os Estados, compartilhando informações e custos operacionais decorrentes da cooperação entre os membros. Avanços na política internacional, como o direito internacional por meio do sistema de Haia, e a necessidade de novas formas de resolução não-militar de controvérsias, foram fundamentais para a formação das Organizações Internacionais como parte integral da governança global.

Ao se analisar os processos de desenvolvimento das aptidões tecnológicas nacionais, percebe-se que há uma grande ênfase nas normas e instituições na criação de estratégias de desenvolvimento tecnológico, e como estas variam dependendo do que é socialmente aceito em um dado espaço geográfico e período. Portanto, sob a ótica construtivista, é possível compreender o papel que as Organizações Internacionais podem desempenhar para favorecer o desenvolvimento tecnológico de seus Estados-membros, bem como para a integração regional.

A integração regional, segundo Herz e Hoffmann (2004), é um processo dinâmico de intensificação em profundidade e abrangência das relações entre atores levando à criação de novas formas de governança político-institucionais de escopo regional. Tais atores podem ser governamentais ou não-governamentais, nacionais, subnacionais e mesmo transnacionais. Igualmente, podem se aproximar econômica e politicamente de diversas formas, por laços culturais, comerciais ou jurídicos.

Este tipo de integração vai muito além de termos econômicos, englobando também cooperação político-institucional e sociocultural. As organizações Internacionais de Integração Regional se diferenciam das outras OIs de caráter funcional devido ao seu escopo que abrange várias áreas temáticas de cooperação (AMBOS & PEREIRA, 2006).

5. Desenvolvimento da Aptidão Tecnológica Nacional

Para Lundvall (2002), o desenvolvimento das aptidões tecnológicas nacionais depende da complexa interação entre diferentes instituições nos processos de aprendizado das empresas. No âmbito do desenvolvimento tecnológico, assumem um importante papel as instituições de planejamento de políticas públicas voltadas ao tema; as instituições de fomento a atividades tecnológicas; e as instituições de produção e reprodução de conhecimento.

As instituições de planejamento de políticas públicas interagem entre si na criação de estratégias nacionais de desenvolvimento, e no contexto deste trabalho, são as instituições mais importantes, pois é neste nível onde a tomada de decisões é feita, afetando todas as outras instituições e empresas na criação de caminhos para o acúmulo de aptidões tecnológicas. De maneira geral, elas são divididas em: órgãos do governo para elaboração de políticas públicas, como os Ministérios de Comércio, Indústria, Ciência e Tecnologia, e os grupos de interesses e institutos que influenciam a tomada de decisão do governo como, por exemplo, as associações industriais, sindicatos e as leis e normas internacionais.

Tais instituições estão diretamente conectadas a todos os determinantes subjacentes tanto domésticos quanto internacionais, pois a partir da tomada de decisões destes agentes, políticas públicas são desenhadas e executadas, por sua ação direta ou por outras instituições. De fato, há uma conexão íntima entre estas instituições e o plano internacional.

De acordo com Putnam (2010), as políticas domésticas devem ser ponderadas no que se refere às suas consequências internacionais. Do mesmo modo, a posição de um país nas negociações internacionais leva em consideração seus desdobramentos domésticos. Há regras e grupos de interesse em ambos os jogos, o externo e o interno, logo é de se esperar que a relação entre as OIs e as instituições domésticas de planejamento de políticas públicas tenham um forte entrelaçamento. No que tange às instituições de fomento à atividade industrial e tecnológica, diz-se que elas possuem relação com os fatores financeiros, possibilitando os investimentos das empresas no aprendizado e inovação. Grande parte das instituições lida com financiamento e incentivos indiretamente.

As instituições de reprodução e produção de conhecimento, por sua vez, servem para aperfeiçoar os fatores no mercado de habilidades, capacitando os profissionais, e no mercado de conhecimento, criando inovações para reduzir custos ou ampliar produtividade de produtos já no mercado, ou novos produtos e mercados. Estas instituições podem ser públicas, privadas ou mistas: são os Institutos de P&D, universidades, e centros de treinamento e cooperativas entre empresas.

É de se esperar que a demanda por tais instituições seja refletida na cooperação internacional, especialmente nas OIRs, as quais dão bastante ênfase ao desenvolvimento de seus Estados membros. Isto pode ser realizado por meio de universidades, institutos e redes de pesquisa internacionais, que além de captar recursos e pessoal de vários países, também geram resultados que beneficiam as nações associadas e pode fornecer a identidade regional, aproximando pesquisadores e estudantes da região em laços não só acadêmicos, mas culturais.

Além das instituições que contribuem para o desenvolvimento da aptidão tecnológica nacional, existem os mercados de fatores, uma vez que, segundo Kim e Nelson (2005), o processo de desenvolvimento tecnológico dentro das empresas depende de insumos necessários para tal.

Assim sendo, os mercados de fatores relativos ao desenvolvimento tecnológico são os espaços de compra e venda dos recursos necessários para o aprendizado industrial e tecnológico. Os recursos podem ser agrupados em três mercados fundamentais: o dos recursos financeiros para o aprendizado e inovação; o de informação, nacional e estrangeira; e o das habilidades.

5.1 Políticas Públicas de incentivo ao Desenvolvimento Tecnológico

Conforme Kim e Nelson (2005), as políticas macroeconômicas influenciam as escolhas das empresas para investir em inovação e aprendizado. Dizem respeito às intervenções no funcionamento do mercado, com o intuito de direcionar as empresas por meio de uma estratégia nacional de desenvolvimento, como as políticas comerciais e industriais do lado da oferta, e de consumo por parte da demanda, além da política cambial e incentivos diretos às atividades de P&D.

As políticas comerciais e industriais, embora distintas, são motores fundamentais e complementares às estratégias nacionais de desenvolvimento de um país. Uma de suas funções, é de harmonizar a interação entre a indústria nacional e a internacional, tanto em termos de concorrência doméstica, quanto na conquista de mercados globais. Se bem aplicadas, tais mecanismos influenciam positivamente os investimentos privados para o desenvolvimento de aptidões tecnológicas, podendo instigar a modernização de fábricas, reformulação da estrutura produtiva e eliminação de deficiências.

A política cambial é um outro mecanismo que pode incentivar as empresas às atividades exportadoras e ganhos de competitividade, assegurando que estas consigam se estabelecer em termos de escala com vantagens no mercado internacional, e igualmente tenham uma interação controlada com competidores no mercado interno.

Especificamente em relação ao mercado interno, as políticas industriais também seriam poderosos mecanismos de incentivo. Segundo Kim e Nelson (2005), existem diferentes políticas industriais cada qual com suas vantagens e desvantagens. Da mesma forma que as políticas comerciais, a escolha das ações intervencionistas na indústria deve estar em harmonia com uma estratégia de crescimento bem planejada.

Ainda, como mecanismo de incentivo ao desenvolvimento das aptidões tecnológicas pelo mercado, tem-se a própria demanda local. Em primeiro lugar, se toda a produção é destinada ao consumo, é certo que as características deste consumidor influenciam o que é produzido. A qualificação dos compradores, o desenvolvimento dos canais de comercialização, a intensidade da concorrência, são todos fatores que definem a qualidade da demanda local, e conseqüentemente, afetam o desenvolvimento do produto, a gestão de qualidade, e as práticas de marketing (PUTNAM, 2010).

Outro aspecto relevante do mercado local é seu tamanho, já que alguns tipos de aprendizados tecnológicos requerem a interação com os mercados locais. Uma estratégia voltada à exportação é adequada para se ter contato com mercados mais avançados. Contudo, os custos envolvidos na exportação são muito maiores, havendo por exemplo questões logísticas muito mais complexas, tarifas, competição maior (KIM & NELSON, 2005).

Finalmente, tem-se a política de incentivo ao desenvolvimento tecnológico que transpassa as interações via mercado e age diretamente com as firmas. Trata-se da política de inovação na forma de promoção pública das atividades de P&D dentro das empresas. Isso pode ser feito internamente à organização, em instituição de pesquisa isoladamente ou em cooperação entre estes agentes. Além disso, a aquisição de conhecimento pode ser feita externamente e adquirida mediante a transferência de tecnologia e compra de patentes (ARANTES & SERPA, 2015).

6. Resultados: o caso MERCOSUL e o Desenvolvimento Tecnológico

Conforme abordado, há diversos componentes que devem ser levados em consideração nas estratégias nacionais de desenvolvimento de aptidões tecnológicas: a abertura/proteção do Mercado doméstico, o formato de empresa, os regimes cambiais, o desenvolvimento do mercado interno, os incentivos à P&D, os mercados de fatores humanos, tecnológicos e financeiros, as instituições socioculturais do país e o cumprimento das regras frente a comunidade internacional. Assim, com base nestas variáveis, buscou-se, a partir de uma situação real, entender de que maneira tais variáveis têm contribuído para potencializar o desenvolvimento tecnológico do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL).

Para ser possível fazer esta análise, é necessário apresentar o MERCOSUL em termos de sua composição, evolução histórica e principais ações e programas prospectados em prol do desenvolvimento tecnológico da região.

Atualmente, os países membros do MERCOSUL são Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai e Venezuela (com processo de adesão finalizado em 2012) e Bolívia (em 2015). Chile, Peru, Colômbia, Equador, Guiana e Suriname como membros associados. Em termos econômicos o PIB estimado da organização era de US\$ 2, 79 trilhões, representando a quinta economia mundial se fosse considerado como um único país (MERCOSUL, 2018).

Em relação à sua origem, o MERCOSUL foi fundado em 1991 por meio do tratado de Assunção, assinado por Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, mas só foi estabelecido como uma Organização Internacional de fato, com a entrada em vigor do Protocolo de Ouro Preto, em dezembro de 1995, quando foi instituída sua estrutura jurídica-institucional.

As negociações que levaram a criação do MERCOSUL foram iniciadas pela aproximação do Brasil e Argentina no fim dos períodos ditatoriais e aceleradas com as redemocratizações em ambos os países. A primeira fase das negociações resultou em documentos como a Declaração de Iguazu (1985), Ata da Amizade Argentino – Brasileira, Democracia, Paz e Desenvolvimento (1986) e no Tratado de Integração, Cooperação e Desenvolvimento (1988).

A virada do século XXI foi marcada por crises econômicas, como a desvalorização da moeda brasileira e a crise financeira argentina, que puseram em dúvida a viabilidade do bloco. Estas crises, junto da ascensão de governos com enfoque mais social, levaram a uma renovação sobre o papel da instituição na região, em um projeto que ficou conhecido como MERCOSUL Social. Isto implicou na criação de novas instituições e retorno aos princípios iniciais de integração política visando um futuro mercado comum (HERZ & HOFFMANN, 2004).

Em sua estrutura atual, o MERCOSUL é formado por seis instituições principais, o Conselho Mercado Comum (CMC), o Grupo Mercado Comum (GMC), a Comissão de Comércio do MERCOSUL, a Comissão Parlamentar Conjunta, o Tribunal Permanente de Revisão e o Foro Consultivo Econômico-Social, além de muitos subgrupos de trabalho, reuniões especializadas e organismos complementares, como o Fundo para a Convergência Estrutural do MERCOSUL (FOCEM).

Por meio das relações existentes entre estas diversas instituições, é possível mencionar recentes avanços conquistados, destacando-se: aprovação do Protocolo de Cooperação e Facilitação de Investimentos; conclusão do acordo do Protocolo de Contratações Públicas do MERCOSUL; encaminhamento positivo de vários gargalos ao comércio *intrabloco*; modernização no tratamento dos regulamentos técnicos; apresentação dos projetos brasileiros para Iniciativas Facilitadoras de Comércio e Protocolo de Coerência Regulatória; aprovação do Acordo do MERCOSUL sobre Direito Aplicável em Matéria de Contratos Internacionais de Consumo (MERCOSUL, 2018).

Referente às políticas institucionais para o desenvolvimento tecnológico, em termos gerais, o Conselho do Mercado Comum (CMC) é o órgão da instituição de maior autoridade no planejamento de tais políticas, sendo o de maior poder na instituição, responsável pela condução da política de integração. O conselho é o titular da personalidade jurídica do MERCOSUL e suas decisões são tomadas por consenso e têm caráter obrigatório. Por si só, o CMC não executa políticas, pois é um órgão legislativo apenas, logo, as decisões podem vir acompanhadas pela criação de novos órgãos para sua execução ou delegar novas funções aos já existentes.

Desta forma, além do posicionamento em termos de políticas, esta mesma cúpula contou com a criação do Sistema Integrado de Mobilidade Acadêmica no MERCOSUL (SIMERCOSUL), efetivado em 2014, a partir da decisão nº16/14 do CMC, que desenhou o plano de funcionamento do programa. Aqui, cabe destacar que a mobilidade acadêmica pode ser vista como um instrumento para aproximar os povos, criando vínculos entre estudantes e pesquisadores dos países em integração, fortalecendo o mercado de habilidades, capacitando profissionais mediante intercâmbios de conhecimentos. Institucionalmente, o sistema está subordinado a Reunião de Ministros e Altas Autoridades do MERCOSUL, parte do CMC.

Em seu tempo total de execução piloto, entendido entre meados de 2014 e meados de 2017, o programa pretendeu criar e implementar uma plataforma informática para o

funcionamento da estrutura do SIMERCOSUL, financiar a continuidade dos programas de mobilidade acadêmica regional que se encontravam em execução e a implementação de novos programas e ações, que se refletiam num total previsto de 3000 estudantes e 500 para docentes.

O órgão que se destaca no planejamento de políticas para o desenvolvimento tecnológico é a Reunião Especializada em Ciência e Tecnologia (RECyT). Esta instituição, subordinada ao Grupo Mercado Comum (GMC) na categoria de Reuniões Especializadas, está voltada à promoção do desenvolvimento científico e tecnológico dos países-membros do MERCOSUL, assim como busca modernizar suas economias para ampliar a oferta e a qualidade dos bens e serviços disponíveis, melhorando as condições de vida de seus habitantes. Suas ações estão estruturadas visando o aumento da produtividade das economias do MERCOSUL e a competitividade de seus segmentos em terceiros mercados.

Embora a instituição não produza propriamente conhecimento tecnológico, ela trabalha na promoção e o incentivo à pesquisa em todos os níveis, apontando a busca de soluções de problemas comuns aos países da região, contribuindo para o processo de integração regional. A RECyT promove também a difusão de informação sobre as realizações e os avanços no campo científico e tecnológico para todos os países membros (RECYT, 2015). Seus fundamentos estão condensados nos Programa Marco de Ciência, Tecnologia e Inovação do MERCOSUL (2008 – 2012), e seu sucessor Programa Quadro de Ciência, Tecnologia e Inovação do MERCOSUL (2015 – 2019), que servem de guias para as políticas de integração tecnológica, estabelecendo projetos e metas. Dentre os projetos da RECyT destaca-se a Plataforma de Biotecnologias do MERCOSUL (BIOTECSUR).

O projeto BIOTECSUR é uma iniciativa de cooperação entre o MERCOSUL e a União Europeia (EU), criado para o desenvolvimento das biotecnologias nos países do MERCOSUL, por meio de uma rede que integra os atores públicos, privados e acadêmicos vinculados ao setor de biotecnologia da região. A estratégias de ação envolvem a elaboração de um plano estratégico de biotecnologia na região, observando as capacidades existentes (patentes registradas e sistemas de certificação); um diagnóstico das normativas do MERCOSUL e dos instrumentos de financiamento com fins de apoiar o desenvolvimento de parques tecnológicos, incubadoras, redes de pesquisadores e projetos de P&D conjuntos entre os dois blocos (ZURBRIGGEN & LAGO, 2010).

Em termos financeiros, o MERCOSUL avançou, em 2004, criando o Fundo para a Convergência Estrutural do MERCOSUL (FOCEM), com fins de promover a convergência estrutural na região, a competitividade e a coesão social, desenvolver as regiões mais vulneráveis, apoiar o funcionamento da estrutura institucional do MERCOSUL, bem como o fortalecimento do processo de integração regional (MERCOSUL, 2014). O fundo entrou em funcionamento em 2007.

Os projetos ali desenvolvidos são classificados em tipos de programas, destacando-se neste trabalho o programa II, destinando fundos para contribuir com que competitividade das atividades produtivas do MERCOSUL, tendo diferentes metas desde a geração e difusão de conhecimentos tecnológicos voltados para setores produtivos dinâmicos até a promoção e diversificação dos SNI científica e tecnológica (MERCOSUL, 2014).

Como um exemplo de propostas aprovadas pelo programa II do FOCEM destaca-se o projeto “Investigação, educação e biotecnologias aplicadas à saúde”, elaborado pela RECyT, e aprovado em 2011, pela DEC.CMC N° 17/11. Seu objetivo era a formação inédita de uma Rede de Pesquisa em Biomedicina no MERCOSUL, composta inicialmente pelo Instituto de Biomedicina de Buenos Aires, a Fundação Oswaldo Cruz do Brasil, o Laboratório Central de Saúde Pública do Ministério da Saúde do Paraguai, e o Instituto Pasteur de Montevideu no Uruguai. A referida Rede está voltada para produção e compartilhamento de novas

(bio)tecnologias, formação de recursos humanos e realização de transferências tecnológicas às indústrias públicas e privadas da região. Para exemplificar a efetividade da rede, assinala-se que, em dezembro de 2018, pesquisadores da Argentina, Uruguai e Brasil analisaram o rol da interação entre os sistemas nervoso e imune em diferentes doenças psiquiátricas e neurológicas (FOCEM, 2018).

No que diz respeito às políticas indústrias, o GMC possui dois Subgrupos de trabalho especializados: n°7 (indústria) e n° 14 (integração produtiva). O primeiro visa tratar assuntos relacionados às políticas industriais dos países integrantes do bloco, contribuindo para a integração produtiva e avanço em prol de uma política industrial comum. O grupo é integrado por três comissões: a comissão de Micro, Pequenas e Médias Empresas e Artesanato, Comissão de Propriedade Intelectual e a Comissão de Qualidade e Inovação. Como exemplos de discussões temáticas, destacam-se: o desenvolvimento de fornecedores e integração produtiva nos setores de bens de capital para a indústria de petróleo, gás e mineração, máquinas agrícolas e autopeças; a construção do Observatório Industrial do MERCOSUL (OIM); o mapeamento dos Arranjos Produtivos Locais (APL) nas zonas de fronteiras para elaboração de futuros projetos de cooperação; questões de propriedade intelectuais etc.

O Subgrupo de trabalho n°14 surgiu de uma iniciativa do grupo anterior e foi aprovado pela decisão CMC/DEC. N° 12/08. Este conta com vários grupos de planejamento de integração produtiva setorial, em que se destacam o setor de energia solar e eólica, aeronáutico, naval. O grupo também participa de projetos de cooperação internacional como, por exemplo, entre o Observatório Regional Permanente sobre Integração Produtiva no MERCOSUL (ORPIP) e a Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID), iniciado em 2008 (MERCOSUL, 2014).

Diante do exposto, é possível perceber que o MERCOSUL conta com uma série de mecanismos que têm impulsionado o comércio regional. Dentre eles, menciona-se a CCM do MERCOSUL responsável por divulgar e monitorar a aplicação da política comercial comum. Este órgão é composto por oito comitês técnicos, “encarregados de fazer propostas sobre assuntos específicos, tais como tarifas, normas comerciais, políticas públicas, competitividade, concorrência e defesa do consumidor”.

7. Discussão e Análise dos Resultados

Ao observar uma situação real, o caso do MERCOSUL, é possível afirmar que as OIIRs podem potencializar a aquisição das aptidões tecnológicas nacionais. A potencialização do desenvolvimento tecnológico tem se dado por meio das relações estabelecidas entre diferentes instituições, destacando-se quatro pontos principais, a saber: criação de normas, redução de custos, promoção da cooperação técnica e tecnológica, e ampliação de mercado consumidor.

No que diz respeito à criação de normas na comunidade internacional, assentado na visão construtivista, é possível observar que a interação entre os agentes no ambiente internacional é regida por um conjunto de normas e valores socialmente aceitos que se desenvolvem dinamicamente pela interação social entre as partes. Neste sentido, as OIs, como agentes burocráticos independentes, são igualmente influentes em moldar tais percepções. Além disso, verifica-se a capacidade das OIs de criarem regras que afetam direta ou indiretamente a tomada de decisão dos Estados. Em outras palavras, as OIs, por vezes, podem criar leis dentro do Direito Comunitário, como a EU. Podem criar regras de comércio que reduzem o espaço de manobra das políticas comerciais, industriais e monetárias, ou então, se opor a tais regimes,

utilizando da força conjunta de seus Estados para lutar contra a ordem vigente. Esta função no MERCOSUL pode ser vista no CMC, na RECyT e nos subgrupos de trabalho n° 7 e n° 14.

Em relação ao compartilhamento e redução de custos, observa-se a capacidade das OIs de gerirem orçamentos e fundos próprios com a finalidade de cumprir objetivos determinados. No caso da Integração Regional, por exemplo, para que os Estados possam avançar na integração, é necessário que haja também uma certa convergência em termos socioeconômicos entre os países que fazem parte da organização, e tais políticas de convergência são financiadas por meio da própria instituição com fundos provindos dos membros mais desenvolvidos e direcionados para as regiões mais necessitadas.

Como visto na situação real analisada, as OIs também podem colaborar com a criação de projetos comuns de cooperação industrial, ou institutos de educação e pesquisa comunitários. O FOCEM é a principal instituição no âmbito do MERCOSUL a desempenhar esta função, pois é a única que age diretamente no mercado financeiro, sendo a fonte dos investimentos da maioria dos projetos regionais. Contudo, outras instituições também desempenham um papel financeiro, como o SIMERCOSUL, o BIOTECSUR e o Projeto rede de Pesquisa em Biomedicina, os quais têm nos seus objetivos direcionar fundos aos projetos de P&D e capacitação humana.

Quanto à capacidade das OIs de aproximar seus membros e gerir um compartilhamento de conhecimento entre as partes, é possível observar que, ao agir sobre o mercado de conhecimento, várias OIIRs possuem programas de cooperação técnica e aprendizado entre seus membros, incentivo à programas de intercâmbio de profissionais, ou em casos mais avançados, livre circulação de profissionais. Assim, as OIs podem incentivar a cooperação tecnológica entre as partes ou ainda, criar mecanismos de uniformização de coleta de dados. No MERCOSUL esta função é desempenhada pelo SIMERCOSUL, RECyT, BIOTECSUR, e pelo Projeto de Pesquisa em Biomedicina.

Por fim, as OIIR têm a característica especial de contarem com mecanismos de integração econômica, abrindo e integrando os mercados entre os Estados-membros. Entende-se aqui que a escala e a qualidade do mercado em que as indústrias estão inseridas é fundamental para o desenvolvimento produtivo e tecnológico dos países. Além disto, a aproximação econômica entre as nações pode levar a uma integração produtiva e industrial, criando expandindo os APLs ao âmbito regional. A comissão de Comércio do MERCOSUL é o órgão mais importante em termos de guardar e promover o comércio *intrablocos*. Em termos de integração industrial, a região conta com os subgrupos de trabalho n° 7 e n° 14, subordinados ao GMC, que desenvolvem iniciativas de promoção e integração produtiva. E também tangenciando as questões de qualificação de mercado, destacam-se os programas SIMERCOSUL e o Projeto Rede de Pesquisa em Biomedicina, que ao promoverem a instrução das populações locais e, indiretamente, aumentam a renda e demanda por produtos de maior valor agregado.

Finalmente, é possível observar que o MERCOSUL conta com uma série de dispositivos institucionais para promover o desenvolvimento tecnológico de seus países-membros. Estes dispositivos agem na criação e apoio às instituições de planejamento, fomento, e produção de conhecimento, nos mercados de informações, habilidades e financeiro, e interagem com as políticas públicas para incentivar os agentes privados a investir no acúmulo de aptidões tecnológicas. Embora não tenha sido o objetivo deste trabalho, certamente a eficiência destes mecanismos deve ser analisada melhor em estudos futuros.

8. Conclusão

Com base na pesquisa bibliográfica que orientou o presente trabalho, foi possível entender como o processo de desenvolvimento tecnológico ocorre nas nações de industrialização recente e como as OIs, e especialmente as OIIR, contam com mecanismos que potencializam sua promoção.

O referencial analítico do SNI destacou os aspectos que influenciam a dinâmica dos processos de inovações típicos dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. A abordagem serviu de apoio à reflexão sobre o potencial da interação entre os agentes e as instituições de um país nos processos de produção, aprendizado e criação de novas tecnologias. Ficou destacado que grande parte do conhecimento é restrito fisicamente ao local em que foi primeiramente desenvolvido, ou seja, de forma tácita nas capacitações enraizadas nos atores e relações de cada sistema. No que se refere às OIs, foi visto que estas instituições frequentemente agem como burocracias capazes de seguir uma agenda própria, criando normas socialmente aceitas que transformam o comportamento dos Estados. Além disto, também foram analisados os processos de integração regional, observando suas funções econômicas e não econômicas na integração regional: a formação de blocos econômicos, a promoção da paz, criação de uma identidade regional, coordenação de decisões conjuntas em negociações internacionais, entre outras. O levantamento dos determinantes para o acúmulo de aptidões tecnológicas nacionais conciliou a questão do desenvolvimento tecnológico com as OIs.

No referido levantamento mereceram destaque os seguintes pontos: as instituições de planejamento de políticas públicas, de fomento à atividade industrial e tecnológica, de reprodução e produção de conhecimento; o mercado financeiro, o de informações, o de habilidades; a política comercial, a cambial, a industrial; as políticas para o mercado consumidor e as de incentivo direto ao P&D privado. Também foi demonstrado por meio de exemplos que as OIs possuem espaço para influenciar cada um destes pontos elencados.

Ao abordar a questão do desenvolvimento tecnológico dentro do MERCOSUL, desvelou-se uma série de dispositivos que fortalecem os determinantes do desenvolvimento tecnológico. Com base na apresentação e discussão de uma situação real, foi possível concluir que as OIIRs podem sim potencializar a aquisição das aptidões tecnológicas nacionais, criando normas, reduzindo e compartilhando custos, promovendo a cooperação técnica e tecnológica e ampliando e qualificando o mercado consumidor.

Com base nos dados analisados, infere-se que as OIs podem promover o progresso tecnológico ou mesmo restringi-lo. Existe espaço para a inovação e heterodoxia na criação de estratégias de desenvolvimento nacional, contudo, este espaço é restrito, tanto em termos internos, pelos os caminhos já traçados e as estruturas socioeconômicas presentes, quanto externos, pelas regras, crenças e identidades da sociedade internacional, de acordo com a teoria construtivista.

Entende-se que, governos que busquem estratégias além destes limites assumem sérios riscos, desafiando a ordem interna vigente, podendo causar instabilidades políticas internas e perda de legitimidade internacional, arriscando-se a receber represálias de outros Estados e Organizações. Assim, a discussão da eficiência de tais medidas pode motivar estudos futuros. Caberia investigar, por exemplo, se outras OIIRs, como a Associação das Nações do Sudeste Asiático e a União Europeia, possuem experiências muito diferentes em termos de órgãos e projetos, além de suas atuações efetivas quanto ao tema da cooperação internacional.

9. Referências

- Ambos, K.; & Pereira, A. C. P. (2006) *MERCOSUL e União Européia: perspectivas da Integração Regional*. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris.
- Arantes, A. P.; & Serpa, C. V. (2015) A tríplice hélice como fator de desenvolvimento regional: um estudo de casos no Brasil. *Espaços*, São Paulo, 36 (11), 17-34, 2015.
- Burns, A. (2009). Technology diffusion in the developing world. In: Banco Mundial e OCDE (Org.). *Innovation and growth: chasing a moving frontier*. OCDE Publishing, 2009. p. 169-202. Recuperado em 03 agosto, 2014, de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264073975-en>.
- Herz, M.; & Hoffmann, A. R. (2004) *Organizações Internacionais: história e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- Kim, L. (2005) *Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coréia*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Kim, L.; & Nelson, R. R. (2005) *Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Ko, Y.; & Choe, H. (2011) *Mini country report/ South Korea*. Under specific contract for the integration of INNO Policy TrendChart with ERAWATCH (20112012). Recuperado em 01 agosto, 2014, de europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/countryreports/korea_en.pdf.
- Lundvall, B.-Å. (2002) National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, 31 (2), 213-231. Recuperado em 14 fevereiro, 2015, de <http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0048733301001378?httpAccept=text/xml>.
- MERCOSUL. (2014) *Saiba mais sobre o MERCOSUL*. Recuperado em 19 maio, 2015 de <http://www.MERCOSUL.gov.br/index.php/saiba-mais-sobre-o-MERCOSUL>.
- MERCOSUL. (2018) *Fundo para a Convergência Estrutural do MERCOSUL (FOCEM)*. Recuperado em 20 junho, 2018 de <http://www.MERCOSUL.gov.br/index.php/fundo-para-aconvergencia-estrutural-do-MERCOSUL-focem>.
- Putnam, R. D. (2010) Diplomacia e política doméstica: a lógica dos jogos de dois níveis. *Revista de Sociologia e Política*, 18 (36), 147-174.
- RECYT. (2018) *Novo avanço de pesquisadores no Projeto "Investigação, Educação e Biotecnologias aplicadas à saúde"*. Recuperado em 02 janeiro, 2019, de <http://www.ibioba-conicet.gob.ar/novedades.php#143>.
- Teixeira, A. A. C. (2008) *National Systems of Innovation: a bibliometric appraisal*. Recuperado em 01 agosto, 2014 de, <http://wps.fep.up.pt/wps/wp271.pdf>.
- Zurbriggen, C.; & Lago, M. G. (2010) *Análisis de las iniciativas MERCOSUR para la promoción de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Montevideo: CEFIR.

O desempenho dos anos iniciais de atuação dos primeiros Institutos de Tecnologia e Inovação do SENAI (SC)

Beatriz Marcondes de Azevedo
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
biabizzy@gmail.com

Fred Leite Siqueira Campos
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
fred.campos@ufsc.br

Flamaryon Porto
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
flamaryonporto@gmail.com

Rolf Hermann Erdmann
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
rolf.erdmann@ufsc.br

Resumo

O aumento da concorrência no cenário global, nas últimas décadas, tem provocado adaptações e reestruturações das organizações, levando os países a buscarem estratégias para aumentarem a sua competitividade. A inovação mostra-se como diferencial na dinâmica competitiva, determinando o desenvolvimento de nações, regiões e organizações. As organizações não conseguem inovar de forma isolada, pois, além das competências internas, são necessárias competências externas que, por sua vez, requerem interação e cooperação com diferentes atores para gerar mais conhecimento. Diante disto, o presente trabalho tem por objetivo analisar o desempenho dos anos iniciais de atividades dos primeiros Institutos de Tecnologia e Inovação do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Santa Catarina (SENAI/SC) – no Brasil. No que diz respeito às políticas públicas de inovação, assinala-se que sua principal proposta está na implantação de Institutos de Tecnologia e Inovação, criando, assim, uma perspectiva positiva em relação ao Sistema Regional Catarinense. Em termos metodológicos, trata-se de um estudo exploratório- descritivo, por meio de um levantamento bibliográfico sobre o referencial analítico dos Sistemas Nacionais de Inovação, Sistemas Regionais de Inovação, e Políticas Indústrias, bem como de indicadores de desempenho dos primeiros institutos, durante o período de 2012 a 2015. Quanto aos resultados, fez-se um breve relato do surgimento do SENAI/SC e da criação de seus Institutos de Tecnologia e de Inovação. Também, analisou-se o desempenho dos primeiros institutos, sendo possível observar uma evolução das horas de serviços de tecnologia e inovação contratados pelas indústrias catarinenses, bem como identificar os principais serviços ofertados por cada um deles. Conclui-se que os Institutos Catarinenses têm se mostrado em consonância com as necessidades das indústrias, conseguindo estimular a geração de conhecimento científicos e tecnológicos.

Palavras chave

Institutos de Tecnologia e de Inovação. SENAI/SC. Desempenho Inicial.

1. Introdução

A importância mundial atribuída aos temas inovação e desenvolvimento ganhou força em função das mudanças ocorridas no início da década de 1970, quando o processo produtivo

em escala passava por transformações, do fordismo para o pós-fordismo, no qual se buscava novos avanços das firmas. Com a transição do fordismo para o pós-fordismo o capitalismo inaugura uma nova fase, chamada a Era do Conhecimento tendo como ênfase a inovação e o conhecimento (CASSIOLATO & LASTRES, 2005).

A partir da década de 1980 com a identificação da atividade inovadora da firma, Lundvall (2001), Freeman (1995) e Nelson (2006) enfatizam o processo que engloba diversos e importantes atores (empresas, universidades, institutos de pesquisas e inovação, políticas públicas e órgãos governamentais, instituições financeiras etc.) na qual as relações entre eles estabelecidas influenciariam diretamente no resultado do desempenho da inovação e desenvolvimento dos países, sendo chamada essa interação de Sistema Nacional de Inovação (SNI). O sistema de inovação equivaleria a um determinado número de organizações, cujas interações são inexoráveis ao processo de inovações.

Com base nos pressupostos apresentados, busca-se discorrer sobre a proposta dos Institutos de Tecnologia e Inovação de Santa Catarina como articulador no Sistema Regional de Inovação Catarinense, uma vez que seu objetivo é aumentar a produtividade e a competitividade da indústria catarinense pelo o estímulo da inovação, com fins de promover seu desenvolvimento.

A Federação da Indústria de Santa Catarina (FIESC) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) são atores principais do Sistema Regional de Inovação Catarinense. O primeiro reúne os sindicatos de indústria e atua como interlocutor do setor industrial do Estado. O segundo, atua com foco na formação e qualificação da força de trabalho para a indústria, desenvolvendo competências por meio da educação profissional, além de prestar serviços técnicos e tecnológicos para o setor industrial. Assentado em seu papel fundamental na formação de mão de obra para indústria e na prestação de serviços técnicos, o SENAI desempenha um papel importante no sistema de inovação, e com a implantação dos Institutos pretende ser referência em inovação e contribuir para o desenvolvimento e fortalecimento da indústria.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o desempenho dos anos iniciais de atividades dos primeiros Institutos de Tecnologia e Inovação do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Santa Catarina (SENAI/SC), buscando desvelar suas principais contribuições para o aprimoramento do Sistema Regional de Inovação Catarinense.

No que diz respeito à estruturação do trabalho, findada a introdução, apresenta-se a metodologia. Na fundamentação teórica discorre-se brevemente sobre o Sistema Nacional de Inovação, as Organizações Internacionais, o Sistema Setorial de Inovação, o Sistema Regional de Inovação e as Políticas Industriais de Inovação e, O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Na sequência, os resultados são apresentados e discutidos. Finalmente, faz-se a conclusão do estudo.

2. Metodologia

O presente trabalho é caracterizado como um estudo exploratório-descritivo, por meio de uma pesquisa bibliográfica. Num primeiro momento foi feito um levantamento bibliográfico sobre Sistemas Nacional, Setorial, e Regional de Inovação, e Políticas Industriais de Inovação, que fundamentam o referencial teórico. Entre os principais autores consultados destacam-se Lundvall (1992), Cassiolato e Lastres (2005) e Nelson (2006). Na sequência, foi realizada uma pesquisa sobre o contexto histórico do SENAI/SC, coletando dados em sítios eletrônicos da CNI e da FIESC, delimitando-se o período entre 2012-2015. Também, buscou-se dados em artigos e documentos da CNI e FIESC, que possibilitaram a apresentação da nova Política de Inovação

do SENAI/SC com a análise do desempenho das atividades iniciais dos primeiros Institutos de Tecnologia e de Inovação e a identificação de suas principais atividades no estado de catarinense.

No que diz respeito à organização, tratamento e análise dos dados, focou-se na caracterização da localização geográfica da estrutura de ciência, tecnologia e inovação catarinense e na análise do indicador horas executadas em serviços de inovação e tecnologia e outras variáveis analíticas identificadas na leitura de documentos do Programa de Desenvolvimento Industrial Catarinense disponível no site da FIESC.

3. Sistema de Nacional de Inovação

O sistema de inovação é conceituado como um conjunto de instituições distintas que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou localidade e, também, o afetam (CASSIOLATO & LASTRES, 2005). Lundvall (2001) define o sistema de inovação como sendo constituído por elementos e relações que interagem na produção, na difusão e na utilização de novos conhecimentos economicamente úteis.

De acordo com o modelo sistêmico da OCDE (1998), a capacidade de inovação de um país depende de seu sistema educacional, de seu sistema de ciência tecnologia e inovação, do seu contexto macroeconômico, de seu contexto regulatório, de sua infraestrutura de comunicação, e da dinâmica de interações entre seus atores de inovação.

A partir do Sistema Nacional de Inovação houve desdobramentos para sistemas, setoriais, regionais ou locais, que procuraram trabalhar política e interações do conhecimento de forma a agregar as instituições em um plano específico (LUNDVALL, 2001).

Conforme Nelson (2006), no que diz respeito aos atores relacionados ao sistema de inovação, são mencionados três principais: as firmas, a academia e o governo. O papel das firmas no desenvolvimento de ciência e tecnologia está relacionado com a busca do conhecimento científico e tecnológico gerado nas instituições de ensino e pesquisas e sua difusão, uma vez que viabilizam a produção e comercialização das inovações.

A academia, representada pelas universidades, centros e institutos de pesquisas, e outra entidade geradora de conhecimento científico e tecnológico, exercendo papel fundamental no sistema de inovação. Os institutos de pesquisa visam promover desenvolvimento científico, possibilitando um salto no número de bens e serviços com grau de inovação, fomentando o trânsito de conhecimento tanto para o instituto quanto para as firmas, concebendo ganhos para todo os atores do sistema de inovação.

O governo, por sua vez, é o orientador das políticas públicas voltadas à inovação. Isto diz respeito também à escolha da política monetária, fiscal e de comércio exterior com relação a importações e exportações.

Em resumo, para formação de um sistema de inovação são considerados como elementos principais as instituições (atores), redes (relações formais e informais entre os atores), as políticas (regras do jogo), os propósitos (objetivos a serem alcançados), os fornecedores (provedores de recursos) e a governança (responsável por organizar e coordenar a estrutura da rede).

4. Organizações Internacionais

As Organizações Internacionais (OIs) refletem o interesse comum de seus Estados-membros de manter um regime que seja benéfico à comunidade e que puna aqueles que descumpram as normas. São instituições que promovem e mantêm a confiança entre os

Estados, compartilhando informações e custos operacionais decorrentes da cooperação entre os membros. Avanços na política internacional, como o direito internacional por meio do sistema de Haia, e a necessidade de novas formas de resolução não-militar de controvérsias, foram fundamentais para a formação das Organizações Internacionais como parte integral da governança global.

Ao se analisar os processos de desenvolvimento das aptidões tecnológicas nacionais, percebe-se que há uma grande ênfase nas normas e instituições na criação de estratégias de desenvolvimento tecnológico, e como estas variam dependendo do que é socialmente aceito em um dado espaço geográfico e período de tempo. Portanto, sob à ótica construtivista, é possível compreender o papel que as Organizações Internacionais podem desempenhar para favorecer o desenvolvimento tecnológico de seus Estados-membros, bem como para a integração regional.

A integração regional, segundo Herz e Hoffmann (2004), é um processo dinâmico de intensificação em profundidade e abrangência das relações entre atores levando à criação de novas formas de governança político-institucionais de escopo regional. Tais atores podem ser governamentais ou não-governamentais, nacionais, subnacionais e mesmo transnacionais. Igualmente, podem se aproximar econômica e politicamente de diversas formas, por laços culturais, comerciais ou jurídicos.

Este tipo de integração vai muito além de termos econômicos, englobando também cooperação político-institucional e sociocultural. As organizações Internacionais de Integração Regional se diferenciam das outras OIs de caráter funcional devido ao seu escopo que abrange várias áreas temáticas de cooperação (AMBOS & PEREIRA, 2006).

5. Sistema Setorial de Inovação

O Sistema Setorial de Inovação não tem uma delimitação geográfica definida a priori, podendo coexistir num mesmo sistema setorial diversas regiões ou mesmo países (MALERBA, 2002). Ele pode envolver alguns aspectos que são nacionais, mas também outros que são regionais, e outros ainda que são transnacionais.

Segundo Malerba (2002), a definição do termo setor refere-se a um conjunto de firmas de constituições diferentes reunidas por processos produtivos similares, ou por grupo de produtos interligados, e que de alguma forma permutam alguma informação, ou conhecimento em comum. As fronteiras setoriais são delimitadas pela base do conhecimento, pela dinâmica da demanda, pelas ligações e complementaridades entre as atividades exercidas, bem como por produtos e tecnologias básicas em comum (FARIA, 2012).

Um dos benefícios de se estudar ou abordar o Sistema Setorial é que devido ao fato dos seus principais atores compartilharem de conhecimentos, organizações e instituições, é possível identificar de forma mais compreensível como se dá as suas ligações e o funcionamento do sistema. Tanto o conceito de Sistemas de Nacional de Inovação como o Setorial estão associados com um processo evolutivo a teoria da mudança econômica.

De acordo com Malerba e Nelson (2011), dentro do Sistema Setorial os atores são determinados por processos específicos de aprendizagem, competências, crenças, objetivos e estruturas organizacionais e comportamentais. As firmas são vistas como protagonistas, uma vez quem geram e utilizam das novas tecnologias. As outras instituições, como universidades, institutos de pesquisa e tecnologia, agências de fomento e financiamento, e organizações do governo.

Malerba (2002) assinala que para estudar e relacionar a execução e os limites de um

Sistema Setorial de Inovação se faz necessário reconhecer quatro dimensões: a demanda do mercado, características do conhecimento e o domínio tecnológico do setor, os diferentes atores e suas ligações, e a última é reconhecer as instituições relacionadas ao sistema. Tem-se assim, a configuração da dinâmica e concorrência setorial.

6. Sistema Regional de Inovação e as Políticas Industriais de Inovação

Segundo Asheim e Gertler (2006) e Zhou (2012), o Sistema Regional de Inovação consiste numa abordagem analítica multidisciplinar que pretende retratar a forma como o desenvolvimento tecnológico ocorre dentro de um território. Trata-se de um instrumento utilizado para analisar o desempenho regional e propor políticas em termos de inovação na economia regional.

Dois aspectos são destaques no que concerne à teoria e pesquisa do Sistema Regional de Inovação, o primeiro diz respeito a sua construção decorrente do Sistema Nacional de Inovação, no qual é fundamentado nas teorias evolucionárias de desenvolvimento econômico e mudanças tecnológicas, que leva em consideração as perspectivas institucionais e sociais. O segundo aspecto diz respeito a importância da proximidade dos atores, das possibilidades e benefícios em virtude da localização e concentração dos principais envolvidos, e da perspectiva de uma maior criação de difusão do conhecimento (COOKE et al., 2008).

As políticas industriais de inovação estão voltadas ao estímulo do aperfeiçoamento e qualificação de pessoas, o fomento de constituição de redes, o impulso a criação de novas instituições de ordem coletiva, ações que incentivem os atores a interagirem entre outros. As políticas industriais de Inovação devem trabalhar de forma incremental, proporcionando às indústrias um aumento quantitativo e qualitativo nos bens e serviços, tornando-as competitivas tanto no mercado interno quanto externo (CASSIOLATO & LASTRES 2005).

Conforme Lundvall (2001), o que resulta da política de inovação é o aprimoramento humano, novas formas de organização empresarial, constituição de redes e o novo papel para as empresas de serviços e universidades no seu papel de promotoras do aprendizado. A flexibilidade, interdisciplinaridade e fertilização cruzada de ideias em nível administrativo e laboratorial são importantes elementos do sucesso competitivo das empresas.

Pode-se destacar como política de inovação o estímulo de aperfeiçoamento e qualificação de pessoas, o fomento de constituição de redes, o impulso a criação de novas instituições de ordem coletiva, ações que incentivem os atores a interagirem entre outros. As políticas industriais de Inovação devem trabalhar de forma incremental, proporcionando às indústrias um aumento quantitativo e qualitativo nos bens e serviços, tornando-as competitivas tanto no mercado interno como no externo.

7. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) foi fundado em 22 de janeiro de 1942, lei 4.048, para que a indústria brasileira conseguisse obter mão de obra qualificada para atender o acelerado processo de industrialização pelo qual passava o país (CNI, 2012).

A nova instituição de ensino profissional seria mantida com recursos da indústria, e administrada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), o custeio viria de uma taxa mensal paga pelo empregador sobre cada operário empregado a ser recolhido pelo Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários, e repassado para as federações executarem a gestão do sistema de ensino profissional. Desta forma, as Federações estaduais que congregavam os

sindicatos patronais da indústria iriam gerir os departamentos regionais da nova instituição de ensino profissional.

Segundo Manfredi (2002), o SENAI iniciou suas atividades em 1944, oferecendo diversos cursos de aprendizagem, principalmente no setor metal mecânico, foi um momento crucial para a formação de mão de obra qualificada, pois existia a necessidade de abastecer produtos que não podiam ser importados. Ao longo dos anos os cursos foram mudando o ampliando seu escopo. Primeiramente, eram ofertados treinamentos de curta duração para satisfazer as necessidades de mão de obra. Depois, cursos técnicos orientados para áreas específicas, preparando jovens para o mercado de trabalho. Finalmente, foram criados cursos de nível superior (denominados cursos de tecnologia) e serviços de consultoria e assessoria, ultrapassando o limite da educação.

Desde a sua formação, o SENAI pode ser considerado como a maior rede de educação profissional do país, com formação de mão obra para os mais diversos setores da indústria. Estabelece desta forma o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial como um núcleo nacional de concepção e difusão de conhecimento aplicado ao desenvolvimento da indústria, trabalhando com a qualificação de mão de obra, serviços técnicos e tecnológicos, metrologia, serviços de laboratórios e pesquisas em diversas aéreas, tornando-o com o papel de destaque no Sistema de Nacional de Inovação.

8. Apresentação e Discussão dos Resultados

Para analisar o papel dos Institutos de Tecnologia e Inovação do Sistema Regional Catarinense de Inovação foi necessário, primeiramente, fazer um breve resgate de sua evolução histórica. Ainda, para entender como tem sido o desempenho dos referidos institutos nos seus primeiros anos de atuação, fez-se uma análise quantitativa das horas de serviços prestados por cada um deles, especificando também os principais tipos de serviços por eles prestados. Explica-se, portanto, a sequência da forma que os resultados serão apresentados e discutidos.

8.1 SENAI/SC

Com base em levantamentos bibliográficos e consulta no site do SENAI/SC (2018) foi possível observar que entre os anos de 1945 e 1962 houve uma significativa diversificação e ampliação da base produtiva no estado de Santa Catarina. Surgiram novos setores e indústrias, como papel, papelão, pasta mecânica, cerâmico, metalomecânico, de materiais elétricos e indústrias ligadas ao transporte. Para subsidiar o progresso desejado era necessário contar com organizações que promovessem o crescimento da indústria. Em 9 de novembro de 1950, o então governador do estado Celso Ramos anunciou que a Federação da Indústria do Estado de Santa Catarina havia sido reconhecida pelo Ministério do Trabalho e estava habilitada a pleitear sua filiação a Confederação Nacional da Indústria, pedido atendido em janeiro do ano posterior. Além de fazer parte da mais respeitada e importante organização patronal do país, a filiação a CNI significava a oportunidade de implantar em Santa Catarina o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, criado em 1945, e considerado como mecanismo fundamental para o efetivo desenvolvimento regional.

Por caracterizarem melhor a tradição industrial, as cidades de Blumenau, Brusque, Criciúma, Florianópolis, Joinville e Tubarão foram eleitas para a implantação das primeiras iniciativas do SENAI/SC. Em 1955 foi iniciada a construção da escola do SENAI/SC em Lages, no Planalto Serrano, projetada para operar em regime de internato. No mesmo ano, foi

inaugurada uma unidade em Blumenau, planejada para atender os alunos de cidades vizinhas, como Brusque, Itajaí, Indaial e Timbó.

Além de capacitar os operários das firmas, o SENAI/SC já se preocupava em estender o conhecimento dos gestores das firmas, entendendo que além de capacitar os operários, também era necessário capacitar quem gerenciava e coordenava os chamados chão de fábrica. A configuração da FIESC contaria também com o Serviço Social da Indústria (SESI) responsável pelo bem-estar social da indústria, e com o Instituto Euvaldo Lodi (IEL) no qual seu objetivo inicial era de promover a integração de estudantes com a indústrias, e as entidades deveriam trabalhar em consonância entre si.

Com o ambiente econômico desfavorável, na metade da década de 1980, os programas desenvolvidos pelo SENAI tiveram que ser remodelados para que pudessem atender a novas

demandas das firmas catarinenses. O esforço do SENAI de Santa Catarina a favor da profissionalização levou ao reconhecimento nacional, de acordo com levantamento feito na década junto a indústria foi elencado como o de melhor relacionamento entre firma e SENAI's no âmbito nacional.

No início do século XXI, a FIESC e o SENAI/SC como agentes promotores da evolução e transformação da indústria catarinense tiveram que se adequar a globalização que reivindicava modernização do parque industrial e qualificação do trabalhador. Dentro deste contexto, foram criados centros tecnológicos, aporte de equipamentos e parcerias com universidades. Após ter o curso de Técnico em Automação Industrial no Centro de Tecnologia em Automação e Informática (CTAI) do SENAI/SC situado em Florianópolis, em 1997 foi implantado o Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, marcando assim o ingresso do SENAI/SC na educação de cursos superiores, e aumentando sua importância como ator no Sistema Regional de Inovação.

No ano de 2003 o SENAI/SC passou a disponibilizar cursos regulares de ensino médio, articulados em horário alternativos com cursos de iniciação profissional, levando os alunos a um primeiro contato com o mercado de trabalho, e atendendo a uma agenda da indústria. O SENAI/SC participou do Programa Mercado de Carbono, na divulgação de informações e no treinamento de empresas, no Mercado de Crédito de Carbono, cujo enfoque é o corte de emissão de gases.

No contexto econômico da última década, a indústria vem enfrentando possivelmente o seu maior desafio no decorrer de sua história, com grande queda na produção e com um cenário desfavorável para exportações, com melhora do câmbio em 2015, mas em contrapartida a China que foi grande importador do país nos últimos anos reduziu as suas importações.

Para o enfrentamento da desindustrialização, ou seja, da queda da participação da indústria na composição total de riquezas, a FIESC começou a trabalhar no Programa de Desenvolvimento Industrial Catarinense (PDIC), com fins de ser um orientador para a formulação de política industrial para o estado catarinense. O PDIC é composto por indústrias, governo, instituições de ensino e o terceiro setor, e trabalha no mapa estratégico para o futuro da economia do estado, contemplando desde o estabelecimento de prioridades de ações políticas, até o desenvolvimento de respostas dirigidas aos setores portadores do futuro, e a superação de seus obstáculos.

Em função dos desafios encontrados na última década, o SENAI/SC passou a ampliar o seu atendimento a serviços técnicos e tecnológicos, atuando como fomentador de propostas inovadoras e de ingresso de tecnologia, ampliando assim seu destaque no Sistema Regional de Inovação. Sua nova atribuição como ator no sistema de inovação tem sido caracterizada por intermédio de uma rede de institutos atuando como catalisadores dentro dos sistemas nacionais

e regionais de inovações, com foco no desenvolvimento da próxima geração de pesquisadores e empresários.

A partir de 2012 foram estimuladas as ações do Movimento a Indústria pela Educação, iniciativa focada na intensificação da formação e a qualificação de trabalhadores, seus familiares e comunidade. Em 2016 passou a contar com outras entidades participantes e ganhando a denominação de Movimento Santa Catarina pela Educação.

Assim, dentro da proposta do programa SENAI de Apoio à Competividade da Indústria Brasileira, foram criados Institutos de Tecnologia (IST) e de Inovação (ISI) no estado de Santa Catarina, voltados para o aumento da oferta de formação profissional, de serviços técnicos e tecnológicos e de pesquisas em inovação para a indústria catarinense.

Especificamente em Santa Catarina, foram criados sete IST para atender os setores de alimentos e bebidas (Chapecó), ambiental e têxtil, vestuário e design (Blumenau), metalomecânica (Joinville), materiais (Criciúma), eletroeletrônica (Jaraguá do Sul), logística (Itajaí), e automação e tecnologia da informação e comunicação (Florianópolis). E três ISI: Laser e Manufatura (Joinville) e Embarcados (Florianópolis).

Em relação à localização geográfica da estrutura de ciência, tecnologia e inovação catarinense, é importante destacar a existência de Arranjos Produtivos Locais (APL). Tais aglomerações geográficas são espaços indutores de maior nível de eficiência produtiva, pois estimulam naturalmente processos interativos e favorecem o aprendizado tecnológico (BITTENCOURT & CAMPOS 2009).

8.2 Desempenho dos serviços prestados pelos Institutos de Tecnologia e de Inovação catarinenses

Em termos dos resultados da atuação dos IST e ISI catarinenses, devido à sua recente estruturação, os indicadores de desempenho qualitativos e quantitativos ainda são relativamente prematuros, entretanto, já é possível perceber que os primeiros resultados alcançados têm sido positivos.

A análise quantitativa indica que a evolução em termos de evolução do percentual das horas de serviços por eles prestados, de 2012 para 2013, foi de, aproximadamente, 11%; de 2013 para 2014, de 23%; e de 2014 para 2015, de 27%. Esses números representam um crescimento significativo considerando a desaceleração dos investimentos da indústria frente as dificuldades enfrentadas pela economia.

É importante esclarecer que o total das horas dos serviços de inovação e tecnologia apresentadas pela FIESC é composta por horas de serviços de assessoria e consultoria em processo produtivo, metrologia e serviços laboratoriais, e serviços de inovação de processos e produtos.

Em relação aos serviços de metrologia e laboratoriais, estes apresentaram um crescimento de aproximadamente 10% da média dos dois primeiros anos de atividades dos institutos em relação aos dois anteriores. Os serviços de consultoria em gestão e processo produtivo, impulsionados pelos institutos e ampliação de equipe e escopo, praticamente dobraram sua média dos dois primeiros anos do início de suas atividades, dos anos anteriores, passando de 36.294 para 71.954.

Mas o indicador mais expressivo a ser observado para analisar se os institutos em seus primeiros anos estão respondendo às suas funções, são as horas executadas em serviços de inovação de processos e produtos. Assim, é possível observar que a média de execução de horas dos dois primeiros anos dos institutos dobrou, em relação aos dois anos anteriores,

passando de 50.302 para 102.057. O destaque é o representativo aumento dos serviços de inovação do total de horas, que era de aproximadamente 24% do total dos serviços de inovação e tecnologia em 2012 e 2013 e que passaram para 30% em 2014, e 35% em 2015, mostrando significativa evolução.

Ao fazer uma análise individual do Instituto de Inovação em Sistema de Manufatura, no município de Joinville, do Instituto de Tecnologia em Logística, no município de Itajaí, e do Instituto de Automação e TIC, na cidade de Florianópolis que foram entregues 2014, já é possível observar um progresso em relação aos anos anteriores. As unidades locais dos municípios de Florianópolis,

Joinville e Itajaí, já trabalhavam com serviços de inovação e tecnologia, após a construção dos respectivos institutos, os serviços que eram realizados nas unidades migraram para os mesmos. Além dessa migração como já foi ressaltado, houve um alto investimento em infraestrutura e ampliação do escopo de serviços. Em uma análise com relação ao número de horas executadas em serviços de inovação e tecnologia, considerando que em 2011, 2012, e 2013, os serviços eram executados pela unidade do SENAI/Florianópolis, e que a partir de 2014 passou a ser executado pelo IST em Automação e TIC, a média dos dois primeiros anos do Instituto em relação à média dos três anos anteriores praticamente dobrou, passando de uma média de 17.331, para 33.699.

A evolução da distribuição de horas do Instituto de Tecnologia de Florianópolis, a partir do detalhamento da distribuição do total de horas executadas, mostra de depois de 2014 houve um crescimento de horas de serviços em tecnologia e inovação, com um salto de uma média de 5.762 de horas executadas, para 16.209.

Os principais serviços de tecnologia e inovação realizados pelo Instituto de Tecnologia em Automação em TIC no ano de 2014 foram de: em inovação de processo, de desenvolvimento de supervisão de ensaios em compressores herméticos, em inovação de produtos, no desenvolvimento de sensores automotivos, no desenvolvimento de equipamento de conferencia, no projeto do *kit dual fuel*, no desenvolvimento de scanner veterinário, no projeto de simulador de soldagem, no desenvolvimento de equipamento para foco automático do laser em máquinas de corte de chapas metálicas, e demais serviços. No ano de 2015 além da continuidade de projetos iniciados em 2014 foram agregados o desenvolvimento de sistema de monitoramento de terreno e condições ambientais, projeto de aeronave não tripulada para aerolevantamento, simulador automotivo com emissão zero, entre outros projetos.

As horas executadas em assessoria e consultoria em processos produtivos, tanto em 2014, quanto em 2015 estão vinculadas principalmente no atendimento as indústrias em serviços de consultoria de *Lean Manufacturing*, mapeamentos de processos, entre outros.

O Instituto de Inovação em Manufatura além de abrigar os serviços que já eram empregados na unidade do SENAI de Joinville, passou a ofertar um número maior de serviços em tecnologia e inovação, e trabalha com pesquisa aplicada, além de contar em sua estrutura com o Instituto em Laser que está sendo estruturado para ser efetivamente entregue.

Assinala-se que a partir do ano de 2014 quando foi entregue o Instituto de Inovação de Manufatura, houve um crescimento de aproximadamente 63% em relação ao ano anterior, e mantendo em 2015 praticamente o mesmo número de horas executadas em 2014.

No desdobramento do total das horas de execução em serviços de inovação e tecnologia do SENAI de Joinville, e Instituto de Manufatura é possível verificar um significativo crescimento de 3.480 horas em 2013, para 17.387 horas em 2014. Ressaltando que no ano de 2011, 2012 e 2013 a unidade do SENAI de Joinville atendia a indústria com serviços de tecnologia e inovação, com serviços de gestão e processo produtivo, e com serviços

laboratoriais e de metrologia, e a partir de 2014 o Instituto de Manufatura absorveu os serviços prestados, além de ampliar os serviços em manufatura, e abrigar os primeiros trabalhos em laser até a entrega do Instituto de Laser do mesmo município.

Os serviços de gestão e processo produtivo, e serviços de metrologia e laboratoriais apresentam oscilações no decorrer dos anos, não sendo possível constatar um crescimento ou diminuição destes serviços em relação ao início dos serviços do Instituto, sendo destacado a média dos serviços de inovação e tecnologia dos dois primeiros anos do Instituto, uma média de aproximadamente 17.800, em relação à média dos três anos anteriores de 3.400, um número significativamente representativo. Os principais serviços de tecnologia e inovação realizados pelo Instituto de Inovação em Manufatura no ano de 2014 foram de: em inovação de processo, de processo de prototipagem integrado ao design e criação de novos produtos em linha, em inovação de produtos, no desenvolvimento de máquina híbrida para corte aplicada a indústria automotiva, no projeto de caracterização de propriedade a quente a fadiga de ferros fundidos de alta resistência, no desenvolvimento de uma mesa de corte a laser de chapas metálicas de pequena espessura, entre outros.

No ano de 2015 além da continuidade dos projetos iniciados em 2014, foram empregadas horas no desenvolvimento de uma impressora 3D de metais compactos, no projeto de uma polia amortecedora para veículos automotivos, no desenvolvimento de um equipamento para combustão de materiais plásticos, entre outros projetos.

Os serviços de assessoria em consultoria estavam vinculados tanto em 2014, quanto em 2015 em Segurança do Trabalho e as horas de execução em laboratório vinculadas à tecnologia mecânica.

Dos institutos analisados, o Instituto de Logística localizado no município de Itajaí é o que apresentou um número menor de horas de serviços de tecnologia e inovação, mas houve um representativo aumento do número de horas totais, saindo de uma média de 4.479 para 8.021.

No desdobramento do total das horas, é possível verificar que a Unidade de Itajaí nos anos de 2011, 2012, e 2013 não possuía serviços de inovação e tecnologia, e a partir de 2014 com a implantação do Instituto de Logística, passou a executar um número pequeno de horas, avaliando que ocorreu um expressivo crescimento do número de execução de horas de serviços de gestão e processo produtivo, quando comparado a média do ano de 2011, 2012 e 2013 em torno de 4.500, para uma média de aproximadamente de 7.200 horas.

Os principais serviços de tecnologia e inovação realizados pelo Instituto de Tecnologia em Logística executados no ano de 2014, estão relacionados à inovação do processo com pesquisa de fluxo de veículo, e pesquisa de otimização de equipes de trabalho na indústria frigorífica. No ano de 2015 as horas realizadas foram em inovação de produtos, com pesquisa em simulação do processo de expedição de produtos acabados, e pesquisa de desenvolvimento de nova planta por meio de simulação computacional. Em processo produtivo tanto em 2014, quanto em 2015 foram executadas horas principalmente em consultoria de logística.

No desdobramento do total de horas de tecnologia e inovação é possível notar um salto de horas em serviços de inovação após implantação dos institutos, desta forma mostra-se um elemento importante para o para o sistema regional de inovação

Ao analisar os primeiros resultados dos institutos que estavam funcionando em 2015, é possível observar no Instituto de Automação e TIC, e no Instituto de Manufatura uma evolução nos dois primeiros anos do número de horas em serviços de tecnologia e inovação, em comparação aos três anos anteriores. Quando são desdobrados esses números fica mais

evidente, que após um aumento de escopo e oferta maior de serviços de inovação por parte do SENAI, tais serviços passaram a ser demandados.

O único instituto que apresentou uma evolução inexpressiva foi o Instituto de Logística, que no desdobramento apresentou um maior crescimento do número de horas em Serviços de Processo Produtivo. Talvez a dificuldade encontrada deva estar ligada a pouca maturidade deste instituto em serviços de tecnologia e inovação.

Com base nos dados apresentados, é possível, a partir de uma análise global prévia, constatar que a nova política industrial de estímulo a inovação do SENAI/SC tem apresentando em seus primeiros anos de atividades resultados quantitativos positivos, fundamentado esta avaliação na evolução de horas de serviços de inovação e no desenvolvimento dos seus principais projetos.

9. Conclusão

A partir dos levantamentos bibliográficos realizados ao longo deste trabalho observa-se que o estado de Santa Catarina conta com a presença de sete Institutos SENAI de Tecnologia e três Institutos SENAI de Inovação. A distribuição dos Institutos se deu por meio levando em conta a localização geográfica dos principais APL's catarinenses e a demanda da indústria no estado. Em 2015, momento em que foi feito a coleta de dados, estavam em operação, o Instituto SENAI de Tecnologia em Automação e TIC em Florianópolis, o Instituto SENAI de Inovação em Joinville, o Instituto SENAI de Tecnologia em Logística em Itajaí, e o Instituto SENAI de Tecnologia Ambiental em Blumenau. Os demais Institutos já estavam atuando, mas não em sua totalidade, pois faltavam concluir seus investimentos em infraestrutura, e contratação de mão de obra.

A análise realizada se deu em cima dos primeiros resultados expressos em horas de execução de serviços de tecnologia e inovação, demonstrados pelas horas executadas pelo SENAI/SC, frente aos anos anteriores antes da implantação dos institutos. Observou-se, portanto, que houve um aumento significativo, e que o detalhamento destas horas indicava um crescimento de execução maior em serviços de inovação.

Os primeiros institutos entregues em 2014 também foram analisados, e mostraram uma evolução frente aos anos anteriores, assim como a descrição dos principais projetos em desenvolvimento, o que demonstra um elemento importante no sistema regional de inovação. A evolução dos serviços de tecnologia e inovação foi verificada por meio do indicador horas contratadas pela indústria.

Essas horas evidenciaram a existência de uma demanda que os Institutos de Tecnologia passaram a atender a partir de 2014, reforçando a sua importância como fomentador de inovação.

De uma forma geral as propostas, assim como os primeiros resultados iniciais dos Institutos Catarinenses mostram-se em consonância com as necessidades das indústrias, empreendedores, universidades, institutos de pesquisa, e instituições promotoras de fontes de fomento, em estimular a geração de conhecimento científico e tecnológico. O fortalecimento do alinhamento interno, sobre a importância do trabalho em rede, assim como uma melhor interação com a indústria, e academia, poderá levar os Institutos do SENAI/SC ainda um patamar maior, cujo objetivo é fortalecer a competitividade da indústria.

10. Referências

- Asheim, B.; & GERTLER, M. S. (2006). The geography of innovation. Regional innovation systems. In: Fagerberg, J, Mowery, D. C & Nelson, R. R. (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press: Oxford.
- Bittencourt, P. F. (2006) *Dinâmica da inovação e arranjos produtivos locais: uma análise da distribuição da atividade industrial em Santa Catarina*. (Dissertação de Mestrado em Economia) – Florianópolis, UFSC/Curso de Pós- Graduação em Economia.
- Bittencourt, P. F.; Campos, R. R. (2009) Diversificação de estruturas industriais localizadas: um estudo de caso para o estado de Santa Catarina. *Revista de Economia*, Curitiba, 35, 33-59.
- Cassiolato, J. E.; Lastres, M. H. (2005) Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. *Perspectiva*, 19 (1).
- Confederação Nacional da Indústria (CNI). *História do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)*. 2012. Retirado em 10 agosto, 2015, de <http://portaldaindustria.com.br/cni/institucional/2012/03/1,1741/historia.html>.
- Cooke, P. et al. (2008) Regional innovation systems: origin of the species - *Int. J. Technological Learning, Innovation and Development*, 1 (3).
- Fremann, C. (1995) The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*. Cambridge, 19, 19-24. Faria, L. G. D. (2012) *A coevolução dos elementos do Sistema Setorial de Inovação do setor automotivo*. São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Federação da Indústria de Santa Catarina (FIESC). *Institutos de Tecnologia e Inovação*. 2015. Retirado em 10 agosto, 2015, de fiesc.com.br/servicos/institutos-de-tecnologia-e-inovacao.
- Lundvall, B-Å. (2001) *Políticas de inovação na economia do aprendizado*. *Parcerias Estratégicas*, 10, 200-218. Malerba, F. Sectoral systems of innovation and production. TSER ESSY Project (Sectoral Systems in Europe: innovation, competitiveness and growth). In: *DRUID Conference on National Innovation Systems, Industrial Dynamics and Innovation Policy Rebuild*, june 9-12, 2002. Retirado em 02 maio 2018, de http://www.druid.dk/uploads/tx_picturedb/ds1999-69.pdf.
- Malerba, F.; Nelson, R. (2011) Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six Industries. *Industrial and Corporate Change*, 20 (6) 1645-1675.
- Manfredi, S. M. (2002) *Educação profissional no Brasil*. São Paulo: Cortez. Nelson, R. R. (2006) *As fontes do crescimento econômico*. Campinas: UNICAMP.
- Zhou, Y. (2012) *Determinants of regional innovation capacity in China*. Queensland University of Technology, Brisbane, 2012. Retirado em 14 maio 2016, de <http://eprints.qut.edu.au/60822/>.

Directrices estratégicas para la cadena productiva de piña (Ananas comosus) en Colombia: alineación con la planificación sectorial y regional.

Diego Hernando Flórez Martínez

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Sede central, Oficina Asesora de Planeación y Cooperación Institucional, Departamento de Articulación Institucional, Colombia
dhflorez@agrosavia.co

Sandra Paola González Cerón

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Sede central, Oficina Asesora de Planeación y Cooperación Institucional, Departamento de Articulación Institucional, Colombia
spgonzalez@agrosavia.co

Diana María Ruíz Ramírez

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Sede central, Oficina Asesora de Planeación y Cooperación Institucional, Departamento de Articulación Institucional, Colombia
druiz@agrosavia.co

Claudia Patricia Uribe Galvis

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Sede central, Oficina Asesora de Planeación y Cooperación Institucional, Departamento de Articulación Institucional, Colombia
curibe@agrosavia.co

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar los principales resultados obtenidos en el proyecto de investigación “Perspectivas Tecnológicas y comerciales del cultivo de piña en Colombia” el cual es insumo para el fortalecimiento de la cadena productiva de la piña, así como su planificación estratégica alineada con los objetivos de la política sectorial y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). El desarrollo de este trabajo comprende el diseño y adaptación de una metodología de gestión tecnológica, basada en la integración de herramientas de análisis del entorno como vigilancia del entorno, vigilancia tecnológica, vigilancia comercial, benchmarking analítico y análisis estratégico, estructurada en cinco fases. Esta integración permite que los resultados obtenidos en cada una de las fases alimenten a las fases siguientes y realimenten a las fases precedentes. Dichos resultados constituyen en sí mismo, elementos clave para la toma de decisiones para la cadena productiva, con relación al potencial productivo y exportador; participación, colaboración y visibilidad de la producción científica, marco normativo multinivel para la cadena productiva y un análisis comparativo de entornos productivo, comercial, normativo y tecnológico que converge en la formulación y clasificación de brechas específicas.

Finalmente, de manera conjunta estos resultados convergen en la definición de directrices y retos de corto, mediano y largo plazo que permiten orientar el accionar de la cadena productiva frente a su contribución a los objetivos sectoriales, nacionales y regionales, estos últimos con relación a los ODS.

Palabras clave

Gestión tecnológica, inteligencia competitiva, cadenas productivas, planificación estratégica, benchmarking.

1. Introducción

La complejidad y la dinámica actual del sector agropecuario colombiano se refleja en los más de 240 cultivos agrícolas y 10 sistemas de producción pecuaria que abarcan cerca de 114,2

millones de hectáreas productivas (38% de la superficie del territorio nacional) (DANE, 2018), que lo convierten en uno de los motores de la economía nacional. Durante el año 2017 el sector agropecuario contribuyó al Producto Interno Bruto (PIB) colombiano en un 6.5% con una variación de 4,9%, por encima del promedio nacional que fue 1,8% (MADR, 2017).

Este crecimiento se ve reflejado también en el comportamiento de los indicadores productivos sectoriales, que presentan un comportamiento favorable con cifras consolidadas a 2017 de: 4,94 millones hectáreas sembradas de productos agrícolas; 4,99 millones de hectáreas cosechadas; 56,9 toneladas de productos agrícolas; 22,46 millones de cabezas de ganado bovino, 829.571 cabezas de ganado caprino, 5,2 millones de cabezas de ganado porcino, 1,03 millones de cabeza de ganado ovino, 164,2 millones de cabezas de pollos y 113.681 colmenas de abejas; 7,1 millones de toneladas de leche bovina, 752.969 toneladas de carne bovina, 4.785 toneladas de carne caprina, 355.000 toneladas de carne porcina, 3.063 toneladas de carne ovina, 1,56 millones de toneladas de pollo, 799.000 toneladas de huevos y 3.540 toneladas de miel natural (FAO, 2019).

En comercio internacional del sector agropecuario colombiano en 2017 alcanzó la cifra de 7.349 millones de dólares, es decir, un 19,4% del total de las exportaciones nacional de mercancías (OMC, 2019). Si bien los tres principales productos de exportación son los derivados del petróleo, el café y las flores, se ha presentado una dinámica creciente en otros productos como frutas, azúcares y productos de confitería, entre otros (Trademap, 2019). En importaciones agropecuarias en 2017 se registró un valor por 6.527 millones de dólares correspondientes al 14,16% del total nacional, siendo el sector con mayor número de exportaciones principalmente cereales como trigo, maíz, arroz y cebada, así como aceites y grasas vegetales (OMC, 2019).

Este panorama productivo y económico ha tenido en la ciencia, tecnología e innovación (CTeI) un componente estratégico, orientado a incrementar la productividad y competitividad del sector. A 2017 el Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT) reporta para Colombia una inversión de 0,244% del PIB en actividades de investigación y desarrollo (I+D)¹, y del 0,674% en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI)². En esta misma línea para el sector agropecuario los Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (ASTI) reportan una inversión del 0,79% en ACTI con respecto al PIB agropecuario, por debajo del promedio de la región de 1,15% (OCyT, 2018; ASTI, 2013).

Para poder seguir potenciando esta dinámica productiva coadyuvada por las dinámicas de la CTeI, se han generado mecanismos e instrumentos de política pública que permiten orientar acciones que contribuyan a los objetivos sectoriales y por extensión a los objetivos regionales. Los dos principales instrumentos son el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario -PECTIA- y la Agenda Dinámica Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación³ (Agenda de I+D+i). Estos dos instrumentos establecen el marco orientador de la financiación, formulación, ejecución y evaluación de proyectos y acciones en I+D+i. El PECTIA plantea cuatro objetivos sectoriales que tienen una correspondencia específica con las acciones sectoriales (ver Figura 1.), para contribuir a los ODS.

¹ El indicador de % del PIB en I+D hace referencia al esfuerzo realizado en actividades de investigación y desarrollo experimental. Comprende inversión tanto pública como privada.

² El indicador de % del PIB en ACTI hace referencia a la inversión en actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Comprende inversión tanto pública como privada.

³ 52 agendas de I+D+i para 37 cadenas productivas con enfoque nacional entre 2011 y 2014, y entre 2014 y 2018 se actualizaron 73 agendas de I+D+i para 43 cadenas productivas, con énfasis territorial, amplia participación de los actores y cobertura en 29 departamentos (Flórez y Uribe, 2018).

Figura 1 Relación objetivos sectoriales – ODS



Fuente. Tomado de Flórez-Martínez & Uribe-Galvis, 2018.

Uno de los productos agropecuarios priorizados en el PECTIA y en la Agenda de I+D+i es la piña⁴ o ananá o abacaxi (*Ananas comosus* L.), uno de los cultivos de frutales con la mayor dinámica de crecimiento en producción, áreas cultivadas y diversificación de productos y subproductos derivados de las actividades de cosecha, poscosecha y transformación⁵. Actualmente, el país cuenta con 15.513.746 ha aptas para el cultivo de la piña, es decir un 39% de la frontera agrícola (SIPRA, 2019).

El presente trabajo contempla la implementación de herramientas de gestión estratégica contemporánea, orientadas a fortalecer las dinámicas del cultivo de piña en Colombia y definir acciones que contribuyan a la formalización de su cadena productiva, aporten a los objetivos del PECTIA y por extensión a los ODS.

En las secciones siguientes se desarrollan el diseño metodológico, los resultados y análisis y finalmente las conclusiones de la investigación.

2. Diseño metodológico

La metodología abordada en esta investigación tiene como base la línea de conocimiento de Inteligencia competitiva (IC). La IC permite según Gibbons & Prescott desarrollar: “...el proceso de obtención, análisis, interpretación y difusión de información de valor estratégico...” (Gibbons & Prescott, 1996). Para el caso de la cadena productiva de la piña la IC se orienta a la definición de directrices de corto plazo (Cp), mediano plazo (Mp) y largo plazo (Lp).

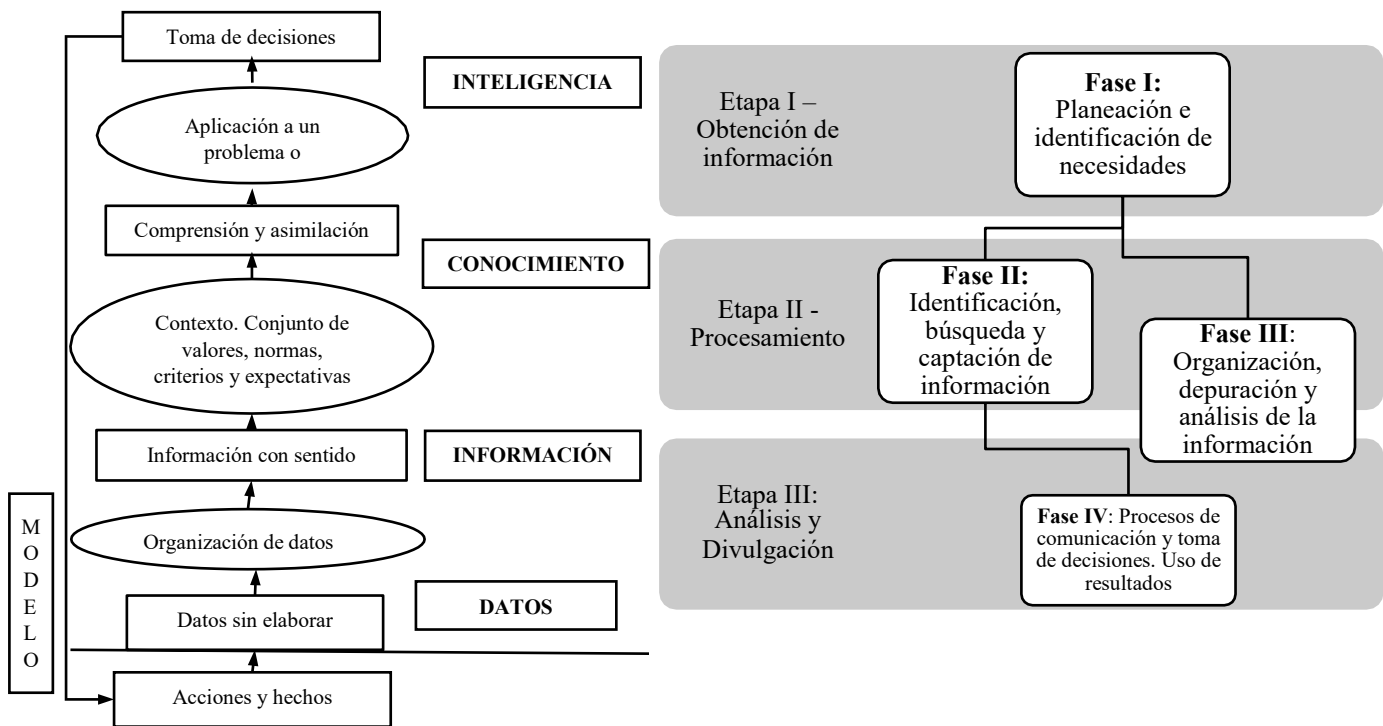
La IC es en sí misma un proceso estratégico que integra herramientas de gestión de la

⁴ 103 demandas de I+D+i

⁵ La piña hace parte del programa Agro Exporta, del Gobierno, y en el Valle y el Cauca tuvo una inversión de \$3.485 millones de pesos en el 2018 (Aproximadamente 3,5 millones de USD).

información bajo un esquema de interacción y un marco de referencia puntual. El referente teórico de la metodología se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Proceso de IC para herramientas de gestión estratégica



Fuente. Elaborado a partir de Cetisme (2002), Vargas & Castellanos (2005), Torres, Florez Martinez, Castellanos, & Contreras (2009) y Sánchez & Palop (2002).

A partir de este referente la metodología de trabajo diseñada, comprende cinco fases secuenciales: (1) Análisis del entorno de la cadena, (2) Vigilancia Tecnológica, (3) Vigilancia comercial, (4) Benchmarking y (5) análisis estratégico.

2.1 Análisis del entorno de la cadena

El análisis del entorno integra las herramientas de caracterización y vigilancia del contexto. Se identifican los elementos clave del contexto de la cadena productiva, a partir del análisis de documentos de política pública, diagnósticos previos desarrollados por entidades nacionales e internacionales y sitios web con información clave.

2.2 Vigilancia Tecnológica – Escaneos tecnológicos

La vigilancia tecnológica, es una herramienta que permite la adquisición, el empleo y uso de información secundaria sobre dinámicas, tendencias, relaciones y tópicos de la variable tecnológica (Aguilar, 1967; Choo, 2001; Choo & Auster, 1993), sustentada en la intervención de expertos con conocimientos del sistema y su entorno (Castellanos Domínguez, Fúquene Montañez, & Ramírez Martínez, 2011).

2.3 Vigilancia Comercial

La vigilancia comercial permite analizar las tendencias y dinámicas del entorno de negocios de la cadena productiva con el objetivo de determinar oportunidades y amenazas, así

como el desarrollo de nuevos productos, procesos de comercialización y alianzas cliente-empresa-proveedor (Escorsa y Maspons, 2001; Castellanos et al., 2011; Torres et al., 2009).

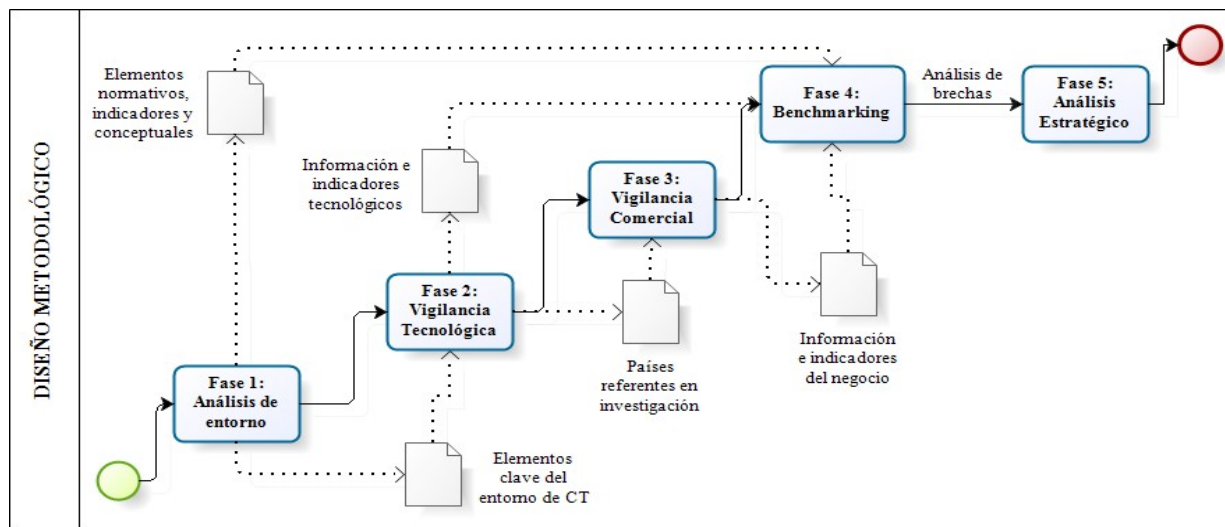
2.4 Benchmarking

El Benchmarking⁶ es un conjunto de procedimientos mediante los cuales una organización, empresa o país compara su desempeño actual frente a referentes homólogos. Para el caso específico de las cadenas productivas permite identificar las mejores prácticas en entornos productivos afines (desempeño superior dentro de una actividad en el mismo sector) (Castellanos, Torres, & Rosero, 2005); en el caso de la cadena de piña se valora la brecha actual frente a los referentes.

2.5 Análisis estratégico

Teniendo como base los resultados obtenidos en las fases anteriores se diseñan directrices de corto, mediano y largo plazo, alineadas con los objetivos sectoriales y por extensión con los ODS.

Figura 3. Diseño Metodológico



Fuente. Elaboración propia en Bizagi®

3. Resultados y análisis

El objetivo de esta sección es presentar para cada una de las fases del diseño metodológico los resultados y el análisis respectivo. Teniendo en cuenta que este artículo se diseña como elemento de divulgación a la comunidad científica y académica de los resultados más relevantes del proyecto de investigación “Perspectivas tecnológicas y comerciales de la cadena productiva de la piña en Colombia”.

3.1 Análisis del entorno

Los principales elementos identificados en esta fase permiten evidenciar la importancia de

⁶ La American Productivity and Quality Center (1992) define el Benchmarking como el proceso de identificación, aprendizaje y adaptación de prácticas y procesos sobresalientes de cualquier organización, en cualquier parte del mundo, para ayudar a otra organización a mejorar su desempeño

la piña para el sector agropecuario, desde los entornos socioeconómicos, científico-tecnológico y político- normativo.

Tabla 1. Elementos clave

Entorno	Elementos clave	Fase de uso
Socioeconómico	<p>El centro de origen y diversidad de la piña se ubica en Suramérica y las Antillas (Bartholmee, Paull, & Rohrbach, 2003); (Leal, 1997)).</p> <p>El elevado consumo de piña en el mundo se debe a su jugoso, delicioso, aromático sabor, consecuencia de un balance sensorial ácido-dulce, con colores que varían de blanco crema a amarillo. La piña es una importante fuente de azúcares, ácidos orgánicos, minerales esenciales, fibra y vitaminas para la nutrición humana (de Begoña, Sánchez-Moreno, & González-Aguilar, 2017)</p> <p>La piña se consume principalmente en fresco (El 70% de la producción de piña se consume en los países productores), troceada, tajada, en jugo o congelada (paletas) y en pulpa; para alimentación animal la utilización de subproductos del cultivo de piña, de su proceso de enlatado y extracción de jugo, se ha convertido en una alternativa para la agroindustria (FAO, 2004)</p> <p>Los principales subproductos de la piña son cascaras (generación de etanol), corazones (bebidas alcohólicas), tallos (procesos de fermentación), bromelina (industria de alimentos, farmacéutica, textil y cosmética), (Dorta & Sogi, 2017).</p>	Vigilancia comercial
Científico-tecnológico	<p>Generalmente las variedades de piña están distribuidas a través de las zonas tropicales y la producción de semilla es poco frecuente, toda vez que presentan fertilidad combinada reducida con auto incompatibilidad. (Coppens-d'Eeckenbrugge & Leal, 2003).</p> <p>Existen al menos 100 variedades de piña (de Begoña, Sánchez-Moreno, & González-Aguilar, 2017). Solo de seis a ocho son cultivadas comercialmente; de esta la variedad "Smooth Cayenne" presenta un poco más del 70% de la piña cultivada en el mundo. Acorde con la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), su base de datos de variedades protegidas abarca 80 registros para piña.</p> <p>La agroindustria de la piña genera diferentes desperdicios durante su procesamiento, cascaras entre el 30-42%, los núcleos o corazones entre el 9-10%, los tallos entre un 2-5% y la coronas o hojas entre el 2-4%; siendo los desperdicios en proporción en peso (Ketnawa, Chaiwutb, & Rawdkuen, 2012).</p> <p>Sociedad internacional de ciencias hortícolas (ISHS) ha generado un grupo de trabajo específico para piña. A la fecha se han realizado nueve simposios desde 1993 en Honolulu-Hawái, Estados Unidos, hasta 2017 en la Habana-Cuba. Las principales áreas temáticas trabajadas en el simposio son: Manejo sanitario y fitosanitario (72 trabajos), Material de siembra y mejoramiento genético (61 trabajos), Manejo cosecha, poscosecha y transformación (52 trabajos), Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial (45 trabajos), Fisiología vegetal y nutrición (40 trabajos) y Calidad e inocuidad de insumos y productos (30 trabajos).</p>	Vigilancia tecnológica
Político-normativo	<p>Ley 811 de 2003 y 607 de 2000 para la conformación de cadenas productivas.</p> <p>Ley 1253 de 2008 acerca de los lineamientos de política nacional para la productividad y competitividad, CONPES 3484 de 2007, política nacional de transformación productiva y promoción de las micro, pequeñas y medianas empresas, CONPES 3527 de 2008, política nacional de competitividad y productividad, CONPES 3582 de 2009 referido a la política nacional de ciencia y tecnología, CONPES 3533 de 2008, sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008-2010.</p>	Benchmarking

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Vigilancia comercial

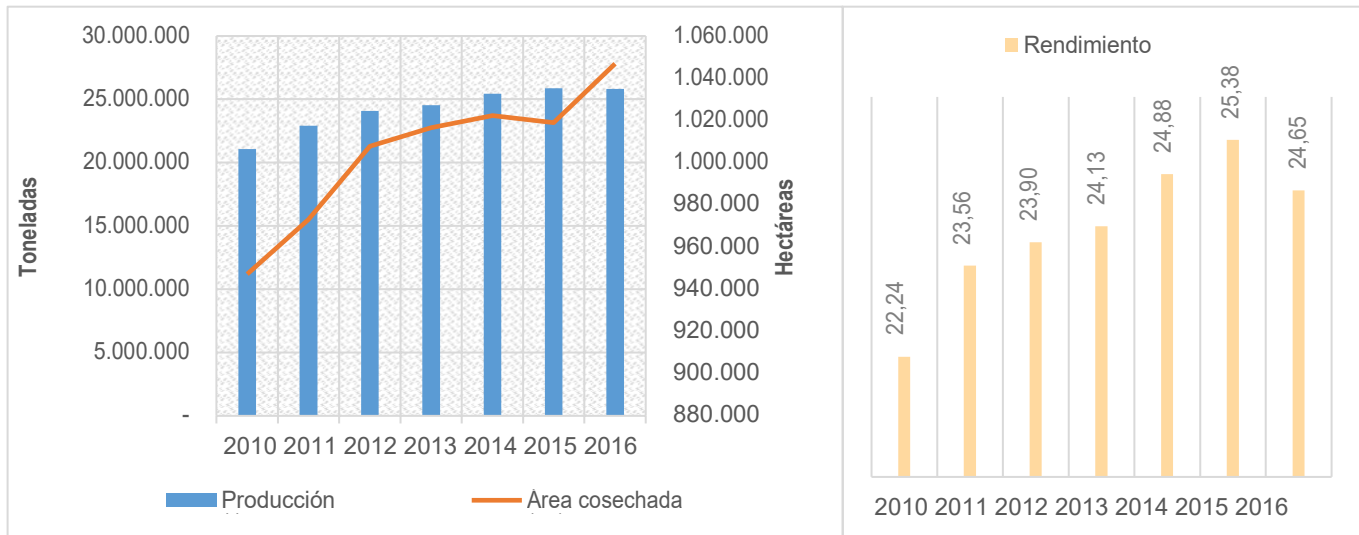
El objetivo de esta sección es presentar la dinámica comercial de la piña como fruta tropical en el contexto mundial y nacional durante los últimos cinco años. Se identificaron los principales países referentes en producción, área cosechada, rendimiento, exportaciones e

importaciones. Se analiza la piña en el contexto nacional identificando los principales departamentos productores y el enfoque de su balanza comercial. La información presentada se enfoca en tres tipos de productos, piña en fresco, conservas de piña y jugos de piña.

- Referentes internacionales

Para el cultivo de piña en el mundo la Figura 4 se presenta el comportamiento del área cosecha, la producción y el rendimiento durante el periodo comprendido entre 2010 y 2016.

Figura 4. Área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de piña en el mundo.



Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de la FAO <http://www.fao.org/faostat/>, consultada en enero de 2018.

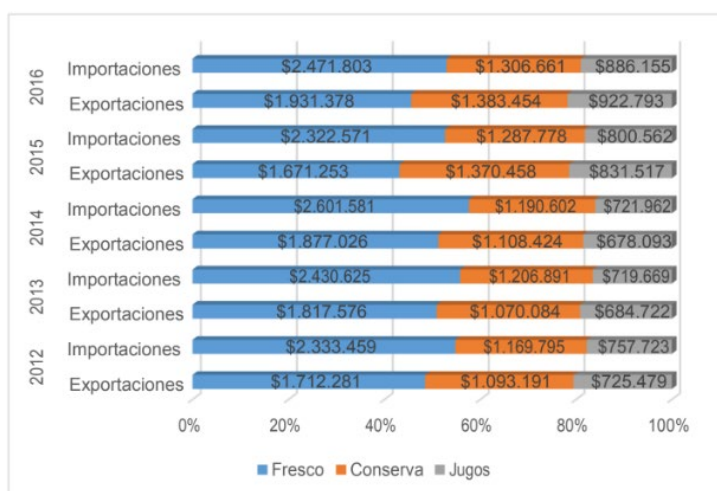
El comportamiento de la producción de piña en el mundo ha presentado una tendencia creciente desde 2010, pasando de cosecharse 947.710 ha correspondientes a 21,064 millones de toneladas; a cosechar en 2016 1.046.901 ha correspondientes a 25,805 millones de toneladas. El rendimiento promedio de los cultivos ha oscilado entre 22,24t/ha y 25,38t/ha.

Los principales países productores de piña en el 2016 fueron Nigeria con 195.878ha cosechadas, seguido por India con 110.000ha, China con 75.617, Tailandia con 74.585 y Brasil con 68.699ha., Colombia registro 18.390ha cosechadas. La dinámica muestra una tendencia creciente en estos países, siendo el caso de Colombia y Angola los más representativos.

En relación a la producción neta, Costa Rica es el líder mundial pasando de producir en 2010, 2,312 millones de toneladas a producir 2,93 millones de toneladas en 2016. Brasil y Filipinas disputan el segundo lugar con valores cercanos para el 2016 de 2,69 y 2,61 millones de toneladas respectivamente. Colombia aparece en 2016 con una producción de 755.971 toneladas. Todos los países presentan una tendencia creciente con excepción de Indonesia que presentó entre 2015 y 2016 un descenso en su producción de 1,396 millones de toneladas a 1,729 millones de toneladas.

La dinámica comercial de la piña se analiza desde la comercialización del producto en fresco, jugos y conservas, dado que es el portafolio principal de su agronegocio. En la figura 5 se presentan las exportaciones e importaciones en valor durante el periodo 2012-2016.

Figura 5. Exportaciones e importaciones mundiales en valor de piña en fresco, conserva y jugo



Fuente. Elaborada a partir de información disponible en <https://www.trademap.org/>; consultada en enero de 2018.

En relación a la piña en fresco, se presenta un comportamiento creciente en las exportaciones pasando de 1.712 billones de dólares en 2012 a 1.931 billones de dólares en 2016 equivalentes a 3,6 millones de toneladas. En cuanto a las importaciones también se observa un incremento, alcanzando en el 2016 3,52 millones de toneladas equivalentes a \$2,471 billones de dólares.

Costa Rica es el principal referente exportador, participando con el 46,87% y 56,07% en valor y cantidad respectivamente. Le siguen Filipinas con 11,77% y 15,74% y Holanda (re-exportador) con 11,77% y 6,81%. En cuanto a las importaciones en 2016 el líder es Estados Unidos que abarca el 30,57% y 29,19% de las importaciones en cantidad y valor.

Las exportaciones e importaciones mundiales de conserva de piña, presentan un comportamiento estable, donde para 2016 las exportaciones en valor ascienden a 1,38 billones de dólares y las importaciones a 1,31 billones de dólares.

Uno de los principales países exportadores de conserva fue Tailandia con 494.474 t equivalentes a \$590,41 millones de USD; seguido por Filipinas con 374.390 t equivalentes a \$341,47 millones de USD; en tercer lugar, Indonesia con 123.485 t equivalente en valor a \$152,49 millones de dólares. Con respecto a las importaciones el mercado se concentra en Estados Unidos y Europa (Alemania, España, Rusia, Holanda y Reino Unido).

El otro producto transformado de relevancia son los jugos de piña. La dinámica presenta un comportamiento creciente en valor, dado que en 2016 son las mayores del periodo, equivalentes en valor a \$886 millones de dólares. En donde Costa Rica es el líder exportador en jugo de piña \leq a 20°Brix con 178.654t equivalentes a \$122.482 millones de dólares; seguido de Holanda y Bélgica con 50.170t (42,24 millones de USD) y 34.308t (29,414 millones de USD) respectivamente. En cuanto a el jugo $>$ 20° Brix, Tailandia con 85.170t equivalentes a \$181,6 millones de USD es el principal exportador, seguido por Holanda y Filipinas, 53.117t (\$118,91 millones de USD) y 172.617t (\$89,701 millones de USD).

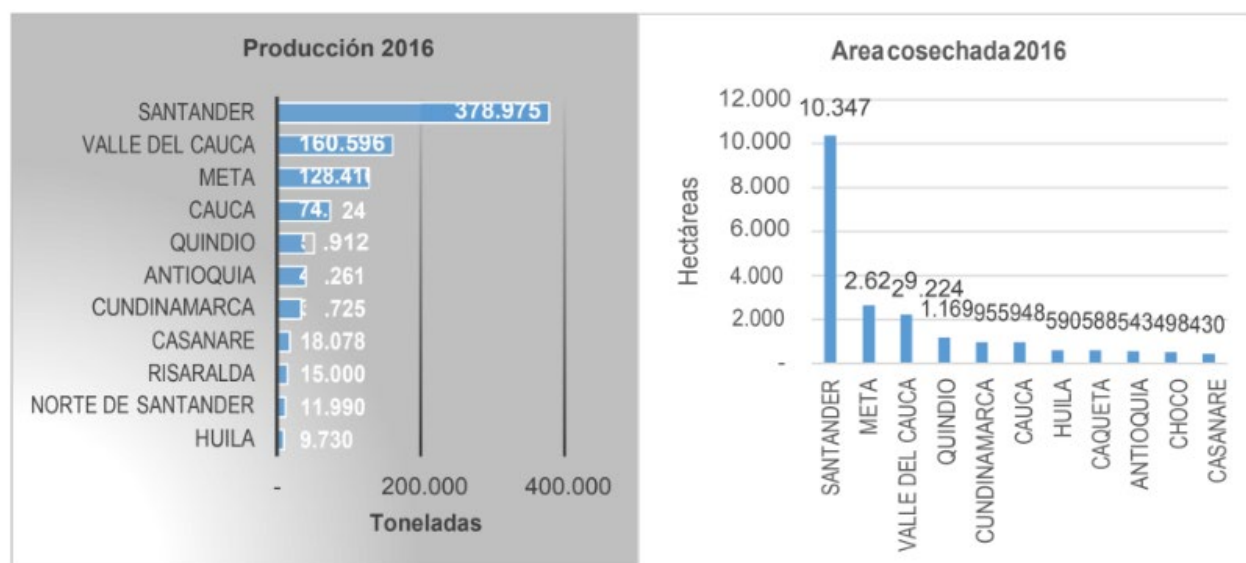
El principal mercado importador, tanto para el jugo de piña \leq a 20°Brix como para el jugo $>$ 20° Brix, es el europeo (Alemania, Francia, Bélgica y Holanda, siendo estos dos últimos re-exportadores) y el mercado de Estados Unidos.

- Referentes Nacionales

La producción como el área cosechada de la piña en Colombia ha mostrado tendencia al aumento, llegando a valores de 980.082 toneladas producidas, en el año 2016 y 23.422 hectáreas cosechadas en el mismo año, presentando incremento del 62% entre 2013 y 2016. El rendimiento promedio de los cultivos ha oscilado entre 39,20 t/ha y 41,85t/ha para el 2016. El comportamiento en el área sembrada fue creciente desde el 2012 con 18.509 hectáreas hasta el 2016 con 26.802 ha, es decir aumento el 45% en el periodo.

La piña es cultivada en 30 de los 32 departamentos del territorio colombiano siendo en 2016 los principales productores Santander (39%), seguido por Valle del Cauca (16%) y Meta (13%) como se observa en la Figura 6.

Figura 6. Área cosechada y producción de la piña por los principales departamentos



Fuente. Elaboración propia a partir de información estadística de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA)-MADR, 2016

Los departamentos que registran rendimientos altos son: Cauca (78t/ha), Risaralda (75 t/ha), Antioquia (74t/ha), Valle del Cauca (72 t/ha) y Tolima (56t/ha). Cauca, aunque presenta un rendimiento alto, reporta un área cosechada baja para este producto de 948 hectáreas para el 2016.

La dinámica comercial de la piña en el nivel nacional se analiza igual, desde la comercialización del producto en fresco, jugos y conservas.

Las exportaciones de piña en fresco presentan un comportamiento creciente alcanzando los de 9.768 miles de dólares en 2016. Con relación a las importaciones entre 2012 y 2014 las importaciones aumentaron alcanzando 340 toneladas que corresponden a 139 miles de dólares y entre 2014 y 2016 mostraron una disminución considerable llegando a 1 tonelada en este último año correspondiente a 23 miles de dólares.

Actualmente, los principales países de destino son Chile, al cual se han exportado 2.979 toneladas, Italia y Estados Unidos para el 2016. En cuanto a las importaciones, el principal país de donde provienen es Bolivia.

En cuanto a productos transformados las exportaciones e importaciones de conserva de piña presentan un comportamiento variable, donde se registra un aumento de las exportaciones 441 miles de dólares en el 2012 a 829 miles de dólares en el 2016. En el caso de las

importaciones se reporta un incremento del 2012 al 2014 alcanzando los 570 miles de dólares, entre 2014 y 2016 mostraron una disminución alcanzando los 423 miles de dólares.

Para el 2016, el principal exportador de conservas de piña fue Estados Unidos con 596 miles de dólares; seguido por Panamá y Francia. Con relación a las importaciones el mercado de conserva de piña tiene en Tailandia al principal importador con 377 miles de dólares, seguido de Indonesia y Filipinas. Lo que nos permite concluir que la focalización del mercado importador de este producto transformado se encuentra en el mercado asiático.

Finalmente, las exportaciones e importaciones de jugo de piña entre 2012 y 2016, presentan un comportamiento variable principalmente en las exportaciones, dado que entre 2012 y 2014 paso de 97 miles de dólares a 9 miles de dólares, en el 2015 aumenta a 137 miles de USD y en el 2016 presenta una caída alcanzando los 28 miles de dólares.

En el caso de las importaciones se reporta un aumento entre 2013 y 2016 pasando de 577 miles de USD a 1.451 miles de dólares.

Para analizar los mercados exportadores e importadores del jugo de piña, es necesario diferenciar entre las dos partidas arancelarias 200941 (Brix \leq 20 a 20°C) y 200949 (Brix $>$ 20 a 20°C). En el caso del jugo de piña \leq a 20°Brix, los principales mercados importadores son Francia con 7 miles de USD, seguido por México. Con relación a los exportadores el principal es Estados Unidos con a 20 miles de dólares.

En cuanto al jugo $>$ 20° Brix, los principales mercados importadores, que en este caso es el mercado europeo con Países Bajos que reporta 768 miles de USD y Alemania con 596 miles de dólares. En el caso de mercado exportador es principal es Perú con 8 miles de dólares.

Esto permite observar, en el caso de los principales importadores, para cualquiera de las dos partidas el mercado europeo es el más atractivo.

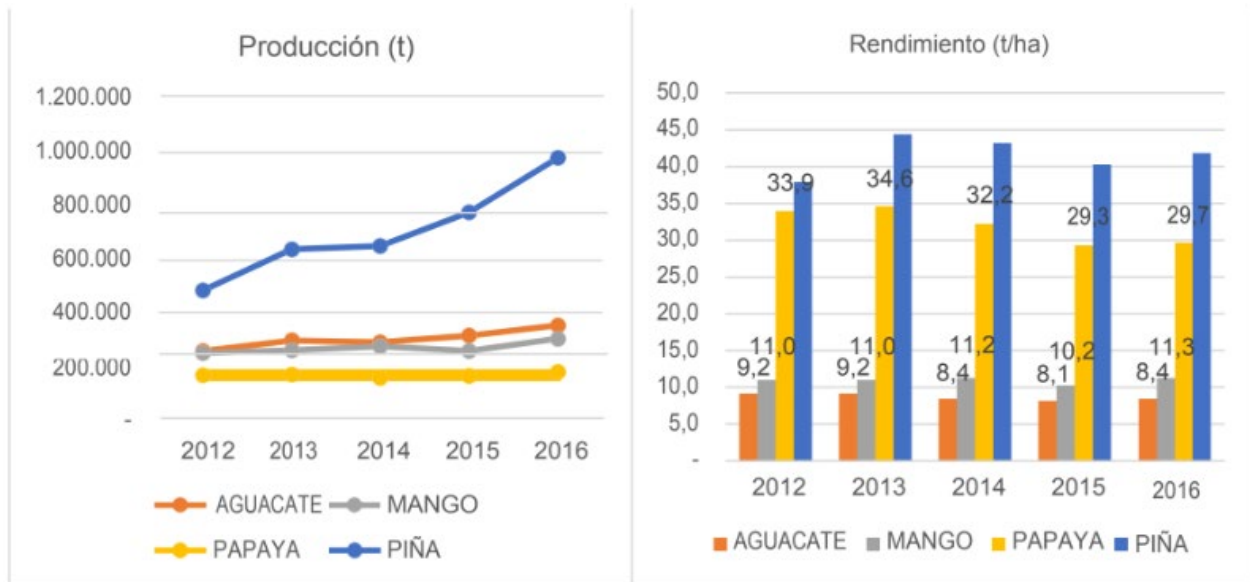
- La piña en el contexto comercial de frutas tropicales

Las frutas tropicales son consideradas en muchos países como productos que contribuyen al crecimiento del país, por lo cual es importante realizar un análisis de las principales frutas tropicales frescas en el país y que son tendencia a nivel mundial: papaya, mango, aguacate y la piña.

La piña tiene la producción más alta a nivel nacional dentro del grupo de las frutas tropicales con 54%, seguido por aguacate con 19% y en tercer lugar está el mango con 17% durante el 2016. Lo que significa que desde hace unos años la piña se ha convertido en una de las principales frutas dado el aumento en la demanda a nivel mundial. Adicionalmente se destacan los departamentos de Santander, Valle del Cauca y Meta como los productores principales de estas frutas tropicales.

En cuanto al rendimiento promedio, la piña es la que reporta el mayor rendimiento (41,8t/ha), seguido por papaya con 29,7t/ha y mango con 11,3t/ha, lo que significa que la piña presenta una mejor calidad de la tierra o una mejor explotación, un mejor uso de las técnicas agrícolas, entre otras.

Figura 7. Producción y rendimiento de las principales frutas tropicales



Fuente. Elaboración propia a partir de información estadística de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA)-MADR, 2016.

3.3 Vigilancia tecnológica

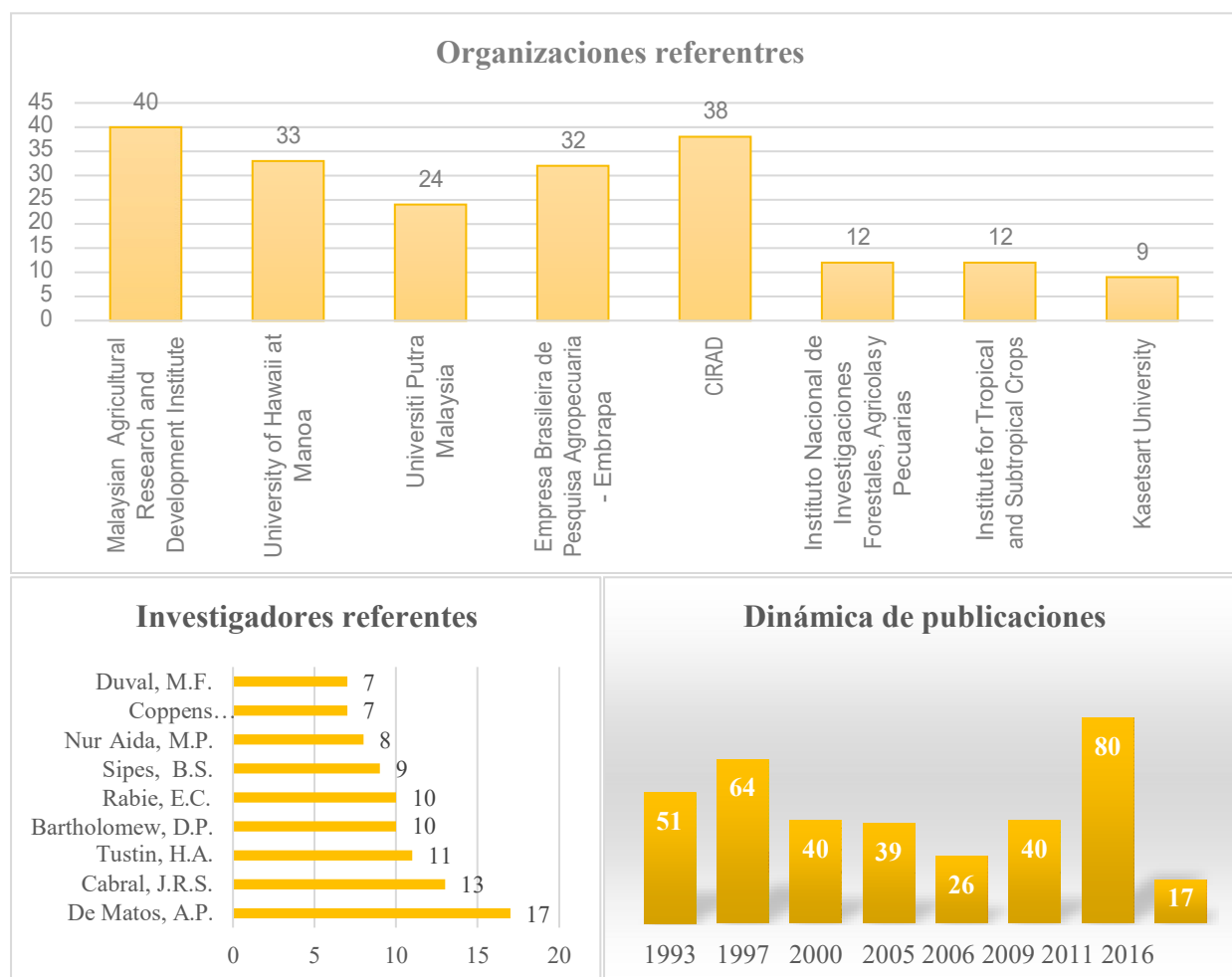
En las secciones siguientes se presentan los resultados obtenidos en la implementación de la vigilancia tecnológica con enfoque a investigación básica (sección 3.3.1) e investigación aplicada (sección 3.3.2).

3.3.1 Investigación básica

La vigilancia tecnológica realizada se centró en las principales temáticas de investigación básica en el cultivo de piña identificadas a partir del análisis de las ponencias realizadas en 8 de los 9⁷ simposios internacionales en investigación en piña realizados por la Sociedad internacional de ciencias hortícolas (ISHS), que reúne a expertos mundiales en diferentes temáticas asociadas al cultivo y al agronegocio de la piña (Ver Figura 8).

⁷ El IX simposio realizado en la ciudad de la Habana-Cuba, tuvo lugar en el mes de octubre de 2017, a la fecha no se han publicadolos memorias de este evento.

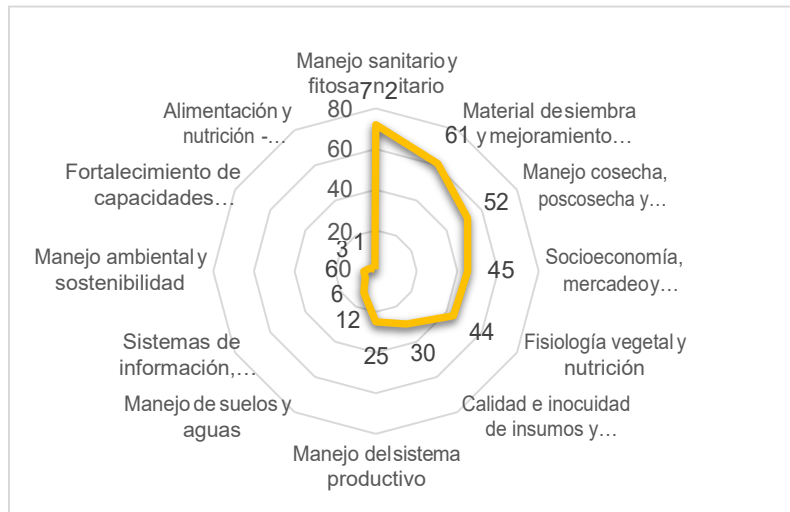
Figura 8. Cienciometría simposios internacionales en piña de la ISHS



Fuente. Elaboración propia a partir de información en <https://www.ishs.org/acta-horticulturae?year=&scwcode2=T07> y <https://www.scopus.com> consulta en Enero de 2018

Como lo muestra la Figura 9, las principales áreas temáticas trabajadas en el simposio fueron Manejo sanitario y fitosanitario (72 trabajos), Material de siembra y mejoramiento genético (61 trabajos), Manejo cosecha, poscosecha y transformación (52 trabajos), Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial (45 trabajos), Fisiología vegetal y nutrición (40 trabajos) y Calidad e inocuidad de insumos y productos (30 trabajos). De estas se seleccionaron las cuatro principales para desarrollar un análisis más profundo, a través de la vigilancia tecnológica.

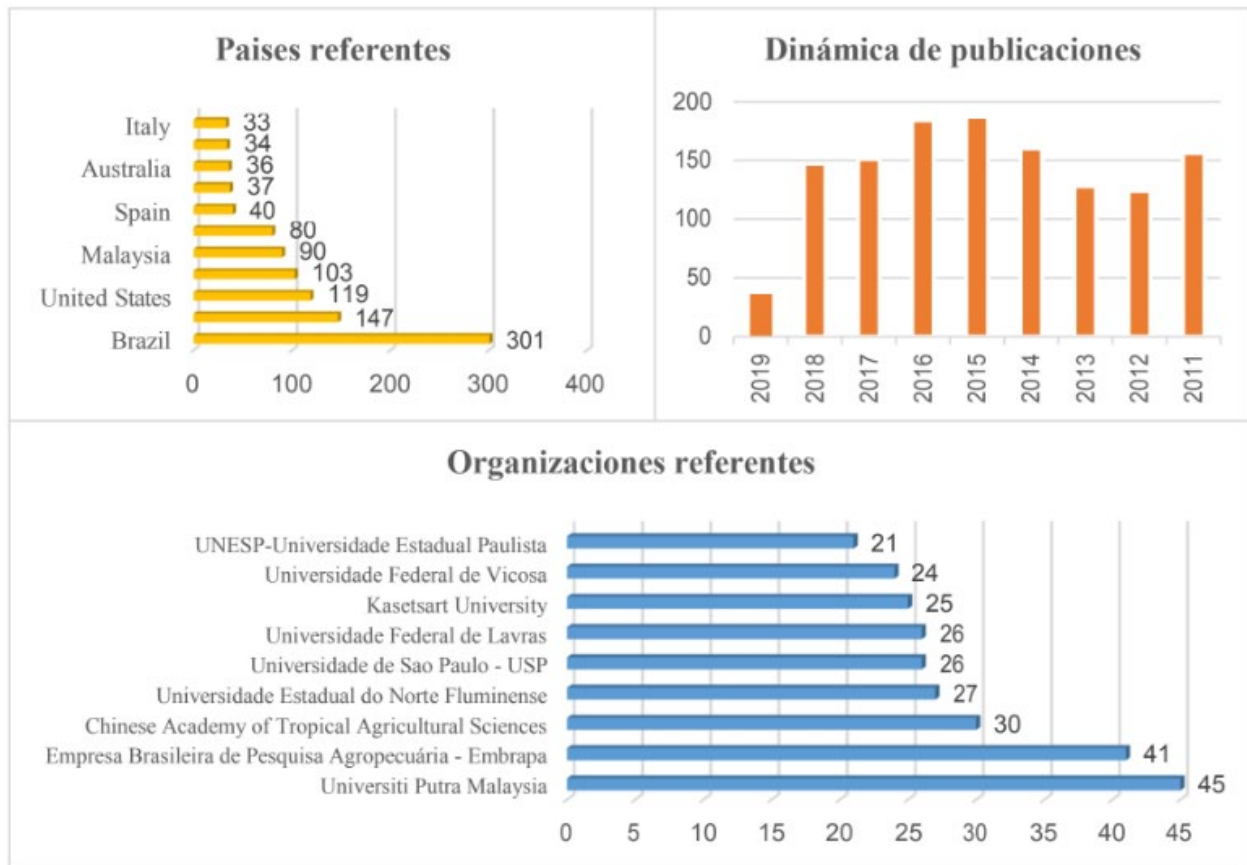
Figura 9. Focalización de áreas temáticas de investigación en piña en el ISHS



Fuente. Elaboración propia a partir de información en <https://www.ishs.org/acta-horticulturae?year=&scwcode2=T07> y <https://www.scopus.com> consulta en Enero de 2018

Para el periodo 2018-2010, se encontraron 1273 artículos de investigación asociados a las áreas seleccionadas. En la Figura 10 se presentan los principales resultados de la revisión.

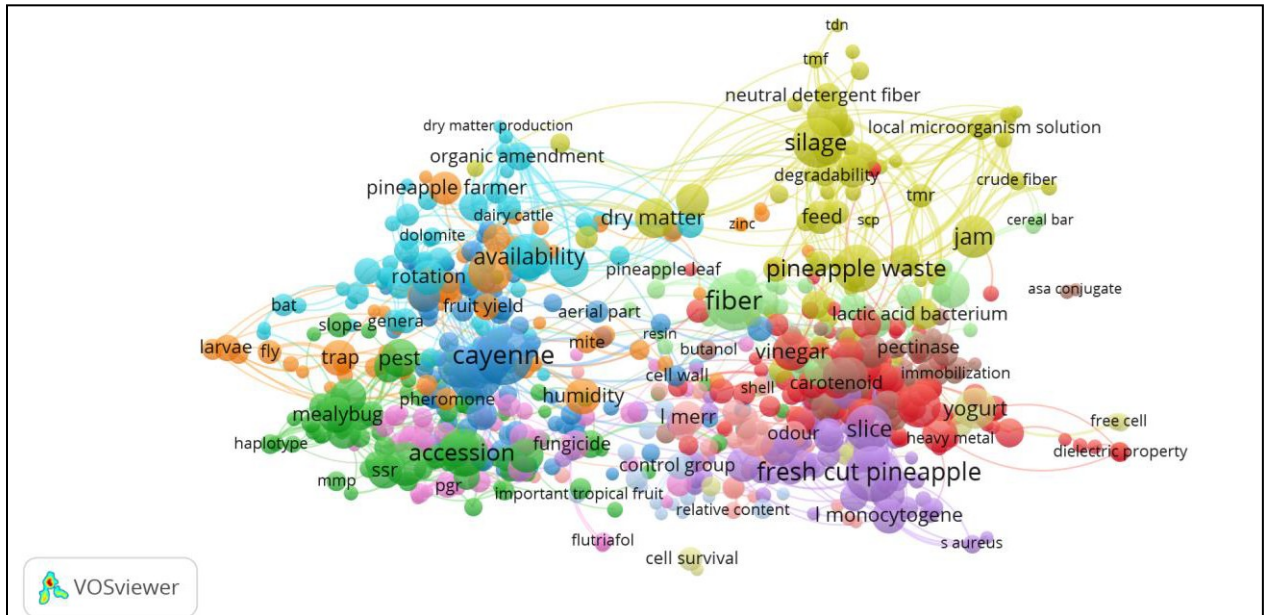
Figura 10. Cienciometría en piña 2010-2018



Fuente: Elaboración propia, a partir de información de Scopus

En la Figura 11 se observa la conformación de algunos clústeres de investigación referidos a temas específicos tales como: piña recién cortada, fibra de piña, residuos de piña, plántulas, piñacayena, ensilaje de residuos de piña, entre otras.

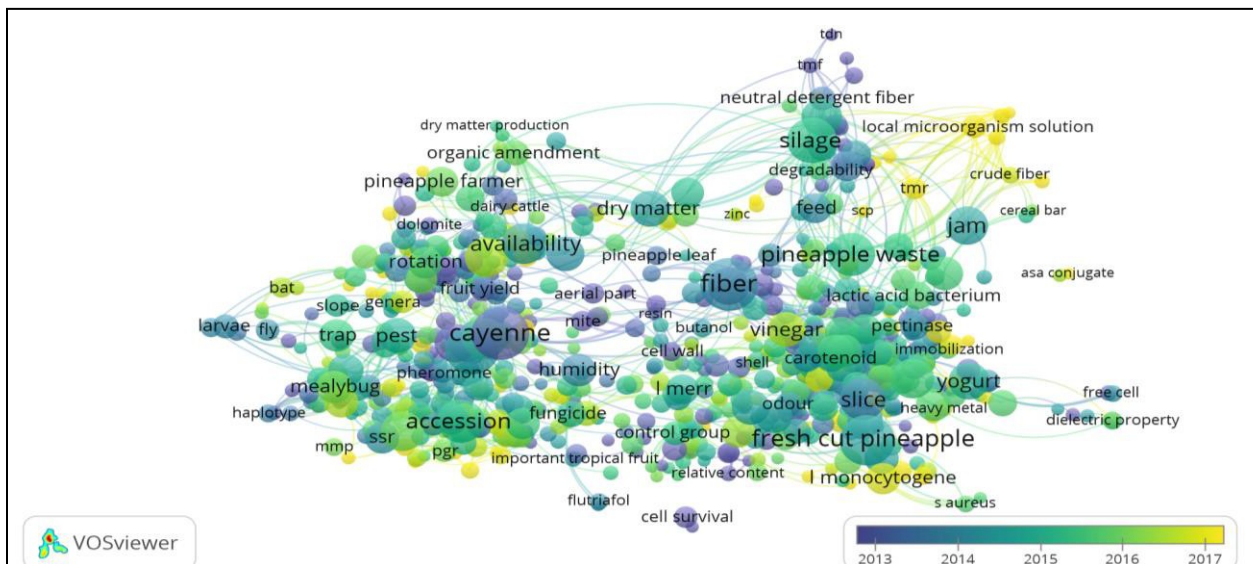
Figura 11. Coocurrencia términos en investigación básica en piña. 2010-2019



Fuente: Elaboración propia, a partir de información de Scopus

Los artículos más recientes muestran como focos de análisis: características y usos del vinagre de piña, bacteria *Listeria monocytogenes*, accesiones, microorganismos asociados a la fibra de piña, entre otros (Ver figura 12)

Figura 12. Evolución tópicos de investigación básica en piña. 2010-2019



Fuente: Elaboración propia, a partir de información de Scopus

En la Tabla 2 se presentan por área temática los principales tópicos de la investigación básica internacional y los referentes nacionales.

Tabla 2. Análisis por área temática

Área temática	Internacional	Nacional
Manejo sanitario y fitosanitario	<p>Tópicos emergentes: caracterización de insectos que amenazan la producción de piña, así como el estudio del comportamiento in vitro del <i>Fusarium guttiforme</i>.</p> <p>Tópicos tendenciales: control alternativo de <i>Chalara paradoxa</i>, la integración de UV-C con el tratamiento de levadura antagonista y el estudio de las incidencias espaciales y temporales de virus asociados a la manchitez de las colas de la piña.</p> <p>Tópicos de base: análisis de la estructura taxonómica de las levaduras y la microbiota de bacterias del ácido láctico de la piña y el estudio de la prevalencia, concentración, deterioro y mitigación de <i>Alicyclobacillus</i> en concentrados de jugos de frutas tropicales como la piña.</p>	<p>Número de artículos publicados: 2</p> <p>Instituciones referentes: Universidad Nacional de Colombia [1], Universidad Javeriana [1]</p>
Material de siembra y mejoramiento genético	<p>Tópicos de base: caracterización y evaluación de propiedades térmicas, estructurales, químicas, mecánicas y morfológicas de variedades de fibra de hoja de piña y el estudio de los residuos de piña como fuente de bromelina.</p>	Sin artículos
Manejo cosecha, poscosecha y transformación	<p>Tópicos emergentes: desarrollo de subproductos derivados de los residuos de la piña, la estabilidad de su calidad durante el almacenamiento en frío y el análisis microbiológico de sus zumos.</p> <p>Tópicos tendenciales: extracción de bromelina en residuos de piña, la evaluación in vitro de la fermentación de subproductos agroindustriales a base de piña, la caracterización y extracción de compuestos volátiles y el estudio de los efectos de los tratamientos con calor ultravioleta en actividades enzimáticas y contenido fenólico del jugo de piña.</p> <p>Tópicos de base: estudio de las propiedades antioxidantes químicas, tecnológicas e in vitro del concentrado de fibra dietética de piña, la cuantificación de compuestos bioactivos en pulpas y subproductos de la piña, y la evaluación de la vida útil de la piña recién cortada.</p>	<p>Número de artículos publicados: 4</p> <p>Instituciones referentes: Universidad Nacional de Colombia [2], Universidad de los Andes [1], Universidad de Antioquia [1]</p>
Socioeconomía, mercado y desarrollo empresarial	<p>Tópicos emergentes: estudios acerca de la concentración regional del valor bruto de la producción de piña, la eficiencia económica de la piña orgánica y su efecto en el costo, cambios en el modelo de comercio internacional de piña y problemas y perspectivas de la producción de piña.</p> <p>Tópicos tendenciales: análisis de los determinantes de la participación de los productores de piña en los mercados nacionales y el análisis de los costos de producción y rentabilidad de piña perola.</p> <p>Tópicos de base: enfoque multivariado para evaluar la incidencia de <i>Alicyclobacillus</i> en jugos.</p>	<p>Número de artículos publicados: 3</p> <p>Instituciones referentes: Universidad Nacional de Colombia [1], Universidad de los Andes [1], CIAT [1]</p>
Calidad e inocuidad de insumos y productos	<p>Tópicos emergentes: diversidad genética y la asociación del marcador ISSR con la calidad de la fibra de piña para su uso en la industria, los efectos del metil jasmonato sobre las cualidades fisicoquímicas y el pardeamiento interno de la piña durante el almacenamiento en frío y el crecimiento de <i>salmonella</i> y <i>escherichia coli</i> O157: H7 en frutas frescas cortadas almacenadas a diferentes temperaturas.</p> <p>Tópicos tendenciales y de base: efectos de la aplicación de diferentes recubrimientos sobre la calidad y vida útil de la piña recién cortada.</p>	<p>Número de artículos publicados: 4</p> <p>Instituciones referentes: Universidad Nacional de Colombia [2], Universidad de Antioquia [1]</p>

Fuente: Elaboración propia, a partir de información de Scopus

3.3.2 Investigación aplicada

El análisis de la investigación aplicada relacionada con la piña se centra en la identificación de patentes afines a las áreas temáticas descritas en el capítulo 2, a través del método de patentometría.

A continuación, se presenta los principales referentes en desarrollo de patentes para las cuatro áreas temáticas analizadas (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Referentes en investigación aplicada

Área	Análisis patentométrico de referentes			
Material de siembra y mejoramiento genético	Bayer CropScience AG [5 patentes]	Principales inventores Gosselle Veronique, De Block Marc Principales campos Plantas resistentes al estrés.	Universidad de Florida [3 patentes]	Principales inventores Hannah L. Curtis Principales campos Resistencia a factores abióticos.
	Dow Agrosciences LCC [65 patentes]	Principales inventores Mann Richard K; Yerkes Carla; Satchivi Norber T Principales campos Biocidas, pesticidas y controladores de crecimiento.	Universidad de Nebraska [3 patentes]	Principales inventores Hannah L. Curtis Principales campos Resistencia a factores abióticos.
	Cornell Res Foundation [9 patentes]	Principales inventores Harman Gary Gan Sucheng Janh Margaret Principales campos Resistencia y longevidad, Inducción de resistencia a plagas	Universidad de Auburn [3 patentes]	Principales inventores Hannah L. Curtis Principales campos Resistencia a factores abióticos.
	Monsanto Technology LCC [10 patentes]	Principales inventores Zhang Bei Roberts James K Lu Maolong Principales campos Plantas transgénicas, factores de crecimiento de la planta, promotores de inducción de estrés.	Patentes por nacionalidad del inventor 128 patentes de China 199 patentes de Estados Unidos 9 patentes de Reino unido 15 de Alemania 10 de Japón	

Área	Análisis patentométrico de referentes			
Manejo sanitario y fitosanitario	Dow Agrosiences LCC [22 patentes]	Principales inventores Mann Richard K; Carla Yerkes; Satchivi Norbert Principales campos Formulaciones de compuestos herbicidas, métodos para el control de plagas y enfermedades.	Universidad Guangdong Ocean [4 patentes]	Principales campos Métodos de preparación de formulaciones alimenticias
	Monsanto Technology LCC [7 patentes]	Principales inventores Kovalic David; La Rosa Thomas; Wu Wei. Principales campos Composiciones y métodos para el control de infestaciones de insectos; inducción de promotores para la reducción de estrés biótico; proteínas fungicidas.	Universidad de Auburn [3 patentes]	Principales campos Inoculantes para la producción de bioinsumos
	BASF Plant Science GMBH [6 patentes]	Principales inventores Wiig Aaron; Huang Xiang; Chaudhuri Sumita. Principales campos Nematodos, genética de metabolitos, uso de metabolitos.	Universidad Guangxi [3 patentes]	Principales campos Métodos de tratamiento de plagas características
	Palli Subba Reddy [5 patentes]	Principales campos Marcadores moleculares, expresión genética para resistencia específica.	Patentes por nacionalidad del inventor 84 patentes de China 112 patentes de Estados Unidos 9 patentes de Francia 8 de Alemania 10 de Japón	
Manejo cosecha, poscosecha y transformación	Dow Agrosiences LCC [28 patentes]	Principales inventores Yerkes Carla; Mann Richard K; Satchivi Robert. Principales campos Herbicidas.	Universidad Guangdong Ocean [6 patentes]	Principales Campos: Procesos de purificación de bromelina, procesos de preparación de la de fibra de las hojas.
	Kvasenkov Oleg Ivanovich	Principales Campos Métodos para la producción de conservas alimenticias; métodos de manufactura de enlatados;	Universidad Hainan [5 patentes]	Principales Campos: Extractos de las hojas para fabricación de productos faciales. Herramientas de recolección

	Markosyan Avetik	Principales Campos Edulcorantes naturales; bebidas carbonatadas y no carbonatadas con bajo contenido de azúcares; procesos de desarrollo y uso de edulcorantes.	Universidad Donghua [5 patentes]	Principales campos Procesos de purificación de bromelina
Área	Análisis patentométrico de referentes			
	Purecircle SDN	Principales Campos Edulcorantes naturales; bebidas carbonatadas y no carbonatadas con bajo contenido de azúcares; procesos de desarrollo y uso de edulcorantes.	Patentes por nacionalidad del inventor 341 patentes de China 234 patentes de Estados Unidos 41 patentes de Rusia 19 de Alemania 18 de Holanda	
Fisiología vegetal y Nutrición	Universidad Guangdong [5 patentes]	Principales Campos Métodos de producción de vinagre, proteína fermentada, galletas; procesos de extracción y conservación.	Patentes por nacionalidad del inventor China 116 patentes	
	SOUTH SUBTROPICAL CROPS RES INST CATAS [5 patentes]	Principales Campos Métodos de corte de hojas Cuchillos de remoción de hojas y brotes Líquidos de fertilización Métodos de hibridación de semillas.	Estados Unidos 93 patentes Corea del Sur 16 patentes Rusia 5 patentes	
	NESTEC SA [5 patentes]	Principales Campos Procesos de polisacáridos		

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de PatentInspiration. Consultados en febrero de 2018 en <http://www.patentinspiration.com/>.

3.4 Benchmarking

Para el desarrollo del benchmarking para la piña como cultivo productivo y cadena productiva, toma como referentes de comparación los países de Brasil, China, Costa Rica y Filipinas, identificados durante la vigilancia comercial y la vigilancia tecnológica. Se compararon para estos cuatro referentes y Colombia, cuatro variables macro o entornos y sus respectivas subvariables para identificar la mejor práctica general, a través de la valoración de niveles de desempeño (Tabla 4).

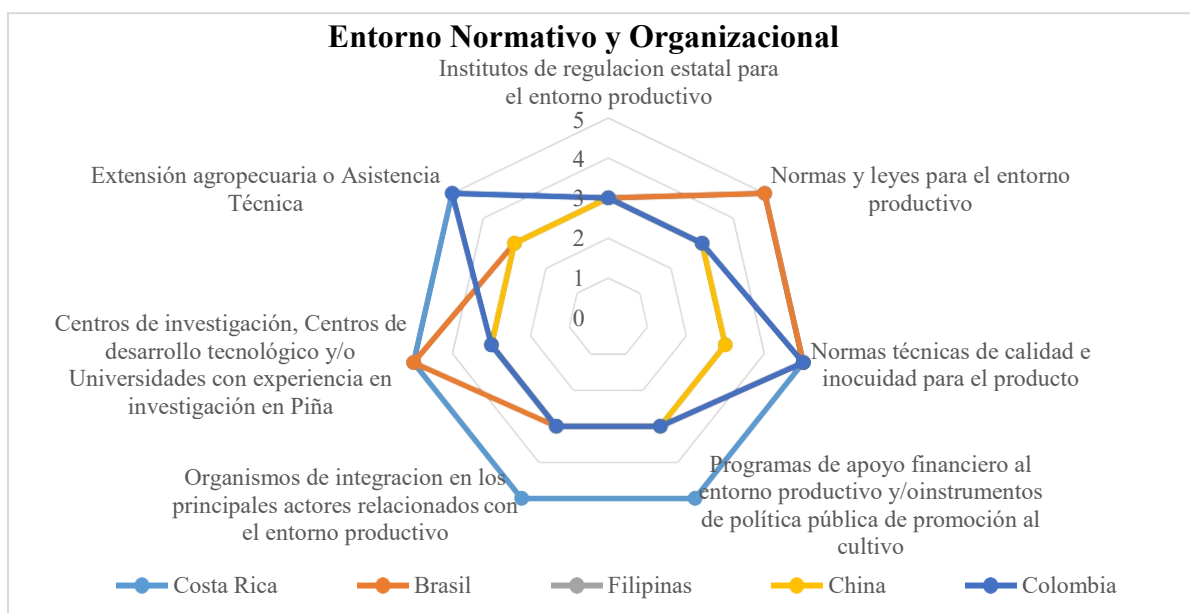
Tabla 4. Entornos y variables de comparación

Entorno	Variables	Tipo de niveles de desempeño	Escala de valoración
Entorno productivo	<ul style="list-style-type: none"> Rendimiento de cultivo Área cosechada Producción Precios al productor Consumo per cápita 	Cuantitativos	Tipo Likert de cinco niveles
Entorno comercial (piña en fresco, jugo y conservas)	<ul style="list-style-type: none"> Exportaciones en valor Exportaciones en cantidad Precio unitario % de participación en las exportaciones Distancia media a los países importadores. 	Cuantitativos	Tipo Likert de cinco niveles
Entorno normativo y organizacional	<ul style="list-style-type: none"> Institutos de regulación estatal para el entorno productivo Normas y leyes para el entorno productivo Normas técnicas de calidad e inocuidad para el producto Programas de apoyo financiero al entorno productivo y/o instrumentos de política pública de promoción al cultivo Organismos de integración en los principales actores relacionados con el entorno productivo Centros de investigación, Centros de desarrollo tecnológico y/o Universidades con experiencia en investigación en piña Extensión agropecuaria o Asistencia Técnica 	Cualitativos	Tipo Likert de cinco niveles
Entorno tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> Número de organizaciones que generan publicaciones Científicas (Artículos, Libros, Reseñas y Artículos de conferencias) con más de 10 publicaciones Número de Publicaciones Científicas (Artículos, Libros, Reseñas y Artículos de conferencias) con participación de entidades y/o autores del país Número de investigadores que generan publicaciones Científicas con más de 5 publicaciones Número de Patentes con participación de entidades y/o autores del país Número de Variedades vegetales protegidas registradas por el país Avances en las investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético Avances en las investigaciones en manejo sanitario y fitosanitario Avances en las investigaciones en manejo cosecha, poscosecha y transformación Avances en las investigaciones en calidad e inocuidad de insumos y productos Avances en las investigaciones en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial 	Mixtos (cualitativos y cuantitativos)	Tipo Likert de cinco niveles

Fuente: Elaboración propia.

A manera de ejemplo se presenta el análisis del entorno normativo y organizacional en la Figura 13. Costa Rica se convierte en el referente de este entorno comprendiendo la mejor práctica en las variables evaluadas.

Figura 13. Análisis entorno normativo y organizacional para el cultivo de piña



Fuente: Elaboración propia.

La cadena productiva de la piña en Costa Rica cuenta con un soporte normativo y organizacional que le permite ser competitiva en los entornos descritos con antelación. Su fortaleza recae en contar con normas técnicas y de calidad específicas para la piña en fresco y productos de valor agregado a partir de la transformación de esta; junto con esquemas de acompañamiento integral a los productores primarios, a través de servicios especializados de extensión agropecuaria. De igual manera cuenta con programas de apoyo financiero para el producto que facilitan su posicionamiento en el mercado internacional.

Otra de las fortalezas de Costa Rica, es contar con organismos de integración de actores que fortalecen la capacidad productiva y por ende la capacidad de respuesta en volúmenes y calidad para mercados externos e internos. De igual manera cuenta con universidades que generan investigación para el fortalecimiento tecnológico del cultivo. Colombia si bien cuenta con normas técnicas y servicios de extensión agropecuaria, adolece de no tener un organismo de integración específico para el producto de la piña a pesar de contar con la cadena productiva de frutales y el gremio de productos hortofrutícolas (Asohofrucol).

A partir de la valoración de la mejor practica en cada uno de los entornos se realiza un análisis de brechas. Este análisis permite identificar acciones actuales que se realizan en el contexto específico de la piña para Colombia frente al escenario óptimo de la mejor práctica identificada en el benchmarking.

Se maneja una escala de valoración de tres categorías, las cuales permiten clasificar la brecha en alta, media y baja. Esta clasificación se establece con relación a los niveles establecidos en el benchmarking para variables y subvariables (niveles de desempeño-escala Likert): **Brecha alta:** cuando existen tres o más niveles de diferencia con respecto a la mejor práctica identificada; **Brecha media:** cuando existen dos niveles de diferencia con respecto a la mejor práctica

identificada; **Brecha baja:** cuando existe un nivel o ningún nivel de diferencia con respecto a la mejor práctica identificada.

A manera de ejemplo se presenta el análisis de brechas del entorno tecnológico

Tabla 5. Análisis de brechas para el entorno tecnológico

Variable	Colombia	Mejor Práctica	Brecha	Definición de la brecha
Entorno Tecnológico	1,8	4,3	Media	La capacidad en la generación de conocimiento científico y técnico para el cultivo de piña, desde los ejercicios de I+D+i, tiene potencial en Colombia, toda vez que se cuenta con investigadores y organizaciones con experiencia en frutales y con algunos trabajos específicos en piña. Sin embargo, pese a contar con cultivares de piña introducidos por su potencial y calidad desde los referentes, no se cuenta con investigaciones del material de siembra disponible para desarrollar programas específicos de mejoramiento genético. Es necesario desarrollar a partir de acuerdos de cooperación conjunta con Brasil estudios de manejo sanitario enfocados en enfermedades características de la piña como Black heart, control de plagas y vectores de virus y enfermedades como el "Mealybugs". Se debe potenciar los estudios en transformación y generación de valor agregado, inicialmente enfocados al mercado interno. Buscando la generación de pulpas, conservas, deshidratados. Los avances en extracción de bromelina son bajos. Potencializar los estudios de inteligencia competitiva, específicamente en canales de comercialización, aprovechamiento de subproductos y generación de acuerdos de comercialización.
Nº de organizaciones que generan publicaciones científicas con más de 10 publicaciones	1	5,0	Alta	
Nº publicaciones científicas con participación de entidades y/o autores del país	3	5,0	Media	
Nº de investigadores que generan publicaciones científicas con más de 5 publicaciones	3	5,0	Media	
Nº de patentes con participación de entidades y/o autores del país	1	5,0	Alta	
Nº de variedades vegetales protegidas registradas por el país	1	4,0	Alta	
Avances en las investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético	2	5,0	Alta	
Avances en las investigaciones en manejo sanitario y fitosanitario	1	5,0	Alta	
Avances en las investigaciones en manejo cosecha, poscosecha y transformación	2	4,0	Media	
Avances en las investigaciones en calidad e inocuidad de insumos y productos	2	4,0	Media	
Avances en las investigaciones en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial	2	3,0	Baja	

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Directrices estratégicas

Los resultados obtenidos en cada una de las fases previas son insumo para el diseño de directrices de Cp, Mp y Lp, en cada uno de los entornos analizados. Estas directrices son coherentes con los objetivos del PECTIA y por extensión con los ODS. A continuación (Tabla 6), se presentan por cada entorno una directriz para cada uno de los horizontes temporales y su respectiva relación con los objetivos sectoriales y los ODS en la Figura 1.

Tabla 6. Análisis de correspondencia de directrices estratégicas para el cultivo de piña.

Entorno	Temporalidad	Directriz	Objetivo PECTIA	ODS
Productivo y socioeconómico	Cp	Desarrollar estudios de viabilidad para una marca país de piña y sus productos derivados o de una marca conexas de frutas tropicales de Colombia.	1 y 2	8 y 2
	Mp	Establecer una alianza de soporte comercial para el acceso a mercados europeos con Costa Rica, en que a partir del cumplimiento de características de calidad, inocuidad y factores organolépticos se complementarían los volúmenes de exportación con piña colombiana.	1 y 4	8, 9 y 16
	Lp	Conformación de alianzas de exportación de pulpa de piña y conserva de piña colombiana para el mercado europeo a través de alianzas colaborativas.	1 y 4	8, 9 y 16
Normativo y organizacional	Cp	Desarrollar en el marco de la reglamentación de cadenas productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, un capítulo especial en su acuerdo de competitividad en relación con el producto piña.	1 y 4	8, 9 y 16
	Mp	Conformación de la cadena productiva regional de la piña en los departamentos de Valle del Cauca y Meta como primera iniciativa para la conformación de la cadena productiva nacional.	1 y 4	8, 9 y 16
	Lp	Formalización de la cadena productiva nacional de piña y formulación de su acuerdo de competitividad y plan estratégico.	1 y 4	8, 9 y 16
Tecnológico	Cp	Evaluación del estado actual de los recursos genéticos de piña en Colombia, para identificar zonas de propagación, caracterizar variedades y conformar un banco de germoplasma in situ y ex situ.	2 y 3	2 y 12
	Mp	Diseño de un sistema de georreferenciación por cultivares que permita para cada unidad productiva, identificar su valor ecológico, productividad, infraestructura asociada (riego, invernadero de plántulas, unidades de poscosecha, etc.), monitoreo de factores edafoclimáticos entre otros. Poner en marcha un programa de selección y mejoramiento genético en las zonas de cultivo.	1, 2 y 3	8, 2, 12, 13 y 15
	Lp	Conformación del programa nacional de investigación en frutas tropicales.	1, 2, 3 y 4	9, 2, 15, 4

Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

La interrelación entre los diferentes niveles de planificación regional (américa latina y el caribe), nacional (Colombia) y sectorial (sector agropecuario) deben converger en pro del beneficio de los actores involucrados, que para el caso de este estudio son aquellos que conforman los sistemas productivos y la cadena productiva per se de la piña en Colombia.

Es así como las herramientas de gestión estratégica implementadas en este estudio permitieron construir directrices de trabajo, en el corto, mediano y largo plazo que contribuyen al direccionamiento de la cadena de la piña; orientar la contribución al cumplimiento de los objetivos

del PECTIA y contribuir al cumplimiento de los ODS desde el sector agropecuario.

Complementariamente, el análisis de brechas contribuye a perfilar los esfuerzos a desarrollar en I+D+i, por parte de las entidades generadoras y transferidoras de conocimiento. Esto conlleva al desarrollo de proyectos de investigación pertinentes no solo desde lo científico-tecnológico, sino también desde lo socioeconómico y desde lo político-normativo. Es así cómo los resultados de estos proyectos derivarán en tecnologías, conocimiento y servicios adecuados y alineados con la realidad territorial, de los potenciales adoptantes.

Finalmente, es importante destacar la necesidad de desarrollar ejercicios de validación y refinamiento de las directrices con los “Stakeholders”, de tal manera que se prioricen acciones futuras y se propenda por la consecución de recursos de financiación, la conformación de redes de trabajo operativas, tácticas y estratégicas, y una estrategia de monitoreo y evaluación de todo el proceso.

5. Referencias

- Aguilar, F. (1967). *Scanning the Business Environment*. Nueva York: Macmillan Co., C. (2001). *Environmental scanning as information seeking and organizational learning*. Information Research, 1.
- American Productivity and Quality Center (1993) *The benchmarking management guide*, Productivity Press, Cambridge, Massachuset. (<http://www.apqc.org>)
- ASTI, Agriculture Science, Technology Indicators., (2013). *Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación para Colombia – Ficha Reporte*. Datos obtenidos de <https://www.asti.cgiar.org/sites/default/files/pdf/Colombia-Es-Factsheet.pdf>
- Bartholmce, D., Paull, R., & Rohrbach, K. (2003). *The pineapple: botany, production and uses*. Wallingford: CABI.
- Castellanos, O., Fúquene, A., & Ramírez, D. (2011). *Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos, O., Torres, L. M., Rosero, I., *Modelo Estructurado de Inteligencia Tecnológica para la Generación de Conocimiento y el Direccionamiento Estratégico del Sector Productivo.*, IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas (ACACIA), México, 2005^a
- Cetisme. (2002). *Inteligencia económica y tecnológica. Guía para principiantes y profesionales*. Madrid.
- Choo, C., & Auster, E. (1993). *Environmental Scanning: Adquisition and Use of information by Managers*. Annual review of information Science and Technology, 279-314.
- Choo, Chun Wei. (2001). *Information Management for the Intelligent Organization: The Art of Scanning the Environment*. 3rd ed. Medford, NJ: Information Today, Inc.
- Coppens-d'Eeckenbrugge, G., & Leal, F. (2003). *Morphology, anatomy and taxonomy*. ISHS, 93- 96.
- DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (2018). *Censo Nacional Agropecuario – CNA 2014*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>.
- De Begoña, A., Sánchez-Moreno, C., & González-Aguilar, G. A. (2017). *Pineapple composition and nutrition*. En M. G. Lobo, & R. Paull, *Handbook of pineapple technology* (págs. 221-239). Wiley & sons
- Dorta, E., & Sogi, D. (2017). *Value added processing and utilization of pineapple by-products*. En M. Lobo, & R. Paull, *Handbook of Pineapple Technology: Production, Postharvest Science, Processing and Nutrition* (págs. 196-220). John Wiley & Sons.
- Escorsa, P., & Maspons, R. (2001). *De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva*. Madrid: Prentice Hall.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2019). *División de Estadísticas*. Datos Obtenidos de <http://www.fao.org/faostat/en/#home> en marzo de 2019.
- FAO. (2004). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- Flórez-Martínez, D.H., Uribe-Galvis, C.P., (2018). *Diseño de estrategias de futuro dicotómicas para las megatendencias de seguridad alimentaria y agroenergías: caso de estudio sector agropecuario colombiano*. Presentado en el Seminario 70 años de la CEPAL: Planificación para el desarrollo con visión de futuro. Santiago de Chile, octubre de 2018.
- Gibbons, P., & Prescott, J. (1996). *Parallel competitive intelligence processes in organizations*. International Journal

- of Technology, Special Issue on Informal Information Flow Management.
- ITC, International Trade Centre, (2019). Trademap. Datos obtenidos de <https://www.trademap.org/Index.aspx> en marzo de 2019.
- Ketnawa, S., Chaiwutb, P., & Rawdkuen, S. (2012). Pineapple wastes: A potential source for bromelain extraction. *Food Bioproducts Processing*, 385-391
- Leal, F. (1997). On the history, origin and Taxonomy of the pineapple. *Interciencia*, 235-241
- MADR, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). Portal de Noticias - Sistema y Sala de prensa. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Noticias.aspx>
- OCyT, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, (2019). Portal de Datos Abiertos, Indicadores de inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación. Datos obtenidos de <http://www.ocyt.org.co/portal-de-datos-abiertos/> en marzo de 2019.
- OMC, Organización Mundial de Comercio, (2019). Portal Estadístico de Comercio Internacional. Datos obtenidos de <http://data.wto.org/> en marzo de 2019.
- Sánchez, J., & Palop, F. (2002). Herramientas de Software para la práctica de la Inteligencia Competitiva en la empresa. *Triz XXI*. Valencia
- SIPRA, Sistema para la Planificación Rural Agropecuaria. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. Datos consultados en Julio de 2019. <https://sipra.upra.gov.co/>
- Torres, L., Florez Martinez, D., Castellanos, O., & Contreras, C. (2009). Orientación de actividades de I&D mediante la vigilancia comercial en la producción de derivados de la caña de azúcar. Cuarto congreso iberoamericano de innovación tecnológica basado en TRIZ. Santiago de Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Trademap, 2019. Trade statistics for international business development. Monthly, quarterly and yearly trade data. Import & export values, volumes, growth rates, market shares, etc.
- Vargas, F., & Castellanos, O. (2005). Vigilancia como herramienta de innovación y desarrollo tecnológico: Caso de aplicación, sector de empaques plásticos flexibles. *Revista Ingeniería e Investigación*, 32-41.

Política Pública en Ciencia y Tecnología. Una Aproximación a las Capacidades CTI en Colombia

MSc. Julio Albeiro Londoño Patiño¹
julioalbeiro@misena.edu.co

Resumen

Las Capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) es un tema demasiado trascendental para el desarrollo de los países, quienes desean lograr niveles de competitividad sostenibles en el tiempo requieren de inversión en estos campos, para poder generar estados de conocimientos sólidos y permanentes, Es así como la gestión del conocimiento dada a partir de las capacidades en CTI siempre serán de interés para los académicos. Este documento pretende hacer un acercamiento al estado del arte en este campo desde una perspectiva reflexiva, donde el hacer toma más importancia que el saber que se debe hacer ya que como lo dice Lupita & Salas (2001) citando a Vygotsky (1934) el desarrollo de zona próxima no es solo de los individuos sino de su interacción y constante interconexión en el conocimiento mismo que a su vez genera nuevas formas de capacidades a todo nivel. En términos metodológicos se hace un análisis de antecedentes y capacidades implicadas, luego se plantea los relacionamientos referidos a las capacidades de investigación, del recurso humano y de la educación superior respectivamente, todo esto mediante un análisis reflexivo con una mirada comparativa entre Colombia, Brasil, Mexico y Estados Unidos, para establecer de esta forma criterios de discusión finalizando con unas conclusiones que dan soporte al tema tratado.

Palabras Clave

Capacidades, Ciencia, Tecnología e Innovación, Recursos, Investigación, Talento Humano.

Abstract

The Capacities of Science, Technology and Innovation (CTI) are too transcendental a subject for the development of the countries, who wish to achieve sustainable levels of competitiveness over time require investment in these fields to be able to generate solid and permanent knowledge states. As well as the knowledge management given from the CTI capacities will always be of interest to academics. This document aims to approach the state of the art in this field from a reflective perspective, where doing is more important than knowing what to do as Lupita & Salas (2001) says, citing Vygotsky (1934). The next area is not only the individuals but their interaction and constant interconnection in knowledge itself that in turn generates new forms of capabilities at all levels.

The methodological terms are translated into an analysis of the background and the implicit capacities, then they are related to the capacities of research, human resources and

¹ Magister en Gestión de Innovación Tecnológica, Desarrollo Regional y Cooperación Internacional - ITM (Medellín). Candidato a Doctorado en Pensamiento Complejo del ITM-Multiversidad Mundo Real Edgar Morín de México. Ingeniero electromecánico, especialista en Gestión Energética Industrial de la misma Institución. Además especialista tecnológico en Diagnóstico y Consultoría Empresarial del SENA. Se desempeña como Instructor Docente Investigador del SENA. Perteneció al grupo de investigación GIHA con trabajos en la línea de investigación en educación, manufactura y materiales. Tiene experiencia en modelo de Productividad y Competitividad mediante el análisis de situación de partida y en gestión de proyectos de innovación como resultado del desarrollo de las capacidades dinámicas y tecnológicas empresariales

higher education respectively, all this is done through a reflexive analysis with a comparative view between Colombia, Brazil, Mexico and the United States, to establish this form of discussion ending with some conclusions that support the subject.

Key Words

Capacities, Science, Technology and Innovation, Resources, Research, Human Talent.

1. Introduccion y Antecedentes de las Capacidades CTI

La política de un país es la dinamizadora de los temas de mayor trascendencia, en este sentido, es puntual la postura que sin normativa ni una visión de futuro frente a un tema de incalculables alcances como lo es la ciencia, la tecnología, la investigación y la innovación, el país se verá sumido cada vez más en la brecha de conocimiento, desarrollo y adelantos tecnológicos, que impactará en el largo plazo las oportunidades y las metas (Sepulveda, Londoño, & Roldan, 2016).

La existencia de problemas propios de país y región requiere soluciones desarrolladas localmente; del mismo modo, sin un apropiado impulso de Investigación y Desarrollo (I+D) no hay educación superior de alto nivel posible. Incluso para las tecnologías importadas se necesita contar con adecuadas capacidades para adoptarlas y adaptarlas a las condiciones locales. Es allí donde las capacidades de investigación y desarrollo son parte de los pilares, en la base de las sociedades del conocimiento modernas. Una sociedad del conocimiento debe contar con ciudadanos del conocimiento alfabetizados científicamente; es decir se requiere una sólida base científico-tecnológica local.

Según Nelson (1981) y Lall (1992), las capacidades para el desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, se pueden agrupar en tres grandes agregados: inversión física, capital humano y esfuerzos tecnológicos, categorías estas que por la forma en que están interrelacionadas, pueden identificar las contribuciones de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación al desempeño de un país. El presente trabajo de investigación, es un acercamiento a estas categorías, manteniendo su naturaleza, y debido a los escasos documentos que se han encontrado al respecto en Colombia; el autor los divide en:

- a) Capacidades relacionadas a la investigación.
- b) Capacidades relacionadas al recurso humano.
- c) Capacidades relacionadas a la educación superior.

2. Metodología

La metodología utilizada consta de los siguientes pasos:

- Fase de identificación de las capacidades relacionadas a la investigación

En esta primera fase se relacionarán las capacidades de investigación desde diversos autores que las enmarcan desde el desarrollo de capacidades territoriales para enfrentar los retos del entorno global, de crear las habilidades tecnológicas y potencializar el capital humano. En consecuencia el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas como política pública como una estrategia que pretende rescatar el enfoque de la ventaja competitiva y se reflejaba en el fomento a la producción local de conocimiento.

- Fase de identificación de las capacidades relacionadas al recurso humano

Durante esta fase se abordarán las capacidades del capital intelectual, para dimensionar el problema de las brechas de capital humano, y su relación con el desarrollo productivo, se

presentara lo relacionado con las estrategias citadas por el CONPES 3582 de 2009 con respecto a la formación tecnológica y profesional, y la consecuencia del bajo nivel de capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

- Fase de identificación de las capacidades relacionadas a la educación superior.

En esta fase se presenta un acercamiento a las transformaciones que deben acometerse en materia de las competencias en Colombia, a partir del trabajo insuficiente y no pertinente y la escasez de recurso humano con formación avanzada (doctorados y maestrías), donde en el caso colombiano la estructura actual de la oferta de educación superior aún no responde totalmente a las necesidades de la economía.

- Fase de Mirada Comparativa: Colombia, Brasil, México y Estados Unidos

En esta última fase se llevará a cabo la comparación entre los países de Colombia, Brasil, México y Estados Unidos, donde se identifican las brechas existentes de capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación, donde se evidenciará la gran diferencia que hay en cuanto al número del personal con el que cuenta cada país a la fecha de los documentos citados en el estudio.

3. Desarrollo

3.1 Capacidades relacionadas a la investigación

La capacidad de investigación se define como un proceso de continuo empoderamiento de los individuos, instituciones y organizaciones para definir y priorizar problemas sistemáticamente, desarrollar y evaluar científicamente soluciones apropiadas y, compartir y aplicar el conocimiento generado; es decir a la sociedad. Por lo cual las mediciones de ésta capacidad, sus resultados y el impacto final, son indispensables para capturar una imagen completa de la capacidad de investigación que tiene una nación o país.

Igualmente se puede expresar: Como la habilidad o destreza para definir problemas, establecer objetivos y prioridades, que permitan construir organizaciones e instituciones sustentables.

Nussbaum (1992), define las capacidades en el marco del liberalismo político, como una forma de integrar algunos valores esenciales que sirvan como criterio de desarrollo, respecto a los valores y tradiciones locales. Además de ello su objetivo es desarrollar un “feminismo universalista”. El respaldo filosófico de este universalismo se encuentra en la idea de las capacidades humanas, “lo que las personas son realmente capaces de hacer y de ser”. Es así como las políticas públicas entran a regir caminos de orientación para la realización de estos conceptos en hechos reales que beneficien a la sociedad.

Meny & Thoeing (1992), definen las políticas públicas como “el producto de la actividad de una autoridad investida de poder público y de legitimidad gubernamental”. Por otro lado, Oszlak & O'Donnell (1995), definen a las políticas gubernamentales como aquellas acciones que determinan la forma de intervención del Estado en relación a situaciones que generan atención a diferentes actores en la sociedad civil, influenciando en forma directa o por terceros la vida de los ciudadanos. Pallares (1988), señala que las Políticas Públicas deben ser consideradas como un “proceso decisional”, un conjunto de decisiones que se llevan a cabo a lo largo de un plazo de tiempo.

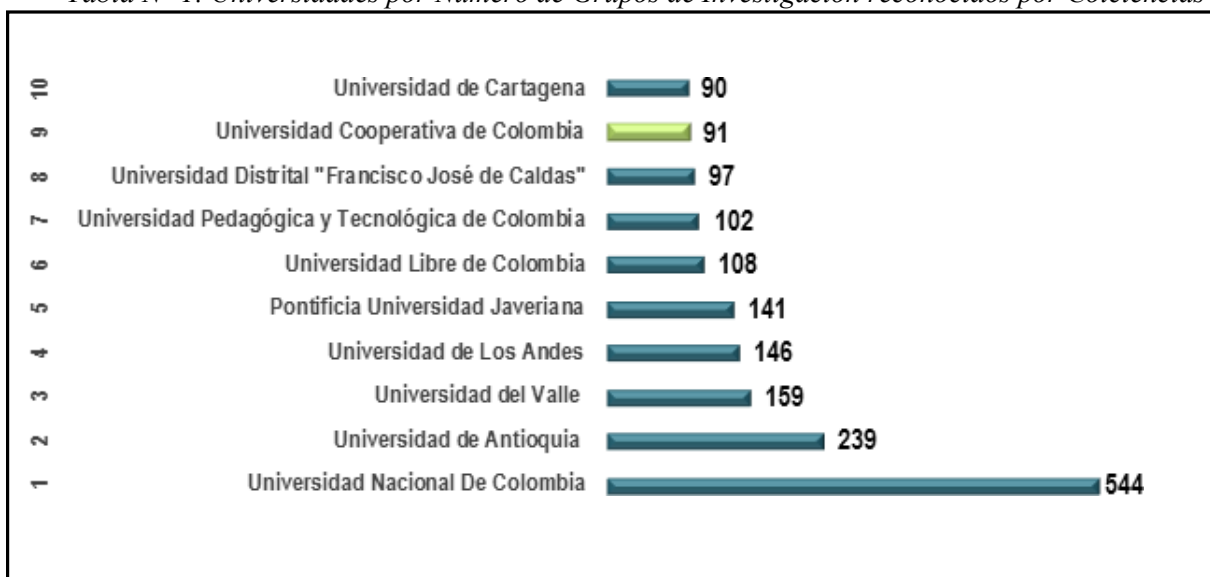
Estos autores indican, que para desarrollar capacidades territoriales en forma adecuada es necesario satisfacer y hacerle frente a los retos del entorno global, esto es, un territorio debe

acumular el capital físico con las habilidades o la Tecnología suficiente para operar de forma eficiente, debe crear las habilidades formales combinándolas con esfuerzos tecnológicos para que la eficiencia aumente, debe potencializar el capital humano, entendiéndolo como la red de habilidades construida a través de los procesos formales de formación/aprendizaje, prácticos y de la experiencia vivida en las actividades tecnológicas, así como en la acumulación de habilidades, actitudes y capacidades heredadas que coadyuvan al desarrollo tecnológico.

En consecuencia el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas como política pública emerge como una estrategia que pretende rescatar el enfoque de la ventaja competitiva y se reflejaba en el fomento a la producción local de conocimiento y la incorporación de nuevas tecnologías; el análisis del desarrollo alcanzado por el país permite cuestionar los resultados actuales debido a que no se han alcanzado las metas esperadas, esto permite el surgimiento de tendencias que aceptan que la fórmula del desarrollo debe replantearse (Useda, 2009).

Colciencias relaciona la capacidad de investigación en el país como las capacidades endógenas propias y éstas cubren una gran cantidad de aspectos como marcos normativos, planes regionales y nacionales, grupos de investigación, academia, tejido empresarial. Sin embargo no se plantean estrategias concretas para su desarrollo y solo sus estudios se remiten a la construcción de indicadores como: grupos de investigación del país así como de la academia, profesionales doctores, entidades y/o instituciones educativas que realizan investigación, entre otras; en la Tabla N° 1. Universidades por Número de Grupos de Investigación reconocidos por Colciencias, se presentan los grupos de investigación que poseen las universidades más reconocidas del país, indicando solo los grupos reconocidos y los clasificados en las categorías B, C y D.

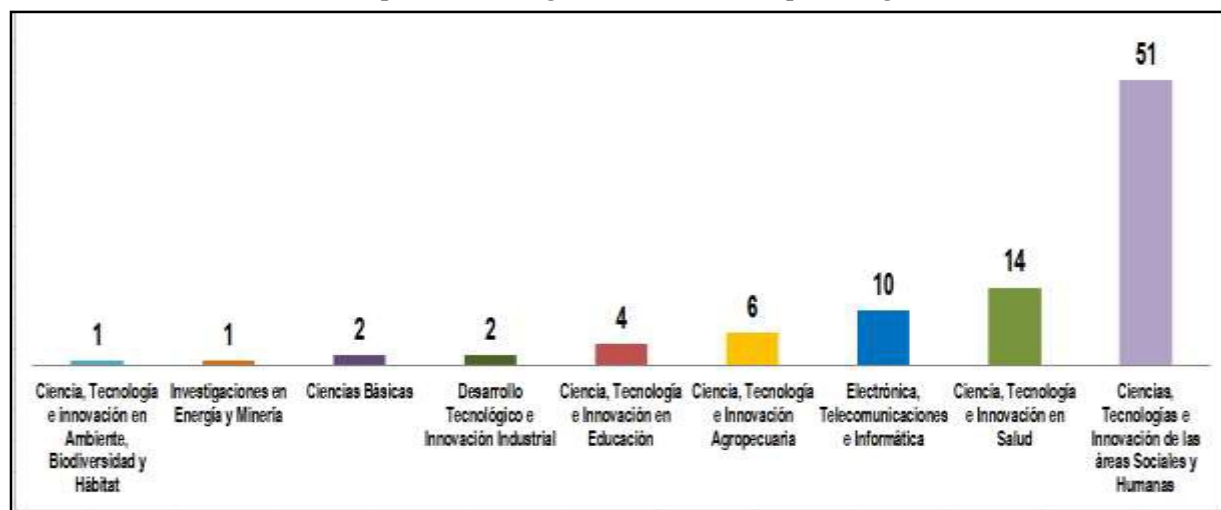
Tabla N° 1. Universidades por Número de Grupos de Investigación reconocidos por Colciencias



Fuente: <http://scienti.colciencias.gov.co:8083/ciencia-war/busquedaGruposPorInstitucion.do?d-16544-p=16>

En la Tabla N° 2. N° de Grupos de Investigación Reconocidos por Programa Nacional de CTeI, se presentan los grupos de investigación reconocidos, agrupados por área de conocimiento, de acuerdo a lo registrado por cada grupo en la plataforma GrupLAC.

Tabla N° 2. N° de Grupos de Investigación Reconocidos por Programa Nacional de CTel



Fuente: Información reportada por cada grupo en la plataforma GrupLAC

Por otra parte el CONPES 3582 de 2009, instrumento en el que se expone la política al respecto y que es objeto de análisis en esta investigación, parte de la presentación de un marco conceptual que se reduce a la descripción de unos cuantos conceptos genéricos, y continua con el diagnóstico de los ejes estratégicos de la política, cabe mencionar una de ellas:

La sexta estrategia (Desarrollar y fortalecer capacidades) enfatiza las capacidades en CTI a través del diseño y ejecución de planes de cooperación para el desarrollo de capacidades en investigación, esta estrategia es clara en el sentido del direccionamiento para el fortalecimiento de los sistemas regionales de CTI que aún están en consolidación, pero la adquisición de capital intelectual no ha sido un tema fácil de abordar y su complejidad se puede entender por la falta de expertos o masa crítica en el país sin embargo el reconocer esta falencia hace de la estrategia ya un avance. Sin embargo la articulación de todas las estrategias son el gran reto de ellas mismas, aunque en la lectura del CONPES se expresan en forma superficial algunos temas de interés social, capital y empresarial es evidente una falta de profundización de la complejidad en la realización de estas políticas.

Si bien, la aproximación a las capacidades en CTI en Colombia no considera inicialmente como objeto de análisis la estructura y consistencia del documento CONPES 3582 de 2009, es importante el hecho de que su estructura es atípica si se compara con otros CONPES económicos referidos a temas menos determinantes para el desarrollo del país. Es así como las capacidades de investigación están directamente relacionadas a la infraestructura que ello requiere y no solo al condicionamiento de un capital humano suficiente y preparado para su ejercicio. La realidad de Colombia manifiesta la insuficiencia del recurso humano para la investigación y esto se plantea como un problema coyuntural que se atribuye, entre otros a la manera incipiente en que se promueven las competencias científicas en el sistema educativo, la poca pertinencia en la formación y la escasez de recurso humano con preparación avanzada. La estrategia planteada en el CONPES 3582 para superar esta problemática y llegar a unas capacidades de investigación mejoradas es fortalecer la formación del recurso humano, mediante el desarrollo de capacidades de generación y adaptación de conocimiento en todo el sistema educativo. Tema que se abordara a continuación.

3.2 Capacidades relacionadas al recurso humano

El enfoque de las capacidades tiene sus raíces en la concepción alternativa de desarrollo humano introducida por Sen (1998) y adoptada por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, que define el desarrollo como el proceso de ampliación de las opciones de las personas mediante la expansión de las capacidades y funciones humanas. La noción de capacidad implementada por Sen (2000) es tomada de la obra de John Rawls sobre la teoría de la justicia.

Aunque la concepción de desarrollo de Sen (2000) ha tenido gran acogida, algunos desearían mayor precisión en lo referente a las capacidades y funciones humanas de carácter universal.

Martha Nussbaum, por ejemplo, crítica la forma asistemática con que Sen (2000) describe algunos funcionamientos básicos universales y propone una lista de capacidades funcionales humanas centrales; entre ellas: la razón práctica, los sentidos, la imaginación, el pensamiento y la afiliación; funcionamientos que son determinantes para el desarrollo económico sostenible.

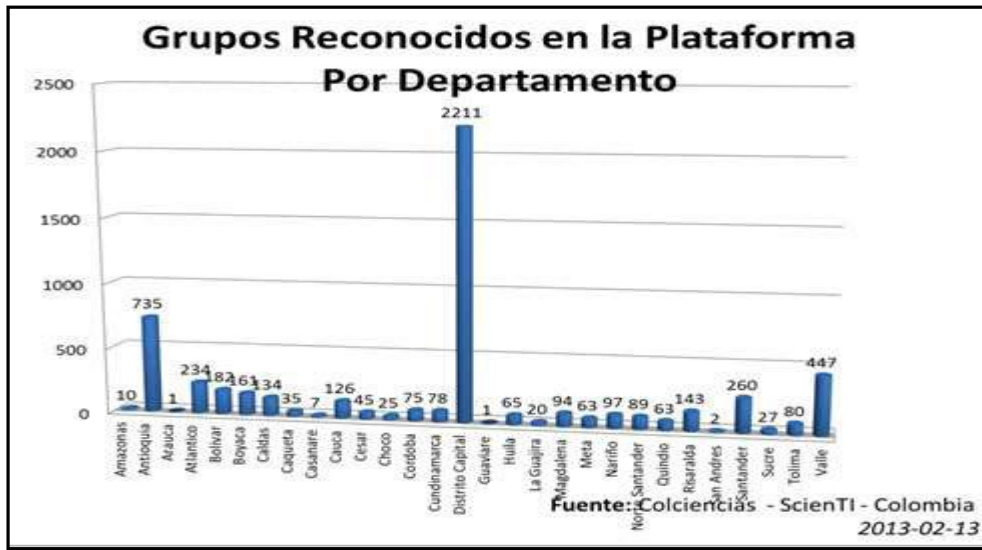
Desde la perspectiva del desarrollo humano de Sen (2000), las capacidades se asimilan a la posibilidad que la persona tiene de emplear en forma adecuada todo su potencial; desde una perspectiva colectiva, se refiere a la capacidad regional para emplear el potencial humano, los saberes acumulados, el acervo de conocimiento adquirido y la capacidad para continuar construyendo como un elemento fundamental para diferenciar y consolidar los factores sociales de desarrollo.

Las capacidades humanas vistas en el contexto como un proceso, se apalancan en el Plan departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación, para el desarrollo del mismo y el sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación para el departamento, de tal manera que los resultados incipientes en este tema, pueden verse como normales dentro de un proceso de aprendizaje, mientras se alinean de manera explícita los agentes del desarrollo, en la actualidad se tiene esta perspectiva implícita o de manera discursiva, como se mencionó en el Panel de expertos (Lopez, 2013).

Para el caso de Colombia el capital humano avanzado en ciencia se concentra de manera importante en las universidades de las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali y Bucaramanga). En cuanto al análisis de nivel educativo de los profesionales que integran los grupos de investigación, cabe reseñar que existe una escasa especialización con un número de doctores pequeño. Por lo tanto, resulta necesaria la captación de talento con maestrías y doctorados para su incorporación a los grupos de investigación. Otro aspecto muy destacable del análisis es que los grupos de investigación no suelen ser dirigidos por doctores, lo que sin duda no favorece la especialización del grupo de investigación y del personal investigador. La tabla siguiente muestra para cada región la importancia de las universidades (con su sede principal en la región), en el desarrollo de la capacidad del talento humano.

En concreto, en la Tabla N° 3. Grupos de investigación reconocidos por Departamento, el 42,52% de los grupos se concentran en Distrito Capital, el 14,13% en Antioquia y el 8,59% en el Valle del Cauca. Lo que indica que estos tres departamentos realizan el 65,24% de la investigación total del país destacándose entre estas regiones las universidades públicas, como las universidades Nacional, Antioquia y Valle, mientras que entre las privadas el primer lugar lo tiene la de los Andes.

Tabla N° 3. Grupos de investigación reconocidos por Departamento



Fuente: Colciencias & ScienTI (2013)

De esta agrupación y análisis, se puede deducir que los grupos de investigación reconocidos por Colciencias son muy dispares en cuanto a las líneas de investigación, producción científica, generación de patentes y desarrollo de productos. Las cuatro grandes ciudades (Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga) concentran la mayor parte de los grupos. La mayoría de estos grupos de investigación se dedican a una mezcla de los sectores ETIC (electrónica, tecnologías de la información y las comunicaciones), no existiendo una focalización única en uno de los sectores. En cuanto a las líneas de investigación cabe mencionar que existen una gran variedad de tipologías de líneas, y su definición se encuentra a un nivel muy alto.

Una muestra clara que las capacidades en CTI obedecen a una mirada poco profunda es el estudio realizado por la Universidad Nacional que lo limitado a datos numéricos por grupos constituidos y profesorado dedicado a la investigación (Baron, Caceres, Cardenas, Gaitan, & Romero, 2016)

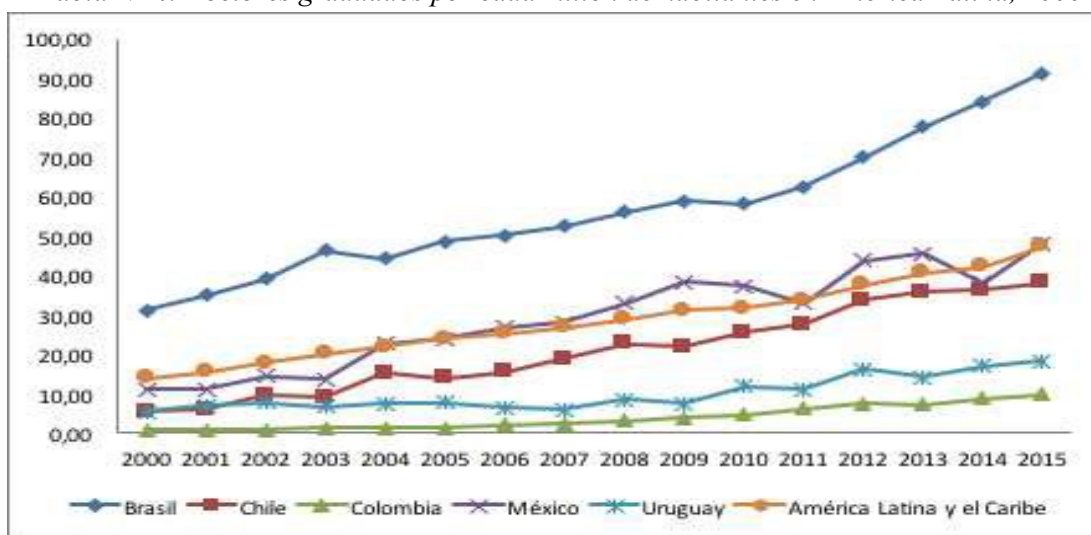
Es así como el capital humano es uno de los ejes principales del capital intelectual; capital intelectual que contribuye a la construcción de las estructuras necesarias para lograr desarrollo socio- productivo. Esto no es posible si no hay un trabajo colectivo y la definición de políticas públicas que tracen horizontes, lo que se logra con los ejercicios de planificación y gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación (Echeverry, 2013). Bajo esta perspectiva el CONPES 3582 (2009) plantea en la segunda estrategia (Consolidar la institucionalidad del SNCTI), el fortalecimiento de la institucionalidad del SNCTI, que tiene como punto de partida la aprobación de la Ley 1289 de 2009 en la que se convierte a Colciencias en Departamento Administrativo. Entre las acciones que componen esta estrategia se percibe claramente una incoherencia entre las medidas de corto y largo plazo debido a la falta de solidez del fortalecimiento del recurso humano basado en la investigación, lo que no viabiliza la tercera estrategia del mismo CONPES (Fortalecer la formación del recurso humano para la investigación y la innovación). La cuarta estrategia de política (Promover la apropiación social del conocimiento), no expresa consistencia en la forma como el desarrollo endógeno se fortalecerá y no argumenta las prácticas científicas, se presenta ausencia de del uso final del conocimiento científico para la resolución de problemas y, particularmente, para articularlo

con otros tipos de conocimientos en la búsqueda de soluciones a situaciones específicas en la sociedad colombiana (Colciencias & EAFIT, 2011).

Es claro que los recursos humanos capacitados y en formación no son suficientes por sí mismos para la promoción del conocimiento, la investigación y el desarrollo. Se requiere de la existencia de bases institucionales para poder albergar esfuerzos de largo plazo y de sostenibilidad en el tiempo. A esto se refiere el concepto de capital intelectual de una nación como la colombiana. A su vez las organizaciones y las instituciones sólo tienen presencia efectiva en la sociedad cuando interactúan con otros sectores y actores de la actividad social. Este es el contenido del concepto de capital social. De allí que no sólo la capacidad de aprendizaje individual sino la colectiva sean recursos valiosos para la adaptación de cualquier país a las nuevas condiciones del cambio mundial (Echeverry, 2013).

Por todo esto, el capital humano altamente calificado en Colombia es bajo en comparación con el promedio de América Latina. Comparando a Colombia con Brasil o México, se encuentra que para el año 2015 estos dos países registraron 91.9 y 47.9 doctores graduados por millón de habitantes respectivamente; mientras que en el mismo año en el país se graduaron 9.6 doctores por millón de habitantes, mostrando un rezago de cerca de 10 veces el número de doctores graduados en Brasil y 6 en México (Tabla N° 4) (RICYT, 2015).

Tabla N° 4. Doctores graduados por cada millón de habitantes en América Latina, 2000-2015



Fuente: (RICYT, 2017)

Sin embargo, a pesar de reportar bajos niveles de formación de alto nivel en América Latina, Colombia ha presentado una tendencia positiva durante los últimos diez años en el apoyo a la formación doctoral. El mayor esfuerzo se realizó en el marco de la Visión 2019 de CTI, donde se estableció la necesidad de incrementar el recurso humano para mejorar las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación del país con la meta de tener 3.600 doctores graduados en 2019 (CONPES 3582 de 2009).

3.3 Capacidades relacionadas a la educación superior

En la perspectiva de la educación superior el CONPES 3582 de 2009 es el documento oficial que define una política pública al respecto; en donde establece una serie de quimeras que aportan una pequeña mirada al problema del desarrollo intelectual del país. Manifiesta en

forma clara que Colombia requiere aumentar su ritmo de producción de conocimiento, lo que implica contar con un grupo significativo de personas dedicado a actividades de ciencia, tecnología e innovación DNP (2007) y desarrollar las competencias de los trabajadores en todos los niveles.

Sin embargo, esta función no tiene una visibilidad especialmente alta en las agendas de política de ciencia y tecnología de los organismos internacionales y en los estudios de los especialistas en la materia. Probablemente, esto obedezca a que en los últimos años el foco de las políticas se ha ido desplazando desde una preocupación por la creación de capacidades científicas –dentro de la que la formación de investigadores tenía un papel clave– a un énfasis mayor sobre temas como el fomento de la innovación, la investigación tecnológica o la vinculación con el medio productivo y social (Sagasti, 2004). Desde este ángulo, la promoción de la formación de investigadores puede aparecer como un tema importante pero asociado a una agenda de otra época. Sin embargo, si bien las justificaciones tradicionales para el apoyo a la formación de posgrado han perdido cierta legitimidad, otra serie de argumentos han contribuido a justificar el sostenido interés en el apoyo a la formación de posgrado para la investigación. El SNCTI cuenta con recurso humano insuficiente para hacer investigación e innovación en la magnitud que se requiere. Esta problemática se expresa en tres factores que se presentan a continuación.

4. El sistema educativo promueve de manera incipiente competencias científicas

Lo más cercano a esta directriz es el proyecto ONDAS y Pequeños Científicos, que han concentrado sus esfuerzos en desarrollar competencias en los niños y jóvenes bajo la metodología de indagación, se percibe resultados aún incipientes, pero se resalta que al menos se ha dado pasos pequeños. Indudablemente la educación es el pilar donde el individuo adquiere las competencias científicas y estas son desarrolladas a través de su paso por todo el nivel de formación, cimentando así la base para hacer investigación e innovación en cualquiera de sus esferas. Establecer el desarrollo de pensamiento científico como una competencia básica a desarrollar en todos los estudiantes es una tarea a abordar.

5. Formación para el trabajo insuficiente y no pertinente

Tanto en el Plan Decenal, como en el Plan Sectorial y el CONPES 3527 (2008) se asigna al sector de la educación superior un papel decisivo para el desarrollo de destrezas laborales y formación de recurso humano altamente calificado, orientado a los sectores estratégicos para el desarrollo del país. La prioridad para países como Colombia es la construcción de un proyecto educativo en torno a competencias, como un conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en contextos nuevos y retadores. Este proyecto educativo debe acercar a la fuerza laboral a las exigencias del mercado laboral, e incluir entre otros componentes el manejo de una segunda lengua, el uso y apropiación de tecnologías de información y comunicaciones (Tics) y el desarrollo de competencias laborales generales.

En el caso colombiano la estructura actual de la oferta de educación superior aún no responde totalmente a las necesidades de la economía.

6. Escasez de recurso humano con formación avanzada (doctorados y maestrías)

El recurso humano es indiscutible el primer paso para la consolidación del capital intelectual en donde la formación de postgrado y la investigación se constituyen en un componente esencial para el mejoramiento de la calidad del sistema educativo dando respuestas a los desafíos que impone nuestro modelo de desarrollo. Desde las Universidades actualmente se cuenta con un aumento del 38% en programas de doctorado, con respecto al 2002 en áreas como educación, ciencias de la salud, agronomía, ciencias sociales, ingenierías, economía y administración, matemáticas y ciencias naturales

Como conclusión en este tema cada uno de estos factores muestra grandes debilidades para alcanzar un desarrollo deseado y apropiado a la realidad el país, sin embargo hay grandes preocupaciones por sectores privados y regiones del país por lograr avanzar en estos aspectos; Medellín evidencia avances lentos pero seguros en temas relacionados con la educación superior, en donde las instituciones de educación superior y universidades se han preocupado por fortalecer capital humano que permita fortalecer el capital social de la ciudad y del país.

Es así como, desde 2008, la Universidad Nacional de Colombia ha implementado estrategias particulares para la medición de sus grupos de investigación; el modelo permite actualmente establecer las capacidades de investigación de la universidad en dos componentes: un módulo de medición del capital intelectual y otro para identificar capacidades y competencias específicas por áreas temáticas de conocimiento. El modelo ha sido útil para el diseño de convocatorias internas y de agendas de conocimiento, así como para responder a los requerimientos gubernamentales y de país (Duarte, Fernandez, Velandia, & Garcia, 2015).

Colombia más allá de la información sobre y en ciencias que cada individuo pueda incorporar a través de la educación superior en ciencias formal, no formal e informal a lo largo de toda la vida, es fundamental que los ciudadanos obtengan la capacidad de discernir entre los insumos científicos y no-científicos para la toma de decisiones económicas, políticas, nutricionales, ambientales, de salud, de consumo, y en muchos otros ámbitos de la vida.

Esta capacidad de utilizar críticamente los conocimientos es fortalecida a través de la “educación por la ciencia”, un enfoque complementario a la educación en ciencias. Para el desarrollo de conocimientos locales, tradicionales y políticas de CTI, las sociedades del conocimiento se basan en distintos tipos de conocimientos en los cuales la ciencia ocupa un lugar central, pero no único. Los conocimientos locales, también conocidos como conocimientos endógenos son únicos para una cultura del conocimiento social.

En Colombia hay ausencia de documentos que expresen estudios relacionados al tema de las capacidades, solo se circunscriben como se ha expresado anteriormente, al número de grupos de investigación, publicaciones, doctores, entre otros.

Para Colombia uno de los desafíos pendientes además de una política consistente y coherente es incluir con razones de hecho los conocimientos endógenos de los sistemas de conocimientos indígenas y tradicionales a las políticas de CTI, con el objeto de contribuir más extensamente al bien común; como lo han hecho varios países en Latinoamérica que han puesto en marcha instrumentos de política de CTI en este sentido. Entidades internacionales como la UNESCO promueven y apoyan estos procesos de inserción endógena en la región.

7. Una Mirada Comparativa: Colombia, Brasil, México y Estados Unidos

- Colombia

El esquema institucional adoptado por Colombia en CTI, independiente del letargo y anquilosamiento decadal que posee, se le puede reconocer que en los últimos años ha sido

acelerado en su desarrollo bajo el marco de políticas generales y documentos CONPES que le dan cierto dinamismo con el fin de fomentar una mayor participación del sector privado y su articulación con los actores del SNCTI que favorece la transferencia de resultados de la investigación a los procesos productivos. También es parte de la estrategia la definición de áreas prioritarias (biodiversidad, aprovechamiento y preservación de recursos hídricos, desarrollo de la electrónica, entre otros) teniendo en cuenta no sólo las necesidades sociales del país sino también sus potencialidades, lo cual permite una mayor sinergia entre los actores públicos y privados del SNCTI. Por otra parte existen instrumentos específicos cuyos objetivos son la investigación y la colaboración entre los sectores públicos y privados para la incorporación de la CTI a los sectores productivos (UNESCO, 2010). Es Colciencias la entidad en Colombia que debe fortalecer todas las capacidades en investigación para lograr metas a corto, mediano y largo plazo, alcanzando así niveles competitivos internacionales.

Por otro lado, la vinculación de doctores al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI) es limitado. En este contexto, se enmarca el esfuerzo de generar herramientas para facilitar la inserción de los doctores graduados una vez finalizan sus programas de estudio. Mientras que las universidades absorben el 90% de los profesionales con formación doctoral en el país, las empresas sólo vinculan el 0.6% y el sector público únicamente el 0.74%. El porcentaje restante es absorbido por otros sectores (Colciencias, 2017).

La concentración de doctores en la academia genera importantes incidencias a las posibilidades del sector productivo de avanzar hacia mayores niveles de productividad y competitividad, en un contexto de economía global donde la diferenciación tecnológica en todos los sectores de la economía resulta definitiva. En el sector público, un mayor número de doctores vinculados sería favorable especialmente en los procesos de toma de decisiones y formulación de política pública en sectores estratégicos para el desarrollo del país. Bajo esta premisa, Colombia por medio de una entidad territorial que adapte esta visión deberá buscar incrementar las capacidades del talento humano en investigación de calidad e impacto, a través de la formación de profesionales colombianos en doctorados (PhD) y/o maestrías de investigación.

- Brasil

El sistema brasileiro de ciencia, tecnología e innovación (CTI) está conformado por el Ministerio de la Ciencia y Tecnología (MCT), creado en 1985 (UNESCO, 2010). Para lo cual el país, la sociedad y el Estado emprendieron considerables esfuerzos, en los últimos cincuenta años, para construir un sistema de Ciencia y Tecnología que se destaca hoy entre los países en desarrollo. Implicaron grandes reformas institucionales en el diseño del sistema, en sus agencias, en las políticas operacionales, y culminaron con la presentación al Congreso de nuevas leyes, que lograron actualizar el sistema nacional de innovaciones, donde se destaca la retoma del diálogo con la comunidad científica y tecnológica con la publicación del Libro Verde sobre la Política Nacional de C & T, el documento gubernamental más exhaustivo y completo sobre el sector realizado en el país y la realización, en septiembre de 2001, de la Conferencia Nacional de C & T, donde participan más de 1200 personas, en un clima de búsqueda de acuerdos con todos los segmentos de la sociedad civil y las demás áreas sectoriales del gobierno en CTI. La educación superior brasileña sufrió durante las últimas dos décadas una gran transformación, principalmente en la ampliación del acceso. Existiendo gran demanda reprimida, en la primera, la expansión se realizó por la vía del sector privado (Barreyro, Costa & Luciano, 2015); por tanto, se puede afirmar que las transformaciones que están ocurriendo

en la educación superior brasileña están sucediendo de igual manera en el escenario de la educación mundial, principalmente en los países de América Latina (Stallivier, 2007). Sin embargo, Brasil todavía necesita avanzar mucho respecto a las condiciones necesarias para poder ofrecer educación en nivel superior de mayor cobertura, en especial, los que están en edad de ingreso a la educación superior. Para eso, se presenta un creciente número nuevas instituciones de formación profesional. A pesar de esto, se requiere que el crecimiento o expansión sea de una forma organizada y que se dé salida no solo a instituciones de carácter privado, si no de origen publico.

Además de la incorporación de la dimensión innovación en la agenda del MCT (Ministerio de la Ciencia y Tecnología), con gran énfasis en los programas cooperativos entre institutos, universidades y el sector privado. Énfasis, además, en la recuperación de la infraestructura tecnológica de apoyo al sector privado y en nuevos programas capaces de estimular el aumento de la productividad y de la competitividad. Todas estas acciones finalizaron con el desarrollo de capacidades en ciencia y tecnología de alto nivel permitiéndole a Brasil, ser en Latinoamérica el país con mayor número de doctores y grupos de investigación dedicado a la ciencia y tecnología.

- México

El sistema de innovación mexicano está coordinado por el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, que integra la Presidencia de la República, representantes de distintos ministerios (salud, energía, medio ambiente, entre otros), el director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Coordinador General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico. En lo pertinente a México sobresale el compromiso asumido por CONACYT para lograr mejores niveles de bienestar para todos los ciudadanos. Para ello, el objetivo es el de elevar la productividad y competitividad. México le apunta a una economía de bienestar a partir de la creación de bienes y servicios de valor agregado pero en su paso coloca como fundamento la inversión en ciencia y tecnología como base para la generación de conocimiento. Como medidas sólidas en el desarrollo de capacidades científicas México tiene un abanico de instrumentos para fortalecer el capital humano para la CTI; entre los más relevantes, sobresalen las becas, las estancias doctorales, la financiación, entre otros. Esto le ha permitido aumentar en un 15% en los últimos cuatro años el número de doctores y patentes en el país (CONACYT, 2014).

Para Mexico el nuevo compromiso no significa desechar lo que se ha hecho, empero sí reconoce la necesidad de adherir nuevas formas de trabajo, de organización y de preguntarse y responder en las disciplinas. A su vez, se trata de que socialmente se disminuya el abismo entre el quehacer científico y su impacto en la sociedad. No puede ser que, con el potencial que tiene México y su sistema científico (según la SEDESOL, 2004), tengamos 51 millones de pobres. La disminución de dicho abismo es sin duda una función de Estado (Drucker & Pino, 2006). En conclusión, para Mexico, lo que rodea este contexto plantea formas innovadoras de hacer ciencia y le exige al sistema científico nacional enfrentar de lleno su compromiso social.

- Estados Unidos

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial (IIGM), los Estados Unidos (EE.UU.) emergen a escala mundial en condiciones inmejorables para disfrutar de una hegemonía en las diversas esferas del quehacer político, económico, psicosocial, cultural, internacional, militar, científico- tecnológico, entre otros. Sin embargo Estados Unidos está en un punto de giro en

las capacidades en CTI, mediante y aunque la administración de Barack Obama se propuso reordenar las prioridades y estrategias de las políticas sobre estos sectores, planteo una estrategia para la innovación americana, donde se expresa el conducir al país hacia un crecimiento sostenible con trabajos de calidad; hoy este plan presenta ciertos rasgos de incertidumbre bajo la administración de Donald Trump quien ha manifestado claras intenciones de recorte y poca profundización en tecnología para el desarrollo social.

La administración Donald Trump plantea recuperar los mercados competitivos a través del desarrollo de negocios de orden capitalista y no dejar que otros capitales capturen los bienes y servicios propios.

Sin embargo olvida ciertos aspectos que catalizan los avances científicos y la innovación para brindar bienestar a la economía del país. Por tanto el país vive cierta incredulidad y solo será superada una vez avance la administración Trump y los resultados sean más concretos en estos niveles.

Finalmente para Estados Unidos el objetivo deseado de aproximar las agendas de investigación, tecnología e innovación hacia las prioridades nacionales, se centra en favorecer con recursos a los programas y proyectos que atiendan las prioridades de la agenda social y económica gubernamental: incentivar la competitividad de la industria estadounidense; recuperar los niveles de empleo en el sector formal; robustecer el sistema de salud pública y, con gran énfasis, desarrollar tecnologías favorables a la restauración ecológica, la protección del medio ambiente, y la reducción de riesgos por ataques terroristas y catástrofes naturales. Este cambio está enmarcado en una dirección estratégica global que permite al país mantener la hegemonía mundial en desarrollo de capacidades científicas aunque hay países que están trabajando en este campo en forma consistente como China.

Bajo este marco comparativo es indudable que Colombia está avanzando pero que aún le faltan pasos que encaminen al país a puestos de privilegio en Latinoamérica en temas de CTI. A continuación se muestra en la Tabla N° 4. *Resumen histórico de los principales acontecimientos del SNCTIC*, los eventos históricos importantes del desarrollo del SNCTIC desde la creación de COLCIENCIAS en 1968 a hasta la fecha.

Tabla N°5. Resumen histórico de los principales acontecimientos del SNCTIC

1968	Creación de Colciencias.
1982	Otorgamiento primer crédito del BID concedido a Colciencias como organismo nacional que puede consolidar la función de promoción y consolidación de la ciencia y del desarrollo tecnológico. Se suma a este crédito uno contratado por el Icfes para el fomento de maestrías.
1990	Sanción de la Ley 29 de Ciencia y Tecnología, reglamentada por los decretos 585, 393 y 591 de 1991.
1992	Otorgamiento segundo crédito del BID para impulso a la generación de conocimientos científicos y desarrollo tecnológico y su difusión y aplicación especialmente en la malla industrial del país.
1994	Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo o ‘Misión de Sabios’.
	Impulso al desarrollo del Sistema Nacional de Innovación mediante documento CONPES 2739.
1997	Otorgamiento tercer crédito del BID que potenció las infraestructuras de ciencia y tecnología en Colombia.

2002	Estructuración la Red Scienti en Colombia con las implicaciones que este hecho va a tener en la consolidación de instrumentos como el CvLac y el GrupLac, evento que transformará las estrategias operativas de universidades e institutos de investigación en Colombia.
2005	Firma del ‘Pacto Nacional por la Innovación’ entre el gobierno, el sector investigador y las empresas. Una de las apuestas más claras es la intención de llevar a 1% del PIB colombiano el gasto en CTI.
2004	Diseño y aplicación de la ‘Segunda Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico’.
2008	Diseño y aplicación de la ‘Tercera Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico’.
2009	Sanción de la Ley 1286 de Ciencia Tecnología e Innovación.
	Colciencias recibe como resultado de la aplicación de la ley 1286, nueva estructura administrativa como Departamento Administrativo.
	Diseño y aplicación de la ‘Cuarta Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico’.
2011	Diseño y aplicación de la ‘Quinta Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico’.

Fuente: Adaptación a partir de Turriago & Hernández (2011).

La Tabla N° 5. Indicadores de contexto PIB 2016, considera algunos indicadores de contexto, que permiten inferir aspectos relacionados especialmente con el tamaño de Colombia de cara a otras naciones. De los análisis y comparación de estos indicadores de contexto es posible señalar la existencia de algunas importantes brechas

Tabla N° 6. Indicadores de contexto PIB 2016.

País	Población	PIB (Precios Corrientes)	Patentes otorgadas
Colombia	47,12 millones	US\$ 380 miles de millones	Residentes: 153 No residentes: 2118 Total: 2271
Brasil	201 millones	US\$ 2.392 miles de millones	Residentes: 729 No residentes: 2.592 Total: 3.321
Mexico	118,4 millones	US\$ 1.259 miles de millones	Residentes: 302 No residentes: 10.041 Total: 10.343
Estados Unidos	316,49 millones	US\$16.768 miles de millones	Residentes: 133.593 No residentes: 144.242 Total: 277.835

Fuente: Adaptación a partir de <http://www.ricyt.org/indicadores/> (2016)

De los indicadores de las Tablas N° 5 y N° 6 es posible inferir. En primer lugar, todos estos indicadores no tendrían sentido si se mantienen dentro de un entorno meramente local, en otras palabras, es necesario hacer comparaciones con el desempeño de otros países, tanto en la

región, como de otras zonas más desarrolladas. Por esta última razón se trabajan estos indicadores con tres países: Brasil, México y Estados Unidos, que si bien son un colectivo variado de países, sin embargo, mantienen fuertes lazos de relación económica y científica con Colombia. En segundo lugar, en cuanto a niveles de producción y generación de conocimiento operativo, como es el caso de las patentes, se ve que Estados Unidos patenta más de ciento veinty dos veces que Colombia, México cuarenta y cinco veces más y Brasil cinco veces más. De manera que se puede deducir que en el frente de generación de patentes en Colombia el atraso es definitivamente importante.

8. Discusión

El desarrollo de capacidades de un país son la base fundamental de su desarrollo y solo una sociedad será sostenible en la medida que esas capacidades sean fortalecidas y apropiadas socialmente por sus integrantes. Las variables endógenas de Colombia lo ponen en un panel de privilegio en Latinoamérica, pero solo depende de que los dirigentes lo plasmen en políticas públicas que generen programas de desarrollo que solucionen problemas reales de los integrantes de dicha sociedad.

En el contexto de esta aproximación en políticas públicas de CTI y del debate que surge actualmente en los círculos intelectuales del país, universidades y en los institutos de educación superior acerca del acceso a nuevos conocimientos y como distribuirlos, se alude frecuentemente a los conceptos de calificación y competencia como meta a alcanzar como parte de las reformas de la calidad y la equidad de la educación general y superior. Sin embargo, aunque son conceptos empleados con frecuencia en la jerga académica y educativa actual, no siempre hay claridad acerca de su significado.

Uno de los objetivos de esta aproximación al estado del arte en Colombia de las capacidades CTI es poner a la palestra conceptos de quienes han aportado al respecto.

La innovación en nuevos procesos, productos y servicios, o mejor aún, el conocimiento que se lleva al mercado es hoy un ejemplo clave de todas las políticas de desarrollo social y económico de los principales países en desarrollo. Es un elemento central de todas las Políticas Nacionales de C & T. Para ello es importante que en Colombia se dé un consenso con toda la comunidad científica y tecnológica. La construcción de este consenso, sin embargo, trae percepciones, visiones y tiempos muy distintos entre los innumerables actores que interactúan para definir las prioridades del sistema de C & T que podrían frenar su desarrollo.

9. Conclusiones

Con base en el análisis precedente, es posible afirmar que la actual investigación y producción científica en Colombia requieren atención para que exista un mejor posicionamiento del tema en el sistema nacional de investigación. Un problema importante para el desarrollo de investigación sobre temas relacionados a las capacidades objeto de estudio se interconecta con la cantidad de investigadores interesados en trabajar en estos campos, cantidad que es muy reducida a nivel nacional. Por tal motivo, las políticas de ciencia, tecnología e innovación deben cubrir tanto la modernización tecnológica de las empresas como la financiación de programas que permitan incrementar el número de investigadores en estos campos. En ese sentido tiene una especial importancia que estas políticas se orienten a las Instituciones de educación como las PYMEs como destinatario esencial. De igual modo, los recursos humanos de nuestra región tienen un valor muchas veces olvidado o simplemente caracterizado desde la carencia en una perspectiva del desarrollo de la sociedad del

conocimiento. De allí la necesidad de conjugar políticas inteligentes, decididas y oportunas en materia científico-tecnológica con la revalorización de los conocimientos acumulados y expresados en la diversidad cultural de Colombia y en general de la América Latina.

En lo que respecta a la capacidad relacionada a la educación superior, la universidad debe dotarse de un plan de acción a medio plazo que sea coherente y que combine y potencie sus capacidades de enseñanza, investigación y apoyo técnico a su entorno socioeconómico. Es decir, deben utilizar del momento en el que las universidades se han ganado el respeto de la sociedad que las financia es cuando cabe plantearse la generación de una corriente de opinión entre los miembros de sus Comunidades Universitarias que sirva para dinamizarlos hacia actividades de I+D y de transferencia de conocimientos al entorno socioeconómico.

Sobre la capacidad relacionada al talento humano, las condiciones en las políticas públicas de CTI son claras en reconocer las debilidades y falencias de su consolidación pero también son ambiguas al argumentar con poca claridad en los modos o medios de producción de ese talento humano superior. Es fundamental reconocerlo y generar políticas de infraestructura en las organizaciones e instituciones que les permita generar espacios de desarrollo de esta capacidad.

Por último la capacidad de investigación, requiere del talento humano calificado y de una infraestructura sólida en las instituciones que permita que esta capacidad proporcione los resultados deseados, que contribuyan a la solución de problemas concretos sociales, aportando una verdadera mejora en la calidad de vida de los ciudadanos.

Para Colombia el desarrollo de capacidades de producción, en todas sus esferas para CTI, está aún muy rezagado. El mejor indicador de este rezago se encuentra en los bajos niveles de inversión de Colombia en CTI. Es fácil concluir que se necesita triplicar el monto de inversión en CTI para llegar al menos a un valor de un dígito del PIB nacional y empezar en términos comparativos, a conquistar posiciones de relevancia en el contexto latinoamericano y mundial.

Finalmente, el planteamiento de que la gestión del conocimiento debe ir de la mano de una titulación apropiada dentro del entorno universitario parece ya fuera de toda duda. En esta línea, Conceicao, Gibson, Hettor, & Shariq (1997) propone la creación de estudios universitarios y de la disciplina de Gestión del conocimiento con el fin que el impacto de la Ciencia y Tecnología (C & T) en el desarrollo de capacidades científicas sea extendido a incorporar estos conceptos con la relevancia de la producción de conocimiento para el crecimiento económico.

Se percibió una debilidad relativa o limitación en la construcción de esta aproximación al estado del arte en políticas públicas CTI, referidas a las capacidades, debido a la ausencia de documentos que plasmen estudios sobre las diferentes capacidades, bien sea, de inversión física, de capital intelectual y/o esfuerzos tecnológicos lo que no ha permitido profundizar en un estado del tiempo que permita generar un referente para futuras investigación en el tema. Sin embargo es de rescatar que para nuevos trabajos sería interesante abordar otras dimensiones como Centros de Investigación y Modelos de Negocios que realizan investigación propia.

10. Referencias

- Barreyro, G. B. & Oliveira, F. L. Las políticas de educación superior en Brasil en la primera década del siglo XXI. *Algunas evidencias sobre impactos positivos en la equidad*. Revista Mexicana de Investigación Educativa, vol. 20, núm. 64, enero-marzo, 2015, pp. 17-46.
- Baron, V., Caceres, P., Cardenas, J., Gaitan, L., & Romero, R. (2016). Capacidades investigación: Una aproximación desde el capital intelectual. Bogotá: Natalie Galindo Malaver.

- Colciencias, & EAFIT, U. (2011). *Ciencia, tecnología y democracia: Reflexiones en torno a la Apropiación Social del Conocimiento*.
- Colciencias, & MinTic. (2013). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de los sectores Electrónica, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ETIC). Bogotá: Prosperidad para todos.
- Colciencias (2017). Informe de Gestión Colciencias. Gobierno de Colombia. Informe de Indicadores Estratégicos Colciencias 2.015-2.017. pp (1-50).
- Colombia, C. (1990). Ley 1289 de 2009. Congreso de Colombia.
- CONACYT. (2014). Programa especial de ciencia, tecnología e innovación 2014-2018. Mexico D.F.: Del Benito Juárez.
- Conceicao, P., Gibson, D., Hettor, M. V., & Shariq, S. (1997). Towards a research agenda for knowledge policies and management. California.
- CONPES 3527. (2008). Conpes 3527 de 2008: Política Nacional de Competitividad y Productividad. Bogotá: DNP.
- CONPES 3582. (2009). CONPES 3582 de 2009: Política nacional de ciencia, tecnología e innovación. Bogotá.
- DNP. (2007). Gestión del Departamento Nacional de Planeación Informe al Congreso.
- Duarte, C., Fernandez, A., Velandia, I., & Garcia, S. (2015). Aproximación a las capacidades de investigación en discapacidad en Colombia. *Facultad de Administración*, 63(1), 13–24.
- Drucker, C., René & Pino F., Angélica. Una visión de la ciencia para el futuro en México. *Ciencias. Debate*. Marzo, 2006. pp 1.4
- Echeverry, J. A. (2013). Conferencia Internacional LALICS 2013: Sistemas Nacionales de Innovación y Políticas de CTI para un Desarrollo Inclusivo y Sostenible. In REDESIST (Ed.), *Capital humano y formación en ciencia, tecnología e innovación* (pp. 1–20). Rio de Janeiro.
- Stallivieri, Luciane (2007). *El sistema de educación superior de Brasil: características, tendencias y perspectivas*. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, número 034. Distrito Federal, México. pp. 47-61
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, 20(2), 165–186. Lopez, L. Y. (2013). *Capacidades humanas y tecnológicas necesarias para alcanzar los objetivos estratégicos del plan departamental de ciencia, tecnología e innovación: Insumo para el proceso de formulación de la Política Pública departamental de CTI*. Universidad Católica de Pereira.
- Lupita, A., & Salas, C. (2001). Implicaciones Educativas De La Teoría Sociocultural De Vigotsky. *Revista Educación*, 25(2), 59–65.
- Meny, I., & Thoeing, J.-C. (1992). *Las Políticas Públicas*. (Editorial Ariel S.A., Ed.) (1st ed., Vol. 1). Barcelona: Francisco Morata.
- Nelson, R.R. (1981a). Research on Productivity Growth and Productivity Difference. Dead ends and New Departures. *Econ. Lit.*, sep, 19(3). pp. 1029-64.
- Nelson, R.R. (1981b). Assessing Private Enterprise. *Bell J. Econ.*, Spring, 72(1). pp. 93-111. Nussbaum, M. C. (1992). Human Functioning and Social Justice : In Defense of Aristotelian Essentialism. *Philosophy and Classics*, 20(2), 202–246.
- Oszlak, O., & O'Donnell, G. (1995). Estado y políticas estatales en América Latina : hacia una estrategia de investigación. *Revista REDES*, 2(4), 99–128.
- Pallares, F. (1988). Las Políticas Públicas: El sistema Político en Acción. *Revista de Estudios Políticos*, 62(12), 141–162.
- RICYT. (2017). El estado de la Ciencia - Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana.
- Sen, A. (1998). Las teorías del desarrollo a principios del siglo XXI. *Cuadernos de Economía Y Dirección de La Empresa*, XVII(29), 73–100.
- Sen, A. (2000). Desarrollo y libertad. Buenos Aires: Editorial planeta.
- Sepulveda, J. A., Londoño, J. A., & Roldan, M. (2016). La cooperación internacional, gran ausente en la visión de la ciencia, la tecnología y la innovación de Colombia. *Journal of Engineering and Technology*, 5(2256–3903).
- Turriago, A., & Hernández, G. (2011). Análisis de capacidades y evolución del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 7(12), 49–60.
- UNESCO. (2010). Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe, 1, 1–324.
- Useda, M. E. (2009). Desarrollo de capacidades científicas y política de ciencia y tecnología. *Estudios En Derecho Y Gobierno*, 4(1), 7–16.

O caso Rostec como instrumento para análise da Política Industrial da Rússia

Beatriz Marcondes de Azevedo
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
biabizzy@gmail.com

Fred Leite Siqueira Campos
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
fred.campos@ufsc.br

Gustavo Bodaneze
UNILA, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento, Brasil
gustavobodaneze@yahoo.com

Rolf Hermann Erdmann
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Brasil
rolf.erdmann@ufsc.br

Resumo

Nos anos 2000, a Rússia, sob o comando de Putin, recuperou-se da recessão que enfrentou na transição ao capitalismo, nos anos 1990. Tanto o fortalecimento do Estado russo quanto o crescimento dos preços das commodities, sobretudo, o petróleo, auxiliaram nesta retomada. No entanto, a dependência econômica na exportação de petróleo continuou. Em 2007, criou-se o conglomerado estatal ROSTEC, por meio da reunião de parte das indústrias militares e civis do país, de modo a fomentar a atividade industrial. Em 2013 e 2014, as sanções decorrentes da “crise da Ucrânia” e a queda brusca dos preços do petróleo demonstram a “fragilidade” econômica russa. Emergiu-se, neste contexto, a substituição de importações como objetivo central de política pública. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo contribuir para o entendimento do papel do Estado como produtor de mercadorias, de modo a alavancar o desenvolvimento econômico. Inserida nessa estratégia, a criação do ROSTEC, em 2007, apresenta-se como exemplo de política pública direcionada para esse fim. Dessa forma, em termos metodológicos, o estudo parte da análise do ROSTEC como instrumento para entender a política industrial e o papel do Estado na transformação econômica da Rússia moderna. Os resultados mostraram o desempenho da corporação estatal em relação à substituição de importações em alguns setores da indústria civil selecionados (Fármacos; Ferramentas; Produtos diversos de metal; Máquinas e equipamentos elétricos; Máquinas e motores; Veículos e equipamentos ferroviários; Veículos e suas partes; Aeronaves e suas partes; Equipamentos óticos e médicos), no período de 2013 a 2017, com análise de dados coletados na COMTRAD (base de dados da ONU sobre comércio internacional). Conclui-se que na maior parte dos setores analisados, as importações e o déficit comercial setorial diminuíram, ainda que alguns tenham sido mais bem-sucedidos que outros.

Palavras chave

Política Industrial; Rússia; ROSTEC.

1. Introdução

Depois do fim da segunda guerra, a industrialização foi vista como o processo pelo qual uma economia se comporta em direção ao desenvolvimento. Segundo Kosacoff e Ramos

(1999), sob à ótica cepalina, os países subdesenvolvidos fazem parte de um sistema mundial dividido entre centro e periferia. A produção do centro concentra-se em bens industriais e, a da periferia, em bens primários. Há uma tendência à valorização relativa dos bens industriais do centro, pois a elasticidade-renda da demanda pelos bens primários é menor, ao passo que fatores sociais dos países centrais (organização trabalhista mais desenvolvida, por exemplo) fazem com que os ganhos de produtividade industriais ocasionem ganhos coletivos de renda com contexto da própria sociedade central.

Contribuições mais recentes afirmam que o setor manufatureiro gera uma série de externalidades positivas, pois o desenvolvimento deste favoreceria o crescimento dos outros setores, promovendo incentivos à poupança interna e favorecendo o desenvolvimento de melhores instituições e o acúmulo de capital humano (YAO & SU, 2016). Entende-se que, a presença de economias de escala gera maiores retornos, há maiores oportunidades para o desenvolvimento tecnológico e, por fim, as atividades manufatureiras geram efeitos em cadeia (SZIRMAI, 2013).

Para Chang (2004) e Mazzucato (2014), o papel da intervenção estatal para iniciar ou acelerar o processo é uma questão polêmica. Problemas da intervenção estatal por meio da política industrial incluem uma menor eficiência alocativa dos recursos, espaço para a corrupção e escassez de quadros burocráticos competentes nos países em desenvolvimento (RODRIK, 2007).

O processo de industrialização e seu fomento constitui um elemento central para entender as possibilidades de os países de desenvolvimento intermediário alcançarem os níveis de renda dos países plenamente desenvolvidos. A Rússia, com uma renda per capita corrigida pelo método da paridade de poder de compra de US\$ 24026,05 em 2016, insere-se no grupo de países de renda média, assim como o Brasil.

Conforme Mazat e Serrano (2013), no caso russo, a economia já havia herdado um sistema industrial consolidado, que enfrentou problemas na transição ao capitalismo. A instabilidade causada pelo fim da União Soviética (URSS) fez com que a economia russa entrasse declinasse nos anos 1990, só alcançando um PIB equivalente ao de 1991 em 2004. As empresas públicas foram privatizadas por valores subfaturados, concentrando o poder econômico nas mãos dos chamados oligarcas. O setor industrial, que já sofria de ineficiência e obsolescência dos tempos da URSS, diminuiu sua participação no PIB de 47,6% em 1991 para 37,9% em 2000, e o crescimento da produção industrial foi negativo em oito dos dez anos da década. É nesse período que se consolida a especialização da economia russa na exportação de commodities minerais, petróleo e gás natural, retendo protagonismo industrial em poucos setores, tais como a indústria armamentista e de energia nuclear.

Essa tendência se reverteu a partir dos anos 2000, com a chegada de Putin à presidência e a retomada do controle estatal sobre a economia, sobretudo, no setor energético. Além disso, os preços do petróleo, principal exportação russa, subiram cerca de 450% entre 2000 e 2013, aumentando a margem de manobra do Estado russo para a implantação de políticas públicas. O PIB russo, por exemplo, cresceu 76% no mesmo período. A dívida pública do governo central foi diminuída para 13% do PIB em 2015, a terceira menor do mundo (THE MOSCOW TIMES, 2015).

Investigações sobre a recuperação da economia russa nos anos 2000 ainda são incipientes em vários centros de pesquisa ao redor do mundo e, em especial, na produção científica do Brasil. Diversos estudos como, por exemplo, o de Cid (2008), têm como foco o expressivo aumento dos preços do petróleo como fator explicativo para essa recuperação. Ainda que esse aumento seja de fato de significativa importância, na medida em que 65 % das

exportações russas em 2015 foram de petróleo e gás natural, o presente trabalho tem como objetivo construir conhecimentos que permitam entender como o governo russo aproveitou os altos preços do petróleo para favorecer outros setores.

Neste sentido, Alves (2011) afirma que, sob à égide da liderança russa, parte-se do pressuposto que dois eventos reforçaram a necessidade de diversificar a economia do país. O primeiro foi a crise mundial de 2008 que causou uma queda de aproximadamente 35% no preço do barril do petróleo entre 2008 e 2009 (BP, 2017), levando a uma depreciação do rublo e queda no PIB. Além disso, as finanças públicas foram afetadas, na medida em que 27% do orçamento federal da época era financiado por impostos de exploração e exportação sobre os recursos energéticos e pelos lucros das empresas estatais do setor.

O segundo evento diz respeito ao agravamento da situação geopolítica russa. Após o início da Guerra Civil Ucraniana e a anexação da Crimeia por parte da Rússia, no fim de 2014, a UE, EUA e outros países aliados impuseram sanções ao país, incluindo a proibição de transações com algumas empresas russas, principalmente estatais, restrição ao financiamento e proibição da venda de armas, equipamentos para extração de petróleo e tecnologias de uso civil-militar. Além disso, também no fim de 2014, o preço do barril de petróleo caiu vertiginosamente, trazendo os mesmos problemas da crise de 2008, mas em uma atmosfera externa mais hostil. Nesse momento, ficou claro para a liderança russa que o modelo de desenvolvimento baseado na exportação de commodities e na importação de bens industriais e tecnologia de ponta é insustentável para um país que almeja se destacar no cenário mundial (KAGARLITSKY, 2014).

Para enfrentar as dificuldades geradas pelos dois eventos destacados, no final 2007 foi criado o conglomerado estatal ROSTEC, por meio da reunião de parte das indústrias militares e civis da Rússia, de modo a fomentar a atividade industrial. Em 2014, os efeitos das sanções decorrentes da crise da Ucrânia e a queda brusca dos preços do petróleo demonstram a fragilidade da economia russa. A substituição de importações passa a ser o foco da política pública, tendo a criação da ROSTEC como uma estratégia de fomento à industrialização. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo contribuir para o entendimento sobre o papel do Estado como produtor de mercadorias, de modo a alavancar o desenvolvimento econômico. Para tanto, faz-se uma análise do caso ROSTEC.

2. Metodologia

Esse trabalho se caracteriza como um estudo de caráter descritivo-explicativo, em forma de análise de caso. Para coleta de dados foi realizada uma pesquisa bibliográfica e levantados dados no COMTRADE, base de dados da ONU sobre comércio internacional, no período de 2013-2017.

Primeiramente, buscou-se descrever aspectos importantes da economia e da política da Rússia, bem como apresentar e caracterizar o ROSTEC. Na sequência, buscou-se avaliar, de forma preliminar, o sucesso ou fracasso desta estratégia desde a criação do conglomerado, selecionando índices de importação e exportação dos setores civis nos quais a ROSTEC atua, a saber: Fármacos; Ferramentas; Produtos diversos de metal; Máquinas e motores; Máquinas e equipamentos elétricos; Veículos e equipamentos ferroviários; Veículos e suas partes; Aeronaves e suas partes; e equipamentos óticos e médicos.

Em relação à organização, tratamento e análise dos dados, foram elencadas as categorias: participação setorial das importações; importações russas por setor; exportações

russas por setor; e saldo comercial russo por setor, com fins de subsidiar uma análise quali-quantitativa do desempenho destes indicadores e dos efeitos benéficos da indústria e da possibilidade do estado russo acelerar o desenvolvimento deste setor.

3. Estratégia de Desenvolvimento

A partir da perspectiva do Sistema Nacional de Economia Política, é defendida a ideia de que a intervenção do Estado e o protecionismo são importantes estratégias para acelerar o desenvolvimento da indústria (LIST, 1983).

No entanto, é necessário destacar que as condições para o desenvolvimento da indústria em países distantes da fronteira tecnológica serão distintas do que para aqueles já industrializados (REGO, 2014). Conforme Evans (2001), o desempenho dos países desenvolvidos está atrelado às políticas públicas bem concebidas que, foram ciosas do poder dos mercados em resolver diversos dos problemas inerentes à construção industrial. Para Medeiros (2013), a estratégia de desenvolvimento pode ser integracionista ou “independente”. A estratégia integracionista ocorre quando se privilegia a inserção na divisão internacional do trabalho em setores com vantagens absolutas já existentes, além de associação com o capital externo. Já a estratégia independente se dá quando a acumulação é coordenada pelo Estado Nacional e busca a construção de novas capacidades produtivas.

3.1 Por que a Indústria?

Segundo Davila-Fernandez e Amado (2015), à medida que uma dada economia cresce, sua demanda por importações acompanha tal crescimento. O acréscimo de importações é financiado na forma de um aumento das exportações ou de uma maior entrada de capitais. Caso a taxa de crescimento das exportações não acompanhe a taxa de crescimento das importações, o hiato gerado deve ser preenchido por meio de financiamento externo. Porém, a dificuldade de financiar continuamente tais déficits provoca um ajuste real na economia, limitando a taxa de crescimento do produto.

Assim, para que um país se desenvolva é necessária uma pauta de exportação composta por produtos com maior elasticidade-renda. Tais produtos são os industrializados, que se valorizam relativamente ao longo do tempo (THIRWALL, 2011; DAVILA-FERNANDEZ & AMADO, 2015).

Para Hirschmann (2013), as atividades industriais também geram encadeamentos com outras atividades e setores, criando externalidades positivas e acelerando seu desenvolvimento. Isso ocorre, pois, a indústria, sobretudo, a de transformação, demanda insumos de outras atividades e ao mesmo tempo, ela própria serve de insumo para outras atividades. Marconi, Reis e Araujo (2014) dão como exemplo uma fábrica de computadores que demanda insumos como semicondutores, processadores e baterias que, por sua vez, demandam outros insumos para serem produzidos.

Yao e Su (2016) entendem que, mais do que aumentar a demanda por outros produtos, as atividades industriais também “espalhariam” seus ganhos de produtividade por outros setores, na medida em que é fonte de insumos produtivos para eles. Relacionado a isso está o fato de a indústria ser uma das principais fontes de demanda não só para outras atividades industriais, mas também para o setor de agricultura e serviços.

Outro argumento a favor da industrialização é defendido por Chang (2004) quando afirma que a difusão de novas formas de organização se daria a partir da indústria. Assim, cita

o exemplo da linha de montagem, desenvolvida primeiramente na indústria automobilística e que hoje se encontram difundidas nos restaurantes de fast-food.

Do ponto de vista geopolítico, o desenvolvimento de capacidades produtivas domésticas constitui um dos elementos que determinam a posição de um país na ordem internacional. Deste modo, as capacidades industriais e de inovação de um país importam tanto para um aumento do seu poder econômico quanto para a transformação de recursos brutos em outra forma de poder. Exemplificando, a Rússia tem enfrentado sanções de alguns países no que concerne a transferência de tecnologia para exploração de petróleo e gás. No entanto, os projetos de expansão da capacidade produtiva de petróleo russa no Oceano Ártico dependem da tecnologia estrangeira (RBTH, 2015). Portanto, de pouco servem, sob a conjuntura internacional atual, as imensas reservas de petróleo árticas, sem os meios correspondentes de extração. Se a indústria de máquinas e equipamentos russa fosse mais desenvolvida, não haveria este tipo de preocupação.

4. Apresentação e Discussão dos Resultados

Com fins de compreender melhor a criação do ROSTEC como uma estratégia de desenvolvimento presente na política pública, fez-se uma contextualização histórica da Rússia, abordando os principais fatos ocorridos desde o fim da URSS. Na sequência, com base em dados coletados na COMTRADE (2013-2017), buscou-se avaliar, de forma preliminar, o sucesso ou fracasso desta estratégia, por meio da análise de índices de importação e exportação dos setores civis nos quais a ROSTEC atua: Fármacos; Ferramentas; Produtos diversos de metal; Máquinas e motores; Máquinas e equipamentos elétricos; Veículos e equipamentos ferroviários; Veículos e suas partes; Aeronaves e suas partes; e Equipamentos óticos e médicos.

4.1 A Rússia nos anos 2000

Nos anos 2000, a economia russa se recuperou da década de profunda crise que se seguiu após a dissolução da URSS. A expressiva subida dos preços do petróleo, gás natural e outras commodities exportadas pela Rússia, a partir do começo deste século, certamente ajudou nesse processo. Há um consenso entre os especialistas de que a retomada, pelo menos na magnitude que se observou, não seria possível sem a valorização dos termos de troca russos. Por outro lado, o período da recuperação também coincidiu com o fortalecimento do Estado russo, com medidas como, por exemplo, a nacionalização de algumas empresas estratégicas e aumento do controle estatal sobre o setor energético, a garantia da estabilidade interna e uma atuação mais incisiva no âmbito externo.

Para Kotz (2016), a conjuntura externa, no entanto, passou a ser mais turbulenta após a Crise de 2008. Ainda que os preços das commodities tenham se recuperado neste momento, em 2014 eles voltaram a cair abruptamente, desta vez com um agravante: as sanções ocidentais impostas à Rússia como resultado da Guerra Civil Ucraniana. Para a economia russa, que no pós- crise já havia diminuído seu ritmo de crescimento, ambos eventos resultaram em recessão e depreciação do rublo. A partir de 2014 ficou claro para a liderança russa que o modelo de desenvolvimento baseado na exportação de commodities, que havia funcionado bem nos anos 2000, já não seria suficiente para a Rússia proteger-se das turbulências externas, aspirar a ser grande potência e melhorar o padrão de vida de sua população. É nesse contexto que surge o atual debate russo sobre a necessidade de uma “substituição de importações”.

Para Mazat e Serrano (2013), a estagnação ocorreu pelo esgotamento do modelo de

desenvolvimento anterior, baseado no uso intensivo de trabalho, transferido da agricultura para trabalhar nas indústrias, e no de recursos naturais. De modo a melhorar o padrão de vida da população e pagar os crescentes gastos militares, a liderança soviética do período, aproveitando os altos preços do petróleo causados pelos choques de 1973 e 1979, passou a exportar petróleo para importar alimentos e bens industriais.

Destaca-se que houve tentativas de modernização da economia soviética, caracterizadas nos planos Perestroika e Glasnost, da gestão de Gorbachov (1985-1991). Tais reformas, não só não lograram reverter a estagnação quanto agravaram a situação do sistema econômico soviético, que finalmente colapsou em 1991. Após o colapso, ascende ao poder o presidente da República Socialista

Federativa Soviética da Rússia, Yeltsin que, com o apoio de economistas ocidentais, adota uma “Terapia de Choque” para transformar rapidamente a economia planejada em uma de mercado, de maneira similar à experiência dos demais países da Europa Oriental, como a Polônia.

A indústria, que detinha grande peso no sistema soviético, definiu durante a década, como resultado da concorrência de produtos importados, melhores e mais baratos, da taxa de câmbio apreciada, da falta de crédito para modernização e da desorganização geral pela qual passava o país. Em 1999, Putin, com seu modelo de gestão, representou uma ruptura com a trajetória anterior. Tal ruptura deu-se, principalmente, com a reconstrução do poder do Estado russo, antes incapaz de exercer plenamente suas funções mais básicas, como a cobrança de impostos ou o cumprimento de leis (MAZAT, 2013).

O preço do petróleo mais que triplicou entre 2000 e 2008, chegando US\$ 97 por barril antes da crise de 2008. A maior demanda chinesa e um período de prosperidade na economia mundial são apontadas como causas desse movimento, que também beneficiou vários outros países exportadores de commodities.

Durante toda a década, com exceção de 2009 e 2010, a Rússia apresentou superávits nominais. O expressivo aumento na arrecadação foi utilizado pelo governo para o pagamento antecipado da dívida interna e externa, chegando a 7,43% do PIB em 2008. Atualmente, mesmo com as crises de 2008 e 2014, a dívida pública encontra-se em 17,43% do PIB, número significativamente baixo se comparado com o resto do mundo. Ademais, esta poupança pública foi aplicada em dois Fundos

Soberanos, o de Reserva, com objetivo de garantir a estabilidade econômica do país, e o de Riqueza Nacional, com recursos para financiar projetos, sobretudo de infraestrutura (MAU & ULYUKAEV, 2015).

Diante do exposto, observa-se que o Estado russo passou a ser mais atuante, por meio de nacionalizações, aumento da tributação sobre as rendas de recursos naturais e o fortalecimento e criação de empresas estatais. A nacionalização não foi um expediente usado sistematicamente. Ao contrário do que se pensa, existem empresas privadas de setores estratégicos na Rússia, inclusive no setor energético (CID, 2008).

A preocupação da liderança russa com a diversificação econômica não é recente. Em 2012, em artigo anterior às eleições parlamentares daquele ano, publicado no jornal Vedomosti, o presidente Putin já apresentava sua visão de inserção da Rússia na economia global. Ele assinalava que a Rússia deveria ocupar um papel privilegiado na divisão internacional do trabalho, ao menos em alguns setores, como o farmacêutico, químico de alta tecnologia, materiais compósitos e não metálicos, aviação, tecnologia da informação, comunicação e nanotecnologia, além dos já tradicionais, como energia atômica e exploração espacial. Para alcançar este estágio, urge uma reformulação da política industrial.

Ao longo de 2014, dois eventos externos impactaram negativamente a economia russa. O primeiro foi o golpe de Estado na Ucrânia, com a guerra civil e posteriores sanções ocidentais à Rússia. O segundo foi a abrupta queda dos preços do petróleo, dos anteriores US\$ 110 para US\$ 40 por barril.

As primeiras rodadas de sanções, adotadas entre março e maio de 2014, atingiram apenas pessoas específicas, que tiveram sua entrada barrada e bens congelados pelos países em questão. As rodadas subsequentes afetaram mais a economia russa. Em julho, medidas contra financiamentos superiores a 90 dias para empresas do setor energético e financeiro russas foram adotadas. Posteriormente, os países ocidentais proibiram a exportação de produtos e tecnologias militares, com uso duplo militar-civil ou relacionados à extração de petróleo. Tais sanções estão em uso até hoje. Após o “congelamento” do conflito ucraniano a partir de 2015, outras sanções foram impostas, principalmente sobre indivíduos e empresas específicas, motivadas pelo suposto envolvimento russo nas eleições presidenciais americanas de 2017 (THE GUARDIAN, 2018).

Recentemente, em agosto de 2018, justificadas pelo suposto envolvimento russo no envenenamento do ex-espião, residente em Londres, Sergey Skripal, novas sanções foram adotadas, incluindo uma proibição ainda mais restrita sobre a exportação de bens sensíveis para a Rússia, como equipamentos eletrônicos e motores. Em três meses, se a Rússia não aceitar as condições impostas pelos americanos, os EUA poderão suspender os voos de companhias aéreas russas ao país e cortar até mesmo todos os laços comerciais (THE GUARDIAN, 2018).

Fica claro que a intenção dos países ocidentais é pressionar os pontos fracos da economia russa. As sanções financeiras dificultam o acesso ao crédito por parte das firmas russas, bem como promovem a fuga de capitais. As sanções comerciais e tecnológicas visam estrangular a Rússia em virtude de seu atraso tecnológico. Até mesmo o setor de petróleo e gás russo depende de tecnologia ocidental para prospectar novos campos, principalmente, no Oceano Ártico (OFFSHORE, 2018). Alguns elos da cadeia de produção militar russa são prejudicados, como a aquisição de equipamentos para medições de precisão e aviônica (THE GUARDIAN, 2018). Mas, a indústria civil é a que mais sofre, dado ao atraso tecnológico russo no setor eletrônico.

Posteriormente, a Rússia adotou suas próprias sanções, a mais importante foi o embargo contra todas as importações de alimentos oriundas de países envolvidos nas outras represálias, sofridas em 2013, principalmente as relacionadas à União Europeia (EU). O embargo tinha o

objetivo duplo de acelerar a substituição de importações russa no setor, aumentando sua segurança alimentar e, de pressionar os países europeus prejudicando um setor politicamente poderoso dentro do bloco (POLITICO, 2015).

Outra ação russa envolve paulatinamente reduzir o uso do dólar e dos títulos do tesouro americano. Nos primeiros meses de 2018, a Rússia vendeu mais de 84 % dos seus títulos, chegando aos atuais US\$ 14 bilhões. Por outro lado, aumentou suas reservas de ouro e outras moedas, como o yuan chinês (WORK BANK, 2018).

Destaca-se ainda a queda abrupta dos preços do petróleo a partir do final de 2014. De US\$ 110 o barril em 2013, seu preço chegou a US\$ 27 em janeiro de 2016 (BRITISH PETROLEUM, 2017). O rublo se desvalorizou, levando o Banco Central russo a aumentar as taxas de juros nominais para 17 em 2014. O PIB russo caiu 3% entre 2014 e 2016, só se recuperando em 2017. Com os mercados internacionais de capitais fechados, a Rússia teve que usar seus fundos e reservas internacionais, além de cortar gastos no orçamento federal.

É neste contexto que a diversificação econômica e a substituição de importações

passam a transformar-se em um “problema público” e a entrarem de maneira mais incisiva na agenda governamental. Em 2015, foi lançado o “Plano de Medidas Prioritárias para Garantir Desenvolvimento Econômico Sustentável e Estabilidade Social em 2015”.

Houve um ajuste fiscal de 10% em todas as áreas, com exceção de agricultura, defesa e obrigações internacionais. No âmbito da política industrial, o plano prevê o uso de “todos os instrumentos de política industrial disponíveis, incluindo grandes investimentos diretos, principalmente com o propósito de substituir importações e apoiar exportações” (MINISTRY OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION, 2015).

Também, observou-se uma mudança estrutural no balanço de pagamentos russo: a diminuição da fatia das importações e exportações ocupadas pela UE, ao mesmo tempo em que a participação chinesa e dos países da União Eurasiática aumentou. Especificamente, em relação às exportações russas por destino, em 2013 e 2016, respectivamente. A fatia de exportações à China cresceu de 5,66% para 9,6% e para Belarus, principal parceiro russo na União Eurasiática, cresceu de 3,46% para 4,67%. A China tornou-se, no período, o principal destino das exportações russas.

Quando comparadas a origem das importações russas em 2013 e 2016. As fatias de China e Belarus cresceram de 14,94% e 4,5% para 19,12% e 5,21%, respectivamente. A China passou a ser o maior parceiro comercial russo. Por outro lado, as importações da Alemanha, e Ucrânia caíram de 14,57% e 4,61% para 12,3% e 2,05%, respectivamente.

Em suma, dada a magnitude da crise que se abateu sobre o país, pode-se dizer que a Rússia conseguiu lidar bem com as adversidades. A economia se recuperou, não houve instabilidade interna e os interesses russos no exterior, principal causa das sanções, foram garantidos.

4.2 Conglomerado ROSTEC e uma avaliação da substituição de importações pós-2013

O fortalecimento das empresas estatais é um dos vetores que o Estado russo maneja para diminuir a dependência econômica na exportação de recursos naturais. Para tanto, foi criado, em 2007, o conglomerado industrial ROSTEC, com fins de “promover o desenvolvimento, produção e exportação de produtos industriais de alta tecnologia, apoiar o mercado interno e externo de organizações russas de produtos industriais de alta tecnologia” (ROSTEC, 2007).

O conglomerado é composto por 13 holdings que controlam 663 empresas. Por meio de uma política industrial ativa e autossuficiência econômica, juntos, voltam para o desenvolvimento da indústria civil. Um desses holdings é a Ruselectronics, que atua no ramo de materiais eletrônicos, equipamentos, semicondutores e tecnologias de micro-ondas, ocupando cerca de 60% do mercado russo nestas atividades.

Sua forma legal é a de “Corporação Estatal”, entes somente criados por lei e com participação totalmente estatal. Neste aspecto, assemelham-se às empresas públicas brasileiras. No entanto, no caso russo, todas as propriedades do governo são gerenciadas pela Agência Federal para Administração da Propriedade Estatal. São exceções as Corporações Estatais, vinculadas diretamente ao gabinete presidencial. Daí pode-se depreender o valor estratégico que tais corporações possuem para o Estado russo (SOLOVYOV, 2009).

Atualmente, a ROSTEC conta com empresas tanto do ramo civil quanto do militar. As principais empresas com tecnologia civil ou civil-militar são: Russian Helicopters; United Aircraft Corporation; UralVagonZavod; RT-Stankoprom; KaMAZ; AvtoVAZ; Nacimbio; e Rosoboronexport (única empresa russa autorizada a exportar armas e outros equipamentos de

uso militar).

O ano de 2014 marcou a entrada definitiva da substituição de importações no rol de prioridades do governo russo. Com fins de avaliar, de forma preliminar, o sucesso ou fracasso desta estratégia desde então, foram selecionados dados de importação e exportação, referentes ao período de 2013 a 2017, dos setores civis nos quais a ROSTEC atua: Fármacos; Ferramentas; Produtos diversos de metal; Máquinas e motores; Máquinas e equipamentos elétricos; Veículos e equipamentos ferroviários; Veículos e suas partes; Aeronaves e suas partes; e equipamentos óticos e médicos. Assinala-se que os dados foram retirados, em 2018, do COMTRADE, base de dados da ONU sobre comércio internacional.

Com base na análise destes dados, observa-se a relevância destes setores no total das importações e de exportações. Em 2013, eles correspondiam a 53,76% das importações e a apenas 5,24% das exportações. Já em 2017, representaram 52,8% do total das importações e 6,01% das exportações. Houve uma melhora, ainda que marginal, sob este aspecto.

Na análise setorial, alguns setores aumentaram sua participação no total das importações, enquanto outros se mantiveram estáveis. A maior queda se deu no setor de veículos, que representava 12,76% das importações em 2013 e 9,42% em 2017. Uma possível causa para isso é a crise econômica e a diminuição da renda disponível da população russa. Outro setor que se destacou foi o de Veículos e equipamentos ferroviários, área onde a Rússia importava principalmente da Ucrânia, e que, com a crise econômica e diplomática, chegou a apenas 0,25% das importações russas.

Analisaram-se, também, os dados que envolvem tanto a variação das exportações quanto o saldo comercial setorial. Os setores que se destacaram, do ponto de vista das exportações, foram o de Fármacos e o de Equipamentos óticos e médicos, com crescimento de cerca de 20%. Os outros setores mantiveram-se estáveis ou caíram. No cômputo total, as exportações russas nos setores selecionados são 78% do que eram em 2013. No entanto, o resto das exportações, que correspondem a cerca de 96% do total, caíram ainda mais. Em 2017, tais exportações foram apenas 67% do que eram 2013.

Pode-se inferir que o crescimento das exportações industriais não se configura como uma prioridade da liderança russa no momento. Tal crescimento é difícil em um ambiente externo hostil, onde dois dos principais mercados (Estados Unidos e Europa) impõem sanções contra a Rússia.

Por fim, analisou-se o saldo comercial. Como as importações, para a maior parte dos setores, caiu num ritmo maior que as exportações, houve uma melhora no saldo comercial setorial. Os melhores desempenhos ocorreram em Veículos e equipamentos ferroviários, que de um déficit de US\$ 2,2 bilhões em 2013 passou a um superávit de US\$ 39 milhões em 2017. Por outro lado, o setor de Aeronaves e suas partes foi o mais deficitário. Isso se dá mais pela queda das exportações, que hoje são 30% do que eram em 2013, do que pelo aumento das importações.

Numa avaliação geral, é possível afirmar que o déficit dos setores selecionados é apenas 69,8% daquele de 2013, enquanto as exportações dos demais setores, largamente superavitárias, são 64,9% do que eram em relação a 2013.

5. Conclusão

O presente trabalho buscou destacar o papel da indústria no desenvolvimento econômico das nações e mostrar que uma economia mais diversificada teria efeitos

geopolíticos benéficos, na medida em que reduz a dependência do exterior em setores estratégicos.

Também, discutiu-se a importância do Estado para fomentar diferentes setores da economia, por meio de uma política industrial. Como exemplo, abordou-se o caso da ROSTEC com fins de ilustrar os efeitos benéficos da indústria e a possibilidade de o Estado acelerar o desenvolvimento deste setor.

Entendendo que a economia russa possui uma pauta de exportações composta majoritariamente por commodities, com impactos da queda dos preços dessas mercadorias, procurou-se investigar os principais pontos da estratégia de desenvolvimento da Rússia, adotados a partir do fim da URSS e, em especial, da criação da ROSTEC.

A revisão bibliográfica permitiu desvelar que o cenário externo passou a ser mais desafiador para a Rússia, a partir de 2013, tanto pelas sanções advindas da “crise ucraniana” quanto pela queda dos preços do petróleo, deixando clara a dependência russa na exportação de petróleo e sua dificuldade em suprir internamente alguns produtos.

No âmbito da ROSTEC, em alguns setores, está mais clara a integração entre tecnologia militar e civil, como no caso da Russian Helicopters, United Aircraft Corporation e UralVagonZavod. Nos outros setores, esta relação é mais tênue, mas o componente de preocupação com a segurança nacional continua a ser determinante.

A partir dos dados de comércio internacional, verificou-se melhora dos indicadores aqui selecionados. A porcentagem das importações dos setores selecionados sobre as importações totais caiu, enquanto a das exportações dos mesmos setores cresceu. O déficit comercial destes setores diminuiu, ao passo que as exportações dos setores tradicionais não ainda não alcançaram o patamar de 2013.

As estatísticas mostram uma queda mais que proporcional nas importações dos setores selecionados em relação ao restante dos setores até 2016, ao passo que em 2017 as importações dos setores de alta tecnologia voltaram a crescer. Ainda assim, as importações dos setores de alta tecnologia são, hoje, 29% menores do que eram em 2013. A partir de 2018, com a continuidade da recuperação econômica russa, será possível analisar se a substituição de importações é definitiva ou mero efeito da recessão que se abateu sobre o país.

6. Referências

- Alves, A. A. M. P. (2011) *Uma longa transição: vinte anos de transformações na Rússia*. Brasília: Ipea.
- British Petroleum. (2017) *Statistical review of world energy 2017*. Retirado em 14 dezembro 2018, de <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review2017/bp-statisticalreviewof-world-energy-2017-full-report.pdf>.
- Chang, H. J. (2004) *Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica*. São Paulo: Editora Unesp, 2004.
- Cid, A. T. G. (2008) El rescate de la industria petrolera en Rusia: y la utilización de los energéticos como instrumento de política exterior. *Argumentos*, Ciudad de México, 1 (58), 137-156, set./dez.
- Davila-Fernandez, M.; & Amado, A. (2015) Entre a lei de Thirlwall e a hipótese Prebisch-Singer: uma avaliação da dinâmica dos termos de troca em um modelo de crescimento com restrição no balanço de pagamentos. *Economia e Sociedade*, 24 (1), 87-119.
- Evans, P. (2001) *Autonomia e parceria: estados e transformação Industrial*. Rio de Janeiro: UFRJ.
- Hamilton, A. (1995) *Relatório sobre as manufaturas*. Ed. Solidariedade Iberoamericana. Hirschman, A. O. (2013) *A generalized linkage approach to development, with special reference to staples*. Princeton: Princeton University Press.
- Howlett, M.; Ramesh, M.; & PERL, A. (2013) *Políticas Públicas: seus ciclos e subsistemas uma abordagem integral*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Kagarlitsky, B. (2014) *El modelo Putin: de la normalización política a la crisis de Ucrania*. Nueva Sociedad, Buenos

- Aires, 1 (253), 72-88. Retirado em 17 junho 2018, de <http://nuso.org/revista/253/renace-el-gigante-discursosyrecursos-en-la-rusia-deputin/>.
- Kosacoff, B.; & Ramos, A. (1999) The industrial policy debate. *CEPAL Review*, 28 (29), 1-24.
- Lisboa, M.; & Pessoa, S. (2016) Crítica ao novo-desenvolvimentismo. *Cadernos do Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 11 (19), 181-189, jul./dez.
- List, F. (1983) *Sistema Nacional de Economia Política*. São Paulo: Abril Cultural.
- Marconi, N.; Reis, C. F. B.; & Araújo, E. C. (2014) O papel da indústria de transformação e das manufaturas no processo de desenvolvimento dos países de renda média. *Texto para Discussão IPEA*, Brasília, 1-54.
- Mazat, N.; & Serrano, F. (2013) A potência vulnerável: padrões de investimento e mudança estrutural da União Soviética à Federação Russa. In: *Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Padrões de desenvolvimento econômico (1950–2008): América Latina, Ásia e Rússia*. Brasília: CGEE, 15 (2), 755-892.
- Mazat, N. (2013) *Uma análise estrutural da vulnerabilidade externa econômica e geopolítica da Rússia*. 261 f. Tese (Doutorado) – UFRJ, Rio de Janeiro.
- Mazzucato, M. (2014) *O estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. São Paulo: Portfolio Penguin.
- Medeiros, C. A. (2013) Estratégias nacionais de desenvolvimento. In: *Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Org.). Padrões de desenvolvimento econômico (1950–2008): América Latina, Ásia e Rússia*. Brasília: CGEE, 2, 79-112.
- Ministry of economic development of the Russian Federation. (2015) Priority measures to ensure sustainable economic development and social stability in 2015. Retirado em 19 setembro 2018, de <http://government.ru/en/docs/16639/>.
- Mau, V.; & Ulyukaev, A. (2015) Global crisis and challenges for Russian economic development. *Russian Journal of Economics*, 1 (1), 4-29, mar.
- Offshore. (2018) Russian sanctions slowing progress offshore Sakhalin. Retirado em 14 outubro 2018, de <https://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-77/issue12/departments/beyond-the-horizon/russiansanctionsslowing-progress-offshoresakhalin.html>.
- Politico (2015) The transatlantic cost of Russia sanctions. Retirado em 14 outubro 2018, de <https://www.politico.eu/article/transatlantic-unity-russia-sanctions-united-states-europeukraine/>.
- Putin, V. (2012) We need a new economy. *Vedomosti*. Moscou. Retirado em 13 agosto 2017, de <https://www.rt.com/politics/official-word/putin-article-economy-competitiveness-011/>.
- Rego, E. C. L. (2014) *How technological catching up matters to economic development today*. 167 p. Tese (Doutorado em Políticas Públicas e Estratégias de Desenvolvimento) — UFRJ, Rio de Janeiro.
- Rodrik, D. (2007) *One economics, many recipes: globalization, institutions and economic growth*. Princeton: Princeton University Press.
- ROSTEC. (2018) Frequently asked questions. Retirado em 11 setembro 2018, de <http://ROSTEC.ru/en/contactus>.
- RBTH. (2015) Russia admits lack of technologies for offshore oil production. Retirado em 16 outubro 2016, de https://www.rbth.com/business/2015/09/28/russia_admits_lack_of_technologies_for_offshore_oil_production_49605.html.
- Solovyov, V. (2009) State corporations: not all the i's have been dotted. Retirado em 19 setembro 2018, de <http://archive.premier.gov.ru/eng/premier/press/ru/4406/>.
- Szirmai, A. (2013) Manufacturing and economic development. In: Szirmai, A.; Naudé, W.; & Alcorta, L. (Org.). *Pathways to industrialization in the twenty-first century*. 1. ed. Londres: Oxford University Press, 2, 53-75.
- The Guardian. (2018) US to impose sanctions against Russia over Salisbury nerve agent attack. 2018. Retirado em 14 outubro 2018, de <https://www.theguardian.com/world/2018/aug/08/us-russiasanctions-nerve-agent-attack-salisbury>.
- The Moscow Times. (2015) Putin Ally Chemezov fights to take over defense industry. Retirado em 14 agosto 2018 de <https://www.themoscowtimes.com/2015/01/14/putin-ally-chemezov-fights-to-take-over-defense-industry-a42890>. The New York Times (2017) Former russian spies are now prominent in business. Retirado em 14 outubro 2018, de <https://www.nytimes.com/2007/12/18/business/worldbusiness/18kgb.html>. 2018.
- The Next Web. (2017) Russia showcases the first computers based on its indigenous Elbrus-8S processor. Retirado em 14 outubro 2018, de <https://thenextweb.com/insider/2017/05/25/russia-showcases-firstcomputersbasedindigenous-elbrus-8s-processor/>.
- The Washington Post. (2014) Falling oil prices put pressure on Russia, Iran and Venezuela. Retirado em 14 outubro 2018, de <https://www.washingtonpost.com/opinions/falling-oilprices-put-pressure-on-russia-iranandvenezuela/2014/10/19/273e3d24-5562-11e4->

- 892e602188e70e9c_story.html?noredirect=on&utm_term=.7b235f06acb2.
- Thirwall, A. P. (2011) Balance of payments constrained growth models: history and overview. *PSL Quarterly Review*, Roma, 64 (259), 307-351.
- Vedomosti. (2018) Как «Уралвагонзавод» оказался на грани банкротства и что его спасло. Retirado em 14 outubro 2018, de <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2018/03/06/752833-uralvagonzavod>. World Bank. (2018) Data. Retirado em 19 setembro 2018, de <http://data.worldbank.org/>.
- Yao, Y.; & Su, D. (2016) Manufacturing as the key engine of economic growth for middle income economies. *ADB Working Paper Series*, Tóquio, 5 (73), 1-32.

Aportes desde el enfoque analítico: Consumo energético del sector residencial del Ecuador

Gabriela Araujo

Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano, Facultad de Ciencias Administrativas, Ecuador.

gabriela.araujo@epn.edu.ec

Andrés Robalino-López

Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano, Facultad de Ciencias Administrativas, Ecuador.

andres.robalino@epn.edu.ec

Resumen

El sistema energético juega un rol fundamental en el desarrollo de los pueblos y en el diseño de un modelo de desarrollo sostenible. Aspectos como, el acelerado crecimiento demográfico, las significativas alteraciones sobre la integridad de los ecosistemas y la previsible crisis que enfrenta el sistema energético son motivo de debate y preocupación. Al añadir el heterogéneo estilo de desarrollo que caracteriza a los países periféricos, se hace imperante plantear estrategias y políticas públicas, las cuales además de generar diversificación en el sector de generación, también se orienten hacia correctas y más sostenibles formas de consumo optimizando la demanda. Esto implica trabajar bajo un enfoque Bottom-up (BU) o ascendente, marco que posibilita el estudio del contexto energético a niveles sectoriales y subsectoriales y la comprensión del comportamiento de los consumidores y el potencial de segmentos particulares del mercado energético.

Bajo este marco, el enfoque analítico permite diferenciar grupos de consumidores (módulos homogéneos) en función de un conjunto de factores sociales, económicos, ambientales, tecnológicos y culturales. La investigación tiene por objetivo la ampliación del entendimiento de los módulos homogéneos en el contexto de demanda energética en el sector residencial del Ecuador, siendo este el punto de partida para realizar estudios de mayor profundidad. El presente trabajo aborda el primer y segundo nivel (N) de desagregación para explorar y describir el consumo en el sector residencial referido a las áreas urbana y rural (N1) caracterizado por los ingresos y consumos (N2) de los hogares. Se comprueba que los hogares del sector urbano presentan mayores ingresos, más artefactos y equipamiento y mayores gastos; consecuentemente, la matriz correspondiente a los usos es más variada, grande y compleja. En este sentido, los desafíos deben ser enfrentados con una mirada estratégica de largo plazo, vinculando a la innovación como un instrumento transformador estratégico para poder transitar por un sendero de desarrollo sostenible.

Palabras clave

Consumo energético; Sector residencial; Módulos homogéneos; Enfoque Bottom-up; Eco-innovación.

1. Introducción

El concepto de desarrollo es amplio, los autores clásicos lo definieron como crecimiento que se evidencia con el aumento del producto per cápita; otros autores van más allá y abordan ámbitos sociales, políticos, biológicos, entre otros (Formichella, 2005). En efecto, una manera habitual de explicar el progreso y desarrollo económico, social e histórico es a través del hallazgo y uso de la energía (Dementjeva, 2009; Oviedo-Salazar et al., 2015). Por tanto, resulta importante

destacar que la energía no se consume por el solo hecho de consumirla, sino por propósitos ulteriores, como son: la satisfacción de necesidades, la producción de bienes y servicios y la obtención de comodidades (Bhattacharyya, 2011).

No obstante, el predominante modelo económico que persigue el crecimiento continuo (CEPAL & GTZ, 2001), el acelerado crecimiento demográfico y las significativas alteraciones sobre la integridad de los ecosistemas (Aguado, 2017), sumadas a la previsible crisis que enfrenta el sistema energético basado fundamentalmente en fuentes de origen fósil (Velo, 2005), hacen que la opción de continuar con los mismos patrones de producción, energía y consumo ya no sean viables. Este panorama exige transformar “el paradigma de desarrollo dominante en uno que nos lleve por la vía del desarrollo sostenible, inclusivo y con visión de largo plazo” (UN & CEPAL, 2016).

De ahí que, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental. Consecuentemente, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen una herramienta de planificación y seguimiento hasta el 2030; es decir, un guía de referencia hacia el desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente (UN & CEPAL, 2016).

Ban Ki-moon, Secretario General de las Naciones Unidas (2007-2016) ratificó que el desarrollo no es posible sin energía, más aún, el desarrollo sostenible no es posible sin energía sostenible. Por consiguiente, “la energía sostenible es una herramienta poderosa para el alivio de la pobreza, el progreso social, el empoderamiento de las mujeres y los jóvenes, la equidad, la resiliencia, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental” (PNUD, 2016).

Dicho de otra manera, la evolución en complejidad de la energía en sus dimensiones técnicas, socio-culturales, geopolíticas, económicas y ambientales (OLADE, 2017), hacen del sistema energético un puntal estratégico de cada país o región. Este marco implica la necesidad de una intervención creciente de los poderes públicos sobre los sistemas energéticos (OLADE, 2017). Por lo tanto, el espacio de políticas públicas es prioritario, ya que estas permiten incluir orientaciones, contenidos, instrumentos, mecanismos, definiciones, modificaciones y otros, sobre los cursos de acción y flujos de información alineados a los objetivos políticos (Lahera P., 2004).

Al proyectar estrechar el desarrollo sostenible como orientador, resulta importante revisar los factores relacionados con la actividad humana que impactan en el medio ambiente. Uno de los impactos más perceptibles respecto al uso de la energía son las emisiones de CO₂ por la utilización de combustibles fósiles (Zhang & Cheng, 2009). Como resultado, el CO₂ es el contaminante más estudiado debido al uso de energía en las actividades humanas, este representa aproximadamente el 75% de las emisiones de gases de efecto invernadero, principales causantes del Cambio climático (IPCC, 2006; Robalino-López et al., 2015; Zhang & Cheng, 2009).

Los principales factores para el aumento de emisiones de CO₂ por uso de energía son: el desarrollo económico, el crecimiento poblacional, el cambio tecnológico, la dotación de recursos, estructuras institucionales, los modos de transporte, estilos de vida, el comercio, entre otros (Alcántara & Padilla, 2005; Robalino-López et al., 2016). De ahí que, numerosas investigaciones sugieran un nexo estrecho entre el desarrollo económico y el consumo de energía (Alcántara & Padilla, 2005; IPCC, 2006; Halicioglu, 2008; Robalino-López et al., 2014; Robalino-López et al., 2015; Aniscenko et al., 2017); donde, un PBI con fuerte contenido industrial consumirá más energía que un PBI predominantemente agrícola o terciario (Hansen & Percebois, 2010). Efectivamente, las necesidades a satisfacer son específicas con respecto a la ubicación, la tecnología y los usuarios (Bhattacharyya, 2011).

Por las razones expuestas, es preciso examinar los contextos energéticos desde una

perspectiva de dualidad Centro - periferia, denominación que explica la diferenciación inicial en términos de intercambio y desarrollo tecnológico (Rodríguez, 2006). Pues bien, los países periféricos tienen un estilo de desarrollo caracterizado por la baja diversificación productiva, la especialización en actividades de bajo valor agregado y la dependencia de recursos naturales (CEPAL, 2018). Otros aspectos por considerar son: i) el fenomenal crecimiento poblacional, ii) las dinámicas de urbanización (Jebaraj & Iniyar, 2006), iii) la existencia de una brecha importante entre las áreas urbanas y rurales (Urban, 2009), iv) matriz energética basada principalmente en combustibles fósiles, v) un modelo de transporte altamente contaminante e ineficiente (CEPAL, 2018), vi) varios subsidios sociales, y otros muchos más.

En este punto es preciso recalcar que, los países periféricos se caracterizan por la existencia de una histórica y sistémica brecha de desigualdad, ocultando grandes diferencias entre ellos y también dentro de cada uno de ellos. Es decir, las disparidades tanto espaciales como temporales se explican por la existencia de marcadas diferencias en procesos históricos, condiciones geográficas, niveles de desarrollo socio-económicos, distribución espacial, nivel y velocidad de urbanización, entre otros (Winchester, 2006; Bernal-Meza, 2016).

Además de los factores descritos, existen particularidades que se palpan en el contexto energético; es así que, actualmente la demanda energética de los países periféricos tiende a crecer más rápido en comparación con los países de centro; además, estos tienen clara preferencia por los combustibles líquidos (Bhattacharyya, 2011) y los factores tecnológicos ligados a la mayor o menor eficacia de los equipos de producción, transformación y utilización de energía juegan un rol significativo (Hansen & Percebois, 2010). Conjuntamente, hoy en día, las grandes urbes desempeñan un papel clave para el medioambiente y el desarrollo económico. A escala global y marcadamente en los países periféricos, los patrones están cada vez más dirigidos hacia la concentración de las poblaciones y las actividades económicas en las áreas urbanas (Cardonoso et al., 2014).

Consecuentemente, un abordaje apropiado al estudio de los sistemas energéticos de los países periféricos debe incluir factores característicos propios relevantes. Esta inserción es la que posibilitará la actuación sobre las pautas y patrones de producción, transformación y consumo de energía específicos. De manera que, los desafíos deben ser enfrentados con una mirada estratégica de largo plazo, vinculando a la innovación como un instrumento estratégico para poder transitar por un sendero de desarrollo sostenible (OEI, 2012).

Por otro lado, Schumpeter (1934) introduce el término "destrucción creativa", señalando que la innovación es el factor predominante para el crecimiento y desarrollo económico, haciendo referencia al proceso dinámico donde las tecnologías antiguas son desplazadas por tecnologías nuevas, generalmente más eficientes y amigables con el medio ambiente. Sin embargo, para pensar en desarrollo sostenible en todas sus dimensiones: económica, ecológica, y social, incluyendo también lo cultural, es preciso comprender que las innovaciones tecnológicas son condición necesaria pero no suficiente para impulsar el cambio social (Pelfini et al., 2012).

Por ello, innovación puede redefinirse a través de eco-innovación; concepto que hace referencia a las nuevas tecnologías que mejoran el desempeño económico y ambiental, superando las fronteras convencionales del determinismo tecnológico, para entrar en un amplio contexto social que contempla cambios en normas, valores culturales y estructuras institucionales (Carrillo-Hermosilla et al, 2009; OECD, 2009). Las características distintivas son: i) refleja énfasis explícito en la reducción del impacto ambiental; ii) incluye la innovación en las estructuras sociales e institucionales (OECD, 2009a).

2. Metodología

El sistema energético juega un rol fundamental en el diseño de un modelo de desarrollo sostenible, implicando la creciente intervención del espacio de políticas públicas que permitan: i) diversificar las fuentes de energía, ii) aumentar la eficiencia energética en los sectores productivos, iii) satisfacción de la demanda y otros más. Consecuentemente, los análisis de mediano a largo plazo son esenciales, puesto que permiten incidir positivamente en la planificación del sistema energético y por ende en los planes de desarrollo (Robalino-López et al., 2014, Araujo et al, 2019).

Generalmente, en materia de Planificación Energética (PE) se trabaja bajo un enfoque Top-down (TD) o descendente, donde el foco permanece en el nivel agregado de análisis (Bhattacharyya, 2011). El enfoque TD alcanza aspectos macroeconómicos y la evaluación de políticas fiscales y monetarias (OLADE, 2017). Sin embargo, dicho enfoque puede ser insuficiente al no considerar los aspectos de heterogeneidad que caracterizan a los países periféricos en sus niveles regionales, nacionales, subnacionales y locales (Cruz et al., 2015), siendo necesario considerar la inercia en infraestructura, tecnología e incluso cultura de cada país o región (Robalino-López et al., 2014, Araujo et al, 2019).

Esto implica trabajar también bajo un enfoque Bottom-up (BU) o ascendente, marco que posibilita el estudio del contexto energético a niveles sectoriales y subsectoriales (Bhattacharyya, 2011). De esta manera, los análisis BU analizan en detalle el cambio en demanda y consumo de energía causado por las distintas actividades humanas (Wei et al., 2006), permitiendo la comprensión del comportamiento de los consumidores y el potencial de segmentos particulares del mercado energético (Bhattacharyya, 2011). Al utilizar datos minuciosos resulta adecuado para analizar la evaluación de políticas por el lado de la demanda y ambientales sectoriales (OLADE, 2017).

Bajo este marco de referencia donde predominan las condiciones de incertidumbre, el análisis prospectivo de la demanda posibilita realizar una exploración de los futuros posibles, a través de escenarios que representen evoluciones bien contrastadas (OLADE, 2014), permitiendo describir los requerimientos de demanda de energía futura, utilizando para ello los enfoques neoclásico econométrico o analítico (OLADE, 2017).

El enfoque econométrico permite estudiar la demanda de energía en un sector de consumo en función de: i) ingresos, ii) precios relativos de las fuentes energéticas, y iii) tecnologías disponibles. En comparación con el enfoque analítico, el econométrico presenta inflexibilidad para representar cambios estructurales vinculados a fuentes y tecnologías de uso.

Consecuentemente, el enfoque analítico posibilita diferenciar grupos de consumidores (módulos homogéneos) en función de un conjunto de factores “sociales, económicos, ambientales, tecnológicos y culturales; abastecidos con o sin determinadas fuentes energéticas; y de los cuales se espera un similar comportamiento ante variaciones en los determinantes del consumo de energía” (OLADE, 2017). Entonces, los módulos homogéneos permiten relacionar los requerimientos de energía con las necesidades humanas y evaluar los impactos de las políticas energéticas focalizadas.

- Tipo de investigación

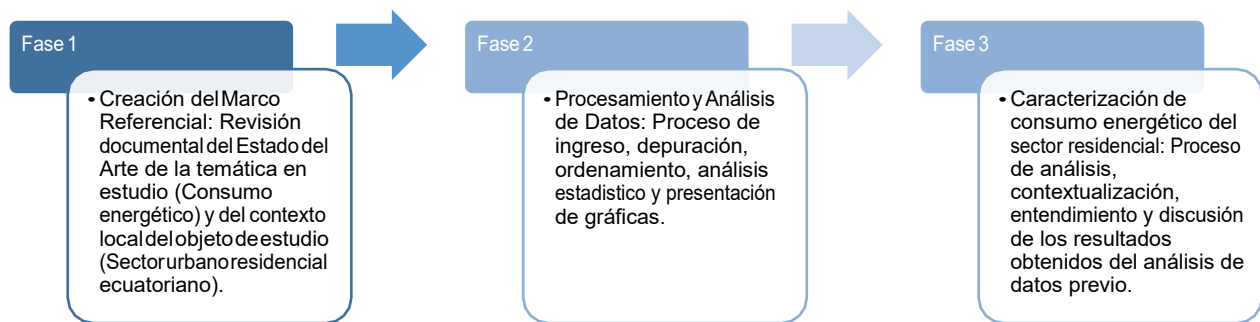
Se plantea una investigación de tipo exploratoria - descriptiva, cuyo objetivo es realizar un acercamiento y ampliación del entendimiento (reseñar las características y rasgos del caso de estudio) de los grupos de consumidores o módulos homogéneos en el contexto de demanda energética en el sector residencial del Ecuador, siendo este el punto de partida para realizar estudios

de mayor profundidad. En el presente trabajo abordan el primer y segundo nivel (N) de desagregación para explorar y describir el consumo en el sector residencial referido a las áreas urbana y rural (N1) caracterizado por los ingresos y consumos (N2). Teniendo en consideración que el acceso a las fuentes de energía y la calidad del servicio es diferente en ámbitos urbanos respecto a los rurales Además, un hogar de bajos ingresos tendrá acceso a diferentes fuentes de energía y equipamientos respecto a un hogar de altos ingresos (OLADE, 2017); consecuentemente las matrices de fuentes y usos serán diferentes para cada ámbito.

- Descripción metodología

La investigación contempla un análisis exploratorio - descriptivo acerca del consumo energético en el sector residencial urbano y rural del Ecuador, utilizando primariamente la base de datos correspondiente a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos y Rurales 2011- 2012 (ENIGHUR) publicada por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC, 2011). El marco referencial y la estadística descriptiva permiten comprender y reseñar las características y rasgos del caso de estudio. En la Figura 1 se exponen las etapas metodológicas de la investigación.

Figura 1. Etapas metodológicas de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

3. Desarrollo

- Contexto energético del Ecuador

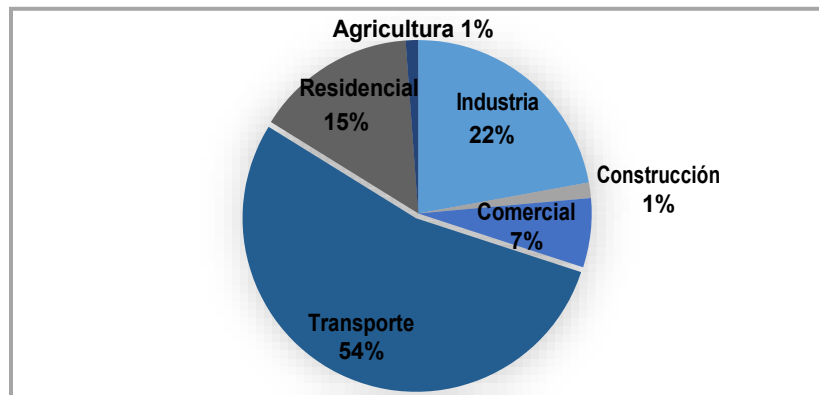
La Constitución de la República del Ecuador considera a “la energía en todas sus formas” como un sector estratégico; por lo tanto, esta tiene decisiva influencia económica, social, política y ambiental (Asamblea Nacional, 2008). El Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 destaca que durante la última década (2007-2017) los ejes de la política pública han perseguido la transformación de las matrices productiva y energética (SENPLADES, 2017).

Así, desde el 2009 y bajo distintos planes de desarrollo vigentes, Ecuador se encuentra inmerso en un proceso de cambio de matriz energética (SENPLADES, 2009). Las estrategias de dicho cambio persiguen: i) aumento de la participación de fuentes de energía renovables, priorizando los proyectos hidroeléctricos; ii) promoción de proyectos para el uso de otras fuentes de energía tales como: geotérmica, biomasa, eólica y solar; iii) reducción de pérdidas técnicas en los procesos de transformación energética; iv) aumento de eficiencia del transporte; y v)

promoción de programas de eficiencia y ahorro en los diferentes sectores productivos (Castro, 2011).

De esta manera, para el 2021, Ecuador busca reducir la dependencia de los combustibles fósiles, optimizando la generación eléctrica y aumentando la eficiencia energética en el sector de los hidrocarburos, lo que representaría un ahorro de 26,6 millones de barriles equivalente de petróleo (Mbep) (SENPLADES, 2017). La Figura 2 muestra la participación porcentual correspondiente al consumo final de energía por cada uno de los sectores productivos: Agricultura (pesca y minería), Industria, Construcción, Comercial (servicios y administración pública), Transporte y Residencial.

Figura 2. Participación del consumo final de energía por sector productivo 2015.



Fuente: Ministerio Coordinador del Sector Estratégico (2016b).
Desarrollado por los autores.

Para el año 2015, por orden de importancia la participación en el consumo final de energía fue: el sector transporte con una participación del 52,61%, sector industrial con un valor de 21,46%, en tercer lugar, el residencial con 14,66% del total de energía consumida, seguido del sector comercial (servicios y administración pública) con un 6,30%. Los sectores de agricultura y construcción alcanzaron una participación conjunta menor al 3%. La Tabla 1 sintetiza la participación correspondiente al consumo final de energía por tipo de combustible para los sectores productivos del Ecuador en el 2015.

Tabla 1. Participación del consumo final de energía por tipo de combustible y sectores productivos 2015.

Sector productivo	Leña	Productos de caña	Electricidad	GLP	Gasolina	Queroseno	Diesel	Fueloil
Agricultura (pesca y minería)				0,21%	0,93%			
Industria	0,40%	2,79%	6,67%	0,88%	0,21%		8,29%	2,22%
Construcción					0,02%		1,39%	
Comercial (servicios y administración pública)			3,80%				2,50%	
Transporte			0,01%	0,07%	22,88%	3,12%	23,64%	2,90%
Residencial	1,86%		5,19%	7,61%				
Consumo final de energía [Mbep]	1,86	2,30	12,95	7,25	19,86	2,57	29,60	4,23
Consumo final de energía [%]	2,26%	2,79%	15,67%	8,77%	24,04%	3,12%	35,82%	5,12%

Fuente: Ministerio Coordinador del Sector Estratégico (2016b).
Desarrollado por los autores.

Para el 2015, los combustibles fósiles (diésel, gasolina, GLP, fueloil y queroseno) dominaron la estructura del consumo final de energía en Ecuador, alcanzando un valor del 76,87%. El combustible diésel fue el combustible de mayor uso, consiguiendo aproximadamente el 36% del consumo final de energía y siendo utilizado principalmente por los sectores del transporte e industria.

Bajo este panorama, en el 2016, Ecuador tuvo un nivel relativamente bajo de emisiones de CO₂, reportando 2,44 toneladas métricas per cápita si lo comparamos con Qatar que alcanzó un valor de 38,52 toneladas métricas de CO₂ per cápita (Datosmacro, 2016). Por otro lado, al comparar Ecuador con los países de su región, este valor no es bajo. Este se posiciona como el mayor emisor de gases de efecto invernadero en comparación con sus vecinos Colombia y Perú, países más grandes, poblados e industrializados, que alcanzaron 1,59 y 1,81 toneladas métricas de CO₂ per cápita respectivamente en el mismo año (Datosmacro, 2016).

Consecuentemente, el análisis de la matriz energética por sectores de demanda revela la singularidad de Ecuador, destacando un elevado consumo de combustibles fósiles para transporte y cocción; entre las explicaciones debe mencionarse el subsidio a los derivados del petróleo que facilita el uso creciente de los combustibles convencionales (Castro, 2011).

Para entender el alcance del subsidio, basta con examinar el precio comercial de los combustibles; para el 2016, el precio del diésel por litro en Ecuador fue de \$ 0,29, mientras que en Colombia alcanzó \$ 0,64 y en Perú \$ 0,88; es decir, 210% y 300% más alto respectivamente (World Bank, 2016).

Los subsidios a los combustibles fósiles han formado parte de la política de Estado desde 1974 (Espinoza & Guayanlema, 2017). Tuvieron la finalidad de incentivar el crecimiento de ciertos sectores productivos y mejorar el acceso a la energía. Sin embargo, estos se han perpetuado introduciendo una lógica de ineficiencia, ya que incentivan la demanda de derivados de petróleo (GLP, gasolinas y diésel) (Espinoza & Guayanlema, 2017).

El déficit de oferta es cubierto por importaciones; así pues, ha representado aproximadamente 486 millones de barriles en el período 2007-2017; es decir, en promedio 44,23 millones de barriles anuales, con un costo total de 3.761,34 millones de USD anuales (BCE, 2018).

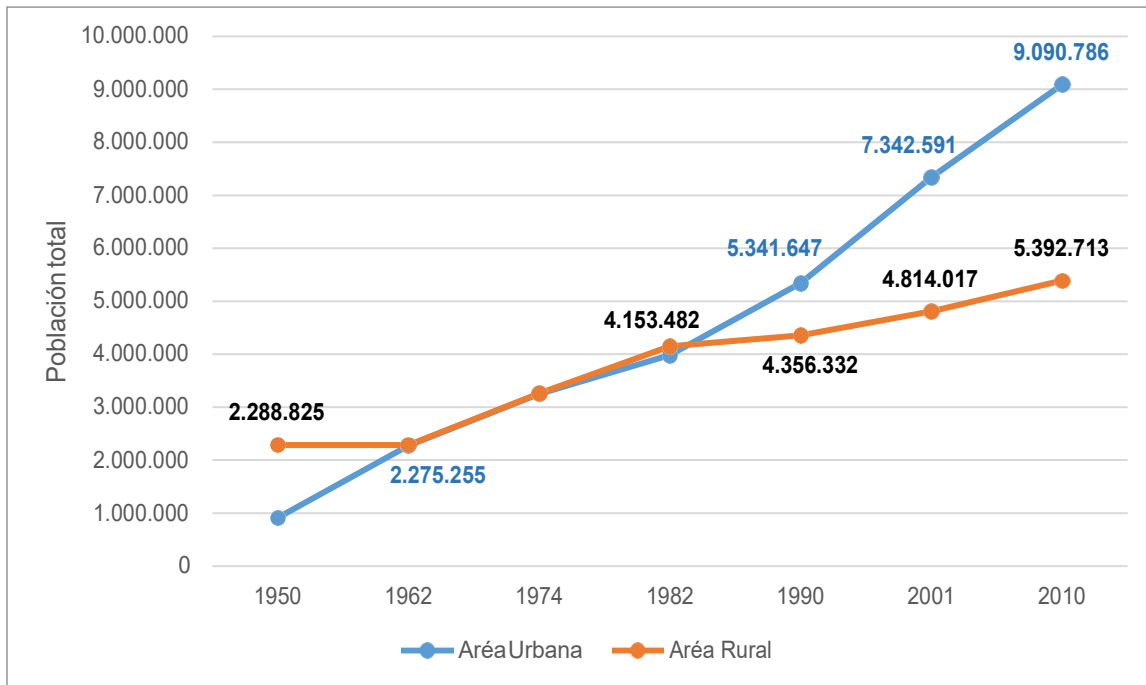
A este panorama se suma la característica de urbanización que se presenta en el país a partir de la década de 1970, donde las exportaciones de petróleo marcan un antes y un después para la economía y para la dinámica de urbanización del país. Como se muestra en la Figura 3, en Ecuador tuvieron lugar siete censos de población, realizados en los años: 1950, 1962, 1974, 1982, 1990, 2001 y 2010 (INEC, 2010).

En el primer censo de población y vivienda (1950) se registró que el 29% de la población total se asentaba en el área urbana; mientras que, en el último censo del 2010, los resultados arrojan que aproximadamente el 63% de la población se encuentra en el área urbana (MIDUVI, 2015).

El impacto del hallazgo y la explotación del petróleo tuvieron gran impacto en la economía ecuatoriana. Las exportaciones registraron: más de 300 MUSD en 1972, 532 MUSD en 1973 y 1.050 MUSD en 1974 (Salgado, 1989).

De manera que, la Crisis Energética de 1973 repercutió en un beneficio para el Ecuador, marcando el punto de quiebre para acelerar la dinámica de urbanización (OLADE, 2017).

Figura 3. Evolución de la población urbana y rural (1950-2010).



Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2015).
Desarrollado por los autores.

Salgado (1989) destaca que además del beneficio económico, el boom del petróleo tuvo un efecto psicológico en la sociedad ecuatoriana; provocando una transformación de las estructuras productivas y del empleo. Por lo tanto, la población activa se redujo en el sector agricultura, abandonando las zonas fértiles, principalmente las del interior de la Región Costa para trasladarse hacia las ciudades para emplearse en el sector de la construcción (Naranjo Chiriboga, n.d.). Bajo este contexto, en el Plan Nacional de Electricidad 2016-2025 se presentan los resultados de la proyección de la demanda eléctrica, que muestran un crecimiento del número de usuarios para el 2025 (MEER, 2016a). El sector residencial mantendría su participación mayoritaria con el 88% del total de usuarios, seguido del sector comercial con el 10% y el industrial con el 2% de consumidores (MEER, 2016a).

Efectivamente, el sector residencial es un actor energético importante, ya que representa un porcentaje significativo en la demanda total de energía y su participación es mayoritaria con respecto al número de usuarios, haciendo imperante que las políticas públicas incentiven el consumo consciente, responsable y activo de los distintos involucrados (Araujo & Robalino-López, 2018).

Por ello, para focalizar planes de eficiencia energética y consumo responsable es preciso conocer la demanda por tipo de combustible y los usos finales de energía. Para el 2015, el sector residencial tuvo una participación del 14,66% en el consumo final de energía, concernientes a: 1,53 Mbep en leña, 4,29 Mbep correspondiente a electricidad y 6,29 Mbep de gas licuado de petróleo (GLP) (MiCSE, 2016). Además, los usos finales para el 2013 fueron: refrigeración 51%, iluminación 18%, seguido de cocción y calentamiento con 12%, aire acondicionado 7% y otros usos con el restante 12% (ARCONEL & MEER, 2013).

Bajo esto, se han ejecutado tres proyectos para el sector residencial: i) Plan RENOVA ejecutado en el periodo 2012-2016, contemplando la sustitución de refrigeradoras de alto consumo

energético por equipos nuevos y eficientes de fabricación nacional; ii) Plan iluminación eficiente en el periodo 2008-2014, incentivando el uso de lámparas de mayor eficiencia; y, iii) Plan de cocción eficiente ejecutado en el período 2014-2018, consistiendo en la incorporación de cocinas eléctricas en sustitución de cocinas a GLP (MEER, 2016b).

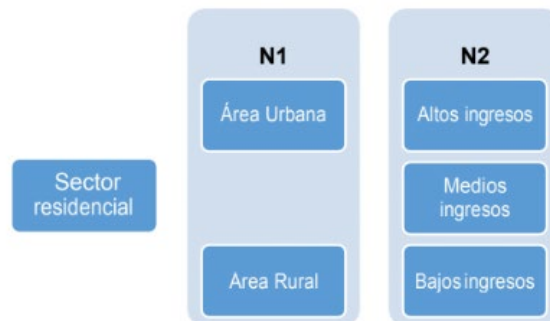
Los resultados de dichos proyectos fueron mediocres, pues no contemplaron promover una transformación en el comportamiento, por ello, el presente trabajo pretende ampliar la comprensión de los consumidores del sector residencial desde el enfoque analítico.

4. Resultados y discusión

En el presente trabajo se abordan el primer y segundo nivel de desagregación (N) que permiten explorar y describir el consumo en el sector residencial del Ecuador, referido a las áreas urbana y rural (N1), las cuales se caracterizan en base a los ingresos corrientes totales y consumos corrientes totales divididos por finalidad (N2), de acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos y Rurales 2011 (ENIGHUR) publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2011).

Dicha encuesta tiene como objetivo general proporcionar información sobre el monto, distribución, y estructura del ingreso y el gasto de los hogares urbanos y rurales, a partir de las características demográficas y socioeconómicas de los miembros del hogar (INEC, 2011). Bajo esto, en la Figura 4 se esquematiza la apertura correspondiente a los niveles de desagregación propuestos para analizar el consumo en el sector residencial del país usando los resultados provistos por la encuesta ENIGHUR.

Figura 4. Apertura de los niveles de desagregación del sector residencial.



Fuente: Elaboración propia.

ENIGHUR se aplicó en el 2011 a 39617 hogares urbanos y rurales en las 24 provincias del Ecuador (INEC, 2012b), 74% en zonas urbanas (29303 observaciones) y el restante en zonas rurales (10314 observaciones). La encuesta es apropiada para el caso de estudio ya que provee información acerca de: i) ingresos mensuales totales, ii) gastos mensuales donde se incluyen combustibles, electricidad y gas doméstico y además, iii) dispone de información básica acerca de equipamiento instalado en los hogares urbanos y rurales (INEC, 2012a). Atendiendo a los niveles de desagregación propuestos, la Tabla 2 presenta los principales resultados tabulados de la ENIGHUR divididos para hogares urbanos y rurales.

Tabla 2. Nivel 1 de apertura. Desagregación del sector residencial.

Características		Hogares Urbanos	Hogares Rurales	Promedio Nacional
Tipología por hogares	Tamaño del hogar promedio [personas]	3,8	4	3,9
	Perceptores de ingreso laboral por hogar [personas]	2	2,1	2
	Porcentaje de hogares que disponen de uno o más vehículos	25,2%	12,0%	20,9%
	Porcentaje de hogares con calefón a gas	8,5%	3,3%	6,8%
Ingreso por hogar	Ingreso promedio mensual [USD]	1.046,3	567,1	892,9
	Ingreso per cápita [USD]	274	141	230
	Porcentaje correspondiente al ingreso monetario del hogar	80,3%	75,4%	79,3%
Características		Hogares Urbanos	Hogares Rurales	Promedio Nacional
Gasto por hogar	Gasto total promedio mensual [USD]	943,2	526,2	809,6
	Gasto corriente per cápita [USD]	247	131	209
	Gasto en alimentos y bebidas no alcohólicas [USD]	164	124	151
	Gasto en prendas de vestir y calzado [USD]	58	35	51
	Gasto en alquiler agua, electricidad, gas y otros combustibles [USD]	60	17	46
	Gasto en muebles, artículos para el hogar y otros [USD]	43	24	36
	Gasto en salud [USD]	57	36	50
	Gasto en transporte [USD]	113	61	97
	Gasto en comunicaciones [USD]	42	21	37
	Gasto en educación [USD]	106	58	99

Fuente: Principales Resultados: ENIGHUR (INEC, 2012b).
Desarrollado por los autores.

Los resultados muestran que los hogares del Ecuador se conforman en promedio por 4 individuos. Los hogares urbanos presentan ingresos que superan a los de áreas rurales en un 184%; además, presentan mayores gastos y poseen más artefactos y equipamiento; por tanto, la porción urbana demanda mayor energía. Reflexión que se evidencia en el valor del gasto en agua, electricidad, gas y otros combustibles que supera en un 350% al gasto rural correspondiente.

Consecuentemente, la matriz correspondiente a los usos y comportamientos del área urbana es más variada, extensa y compleja. La Tabla 3 describe el nivel 2 de desagregación del sector residencial, referido a los ingresos y consumos corrientes totales para las áreas urbana y rural, permitiendo la descripción de los 6 grupos homogéneos.

Tabla 3. Nivel 2 de apertura. Desagregación del sector residencial.

Ingreso y gastos por hogar	Bajos ingresos		Medios ingresos		Altos ingresos	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Ingreso corriente total [USD]	528,00	310,33	856,29	507,25	1818,12	903,82
Gasto total promedio mensual [USD]	421,20	236,54	622,07	354,04	1148,40	549,72

Electricidad [USD]	9,31	4,92	13,73	6,97	22,44	9,67
Gas [USD]	2,53	2,30	2,50	2,66	2,63	2,67
Combustible y lubricantes para transporte personal [USD]	2,65	2,00	7,79	4,26	33,73	12,08

Fuente: Principales Resultados: ENIGHUR (INEC, 2012b).

Desarrollado por los autores.

Grupo urbano - bajos ingresos: hogares con ingresos mensuales de 528 USD, que en orden de importancia exhiben un consumo energético mayor de electricidad, seguido de combustibles para transporte y gas doméstico. Se presume que disponen de tecnologías de uso de iluminación (varias lámparas), refrigeración, cocina, calentamiento de agua y ciertos artefactos básicos de uso doméstico.

Grupo rural - bajos ingresos: hogares con bajos ingresos de alrededor de 310 USD ubicados en zonas rurales, cuyo consumo energético es prioritariamente de electricidad, gas doméstico y combustibles para transporte. A diferencia del grupo urbano – bajos ingresos, este presenta una disminución del 50% en el consumo eléctrico, implicando menor cantidad de tecnologías de uso. Presumiblemente dispongan de iluminación básica, cierto aparatos eléctricos y cocina de gas. Ambos grupos de bajos ingresos probablemente no dispongan de vehículos particulares.

Grupo urbano - medios ingresos: hogares cuyos ingresos mensuales promedio ascienden a los 850 USD, registran uso prioritario de electricidad, combustibles para movilidad y gas. Posiblemente los hogares del grupo homogéneo dispongan de iluminación (varias lámparas), refrigeración, cocina, calentamiento de agua, ciertos y más cantidad de artefactos de uso doméstico y un vehículo para uso particular.

Grupo rural - medios ingresos: grupos de hogares con ingresos mensuales de aproximadamente 500 USD. Consumen en mayor medida electricidad, combustibles para movilización y gas doméstico. Registran una disminución del 50% en el gasto correspondiente al consumo de electricidad y combustibles para movilidad si se lo compara con el grupo urbano – medios ingresos. Presumiblemente poseerán tecnologías de uso para iluminación (varias lámparas), refrigeración, cocina, calentamiento de agua, ciertos y más cantidad de artefactos de uso doméstico.

Grupo urbano - altos ingresos: hogares con ingresos superiores a los 1800 USD, con mayor consumo de combustibles para movilidad, electricidad y gas. Los valores evidencian que presumiblemente dispongan de uno o más vehículos particulares, tecnologías de uso para iluminación, refrigeración, cocción de alimentos, calentamiento de agua y mayor cantidad de artefactos y dispositivos de uso doméstico, ocio y confort.

Grupo rural - altos ingresos: grupo de hogares con ingresos promedio mensuales de aproximadamente 900 USD: Al igual que el grupo urbano – altos ingresos presentan mayor consumo de combustibles para transporte, seguido de electricidad y gas. Por tanto, se espera que dispongan de tecnología de uso dedicada a iluminación, refrigeración, cocción de alimentos, calentamiento de agua, mayor cantidad de artefactos y al menos un vehículo particular.

De acuerdo con las cifras, el gas doméstico (GLP) es el combustible de uso uniforme para todos los grupos homogéneos. Por ello, en el año 2014, se inauguró el proyecto Plan de cocción eficiente con la premisa de aprovechar la energía eléctrica generada por los emblemáticos megaproyectos hídricos y de mejorar la eficiencia energética mediante el cambio de tecnologías de uso final, sustituyendo cocinas a gas por eléctricas (MEER, 2016b). El Gobierno cerró definitivamente el Plan de cocción eficiente a finales del 2018, pues no tuvo la aceptación

esperada. Esto evidencia que las innovaciones tecnológicas y apertura de mercados no son por sí solas suficientes para impulsar el cambio social (Pelfini et al., 2012).

Bajo este contexto, debe resaltarse que no basta con centrarse solamente en los aspectos instrumentales (introducción de tecnologías más eficientes), pues no garantizan el empoderamiento y participación de la población. Por ende, las políticas públicas deben promover cambios de comportamiento y la transformación en el estilo de vida actual de las sociedades, factor que garantizará el éxito de una matriz energética que asiste al desarrollo sostenible.

Pues bien, la OECD considera relevante incluir a la eco-innovación en el corazón de sus planes de acción, siendo importante: i) la medición de la eco-innovación; ii) fortalecimiento del diseño de instrumentos de políticas públicas; iii) alianzas público-privadas para la eco-innovación; iv) eficiencia energética; v) consumo y producción sustentables, entre otros más (OECD, 2009a, 2009b). Por lo tanto, la eco-innovación puede ser tomado como un insumo que permite mejorar los marcos de gobernanza, aumentando la sensibilización y posibilitando pensar en la eficiencia energética no únicamente desde una perspectiva instrumental, sino socio – cultural estructural.

5. Conclusiones

El enfoque analítico es una poderosa herramienta, pues permite introducir en los análisis energéticos las diversificaciones en tecnología, infraestructura, comportamientos y cultura que forman parte de la heterogeneidad que caracteriza a los países periféricos en sus niveles regionales, nacionales, sectoriales e incluso locales. Además, permite la comprensión de los consumidores y de segmentos del mercado energético, permitiendo impactar con estrategias y políticas públicas que persigan la transformación en el estilo de vida actual de las sociedades.

Los módulos homogéneos correspondientes al sector residencial del Ecuador obtenidos al desagregar en áreas urbanas y rurales (N1), caracterizadas en base a los ingresos mensuales (N2) de acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos y Rurales 2011-2012 (ENIGHUR) permite comprobar que el uso y acceso a las diferentes fuentes energéticas es diferente en ámbitos urbanos y rurales. Concluyendo que los hogares de áreas urbanas con mayores ingresos requieren y tienen mayor acceso a diferentes fuentes de energía y equipamientos respecto a un hogar de zona rural y de bajos ingresos.

6. Trabajos futuros

La siguiente fase de la investigación contempla estudiar los módulos homogéneos en niveles de desagregación que obedecerán a la apertura de acuerdo con las características bio-geográficas de las regiones del país y también en la granularidad de usos y hábitos energéticos. Estos trabajos previos permitirán obtener un modelo conceptual y explicativo de las topologías correspondientes al consumo energético en el sector residencial del Ecuador.

7. Referencias

- Aguado, M. (2017). Llamando a Las Puertas Del Antropoceno. *Iberoamérica Social: Revista Red de Estudios Sociales*, VII, 42–60.
- Alcántara, V., & Padilla, E. (2005). Análisis de las emisiones de CO2 y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo. *Revista de Economía Crítica*, 4, 17–37.
- Aniscenko, Z., Robalino-López, A., Escobar-Rodríguez, T., & Escobar-Pérez, B. (2017). Regional Cooperation in

- Dealing With Environmental Protection. E-Government and Sustainable Development in Andean Countries. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 1(December), 13. <https://doi.org/10.17770/etr2017vol1.2578>.
- Araujo, G., & Robalino-López, A. (2018). Eco-innovación en el Sector Residencial Ecuatoriano. *Visus - Revista Politécnica de Desarrollo e Innovación*, 1(3), 22.
- Araujo, G., Robalino-López, A., & Tapia, N. (2019). Energy foresight: Exploration of CO2 reduction policy scenario for Ecuador during 2016–2030. *Energetika*, 65(1), 1–20. <https://doi.org/10.6001/energetika.v65i1.3975>
- ARCONEL, & MEER. (2013). Plan Maestro de Electrificación 2013-2022. *Aspectos de Sustentabilidad y Sostenibilidad Social y Ambiental*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador, 140. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- BCE. (2018). Serie Cifras Petroleras. Retrieved from <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/756>
- Bernal-Meza, R. (2016). Fundamentos del Estructuralismo Latinoamericano. Reflexiones para una contribución a la economía política internacional. *Estudios Sociales Contemporáneos*, 14, 13–26.
- Bhattacharyya, S. (2011). *Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance*. London, UK: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-268-1>
- Cardonoso, P., De Oliveira, F., & Francisco, D. A. (2014). *Environmentally friendly cities. GINECEU: Energy and environment information in urban space*. (J. & J. S. Publishers, Ed.). Lisbon, Portugal: Routledge.
- Carrillo-Hermosilla, J., González, P. R. del, & Könnölä, T. (2009). What is eco-innovation?, 6–27. https://doi.org/10.1007/978-0-230-24485-6_2
- Castro, M. (2011). *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador. CEDA - Centro Ecuatoriano de Desarrollo Ambiental*. Quito, Ecuador. Retrieved from www.ceda.org.ec
- CEPAL. (2018). *La ineficiencia de la desigualdad*. Santiago: Naciones Unidas.
- CEPAL, & GTZ. (2001). Desarrollo económico local y descentralización en América Latina. Santiago de Chile.
- Cruz, I., Sauad, J., & Condorí, M. (2015). La planificación energética: Una interpretación desde la sustentabilidad de las cinco dimensiones y la producción tabacalera como estudio de caso. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 19, 1–12.
- Datosmacro. (2016). Emisiones de CO2 2016. Retrieved December 17, 2018, from <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2>
- Dementjeva, N. (2009). *Energy planning models analysis and their adaptability for estonian energy sector*. Tallinn University of Technology.
- Espinoza, S., & Guayanlema, V. (2017). Balance y proyecciones del sistema de subsidios energéticos en Ecuador. *Análisis*, 1–28.
- Formichella, M. (2005). La evolución del concepto de innovación y su relación con el desarrollo, 1–49. Halicioğlu, F. (2008). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *31st IAEE Annual International Conference*, 1(11457), 17.
- Hansen, J.-P., & Percebois, J. (2010). *Energía. Economía y Políticas*.
- INEC. (2011). Banco de Información. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/banco-de-informacion/>
- INEC. (2012a). *Formulario 1. Información General de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos y Rurales ENIGHUR 2011-2012*. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/banco-de-informacion/>
- INEC. (2012b). *Principales Resultados: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos y Rurales ENIGHUR 2011-2012*. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/banco-de-informacion/>
- INEC, I. N. de E. y C. (2010). Estadística Demográfica en el Ecuador. Diagnóstico y Propuestas. *Quito, Ecuador*. <https://doi.org/10.1038/ismej.2010.8>
- IPCC. (2006). *Volumen 2. Energy. Chapter 6. Reference Approach. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. (Vol. 2).
- Jebaraj, S., & Iniyar, S. (2006). A review of energy models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10(4), 281–311. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2004.09.004>
- Lahera P., E. (2004). Política y políticas públicas. In *Política y políticas públicas* (p. 32). Santiago de Chile: CEPAL.
- MEER. (2016a). *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*. Quito.
- MEER. (2016b). *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035*. MiCSE. (2016). *Balance Energético Nacional 2016*. Quito.
- MIDUVI, M. de D. U. y V. (2015). ONU-HABITAD III Informe Nacional del Ecuador, 102. Naranjo Chiriboga, M.

- (n.d.). Enfermedad Holandesa en el Ecuador.
- OECD. (2009a). Global Forum on Environment on Eco-Innovation. Retrieved March 22, 2018, from <http://www.oecd.org/env/consumption-innovation/oecdglobalforumonenvironmentoneco-innovation.htm>
- OECD. (2009b). Sustainable Manufacturing and Eco-Innovation Synthesis Report Framework, Practices and Measurement eco-innovation. *Eco-Innovation*.
- OEI. (2012). Ciencia , tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Madrid. OLADE. (2014). Capítulo VI: Prospectiva. Quito, Ecuador.
- OLADE. (2017). *Manual de Planificación Energética 2017*. Quito, Ecuador.
- Oviedo-Salazar, J., Badii, M., Guillen, A., & Lugo Serrato, O. (2015). Historia y Uso de Energías Renovables History and Use of Renewable Energies. *International Journal of Good Conscience*, 10(1), 1–18.
- Pelfini, A., Fulquet, G., & Beling, A. (2012). *La energía de los emergentes : innovación y cooperación para la promoción de energías renovables en el Sur Global*. Teseco.
- PNUD. (2016). Delivering Sustainable Energy in a Changing Climate. Strategy Note on Sustainable Energy. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2006.888136>
- Robalino-López, A., García-Ramos, J.-E., Golpe, A. A., & Mena-Nieto, Á. (2016). CO2 emissions convergence among 10 South American countries. A study of Kaya components (1980–2010). *Carbon Management.*, 7(1– 2), 1–12. <https://doi.org/10.1080/17583004.2016.1151502>
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., & García-Ramos, J.-E. (2014). System dynamics modeling for renewable energy and CO2 emissions: A case study of Ecuador. *Energy for Sustainable Development*, 20(1), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2014.02.001>
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J.-E., & Golpe, A. A. (2014). System dynamics modelling and the environmental Kuznets curve in Ecuador (1980–2025). *Energy Policy*, 67(1), 923–931. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.12.003>
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J.-E., & Golpe, A. A. (2015). Studying the relationship between economic growth , CO2 emissions , and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980 – 2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 602–614. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.081>
- Rodríguez, O. (2006). Fundamentos del estructuralismo latinoamericano. México D.F.: Siglo Veintiuno Editores.
- Salgado, G. (1989). Lo que fuimos y los que somos. *La Investigación Económica En El Ecuador*, 41–74.
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development*. Harvard University Press.
- SENPLADES. (2009). Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013. Quito, Ecuador.
- SENPLADES. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. TODA UNA VIDA. Quito, Ecuador.
- UN, & CEPAL. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. *Publicación de Las Naciones Unidas, Mayo*, 50. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Urban, F. (2009). Sustainable energy for developing countries: modelling transitions to renewable and clean energy in rapidly developing countries. *University of Groningen/UMCG Research Database*.
- Velo, E. (2005). Desafíos del sector de la energía como impulsor del desarrollo humano. *Cuadernos Internacionales de Tecnología Para El Desarrollo Humano.*, 5(Junio), 1–12.
- Wei, Y. M., Wu, G., Fan, Y., & Liu, L. C. (2006). Progress in energy complex system modelling and analysis. *International Journal of Global Energy Issues*, 25(1/2), 109. <https://doi.org/10.1504/IJGEI.2006.008387>
- Winchester, L. (2006). Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe. *EURE (Santiago)*, 32(96), 7–25. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612006000200002>
- World Bank. (2016). Data de Precios Internacionales de Derivados de Petróleo: Gasolina y Diésel. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/EP.PMP.SGAS.CD>
- Zhang, X. P., & Cheng, X. M. (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecological Economics*, 68(10), 2706–2712. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.05.011>

Oportunidades e desafios para o desenvolvimento de uma política de inovação orientada a missões com base nos ODS: A experiência da diretoria de tecnologia da FAPERJ

Guilherme de Oliveira Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Brasil

guilhermedeoliveirasantos.gos@gmail.com

Caetano Christophe Rosado Penna

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Brasil

caetano.penna@pped.ie.ufrj.br

Maurício de Vasconcellos Guedes Pereira

FAPERJ, Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro, Brasil

mauricio.guedes@faperj.br

Resumo

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), lançados pela ONU em 2015, englobam um conjunto de desafios capazes de serem transformados em problemas concretos, servindo como vetores para a formulação de políticas de inovação orientadas a missões. As Agências de Fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação desempenham papel-chave na implementação de tais políticas, atuando como pontes entre os atores responsáveis por desenhar as políticas de inovação e aqueles que executam as atividades de inovação e empreendedorismo. O Estado do Rio de Janeiro atravessa uma severa crise econômica e social, entretanto, possui potencial para desenvolver uma política de inovação orientada a missões voltada para a solução de desafios socioeconômicos. Principal agência de C,T&I do estado, a FAPERJ pode desempenhar um papel estratégico neste processo. Neste sentido, o presente artigo tem como principal objetivo discutir as oportunidades e desafios para o desenvolvimento de uma política de inovação orientada a missões baseada nos ODS, tendo como foco a experiência recente da Diretoria de Tecnologia da FAPERJ. Para tanto, será feita uma revisão bibliográfica acerca do papel das agências de inovação e das políticas de inovação orientadas a missões. A parte empírica do artigo será baseada em uma pesquisa documental, bem como no Planejamento Estratégico feito para a Diretoria da Tecnologia para o triênio 2019-2021. As principais conclusões apontam que o ERJ possui desafios socioeconômicos possíveis de embasarem uma estratégia de inovação voltada para a solução de problemas; a fragmentação do cenário institucional do estado se coloca como uma oportunidade e um desafio para a elaboração de políticas de inovação orientadas a missões; a complexidade dos desafios societários também dificulta a formulação destas políticas; e a construção de indicadores e métricas para mensurar o impacto de tais políticas é bastante desafiadora.

Palavras chaves

Políticas de Inovação Orientadas a Missões; ODS; FAPERJ.

1. Introdução

A época atual pode ser definida como a “era dos grandes desafios”, tais como ameaças ambientais decorrentes das mudanças climáticas e demográficas, preocupações ligadas à saúde e ao bem-estar e as dificuldades de gerar crescimento sustentável e inclusivo. Com objetivo de criar uma coalizção global para solucionar estes problemas, a Organização das Nações Unidas

lançou em 2015 os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), um conjunto de 17 objetivos e 169 metas que visam alcançar o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015). Os ODS são diversos, complexos, sistêmicos e interconectados (Xue *et al.*, 2018), demandando soluções de diferentes campos do conhecimento.

Tais desafios podem ser transformados em problemas concretos capazes de direcionar a inovação ao longo de múltiplos setores e catalisar diversos atores. Os ODS, portanto, podem servir como vetores para a formulação de políticas de inovação “orientadas a missões” (Mazzucato, 2018a, 2018b). Tais políticas necessitam do envolvimento de diferentes atores, tanto públicos quanto privados, bem como de múltiplos setores. Ao mesmo tempo, para serem bem-sucedidas, estas políticas devem permitir aprendizado e experimentação *bottom-up*, uma vez que o próprio processo de inovação é alavancado pelo acaso e por laços de *feedback* dinâmicos (Rodrik, 2004).

Neste contexto, as Agências de Fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação desempenham papel-chave na implementação de tais políticas, na medida em que tais agências atuam como pontes entre os atores responsáveis por desenhar as políticas de inovação e aqueles que executam as atividades de inovação e empreendedorismo, tais como pesquisadores, centros de P&D, universidades, aceleradoras, incubadoras, empresas, empreendedores, entre outros (Angelelli *et al.*, 2017). Ademais, estas agências possuem flexibilidade nas operações de fomento, bem como capacidade de experimentação, característica fundamental para a promoção de atividades sujeitas a altos níveis de dinamismo e incerteza, como no caso da inovação e resolução de problemas complexos (Breznitz e Samford, 2016).

Este artigo tem como principal objetivo discutir as oportunidades e desafios para o desenvolvimento de uma política de inovação orientada a missões baseada nos ODS, tendo como foco a experiência recente da Diretoria de Tecnologia da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Segundo estado mais importante do país em termos econômicos, o Rio de Janeiro atravessa uma severa crise econômica e social nos últimos cinco anos. Dotado de uma infraestrutura de ciência e tecnologia significativa, bem como um relevante aparato institucional de apoio à inovação, o estado tem potencial para desenvolver uma política de inovação orientada a missões voltada para a solução de desafios socioeconômicos, a exemplo dos ODS. Parte-se do pressuposto, portanto, de que a FAPERJ, principal agência de C,T&I no plano estadual, e sua Diretoria de Tecnologia (entendida como semelhante à uma agência de inovação e empreendedorismo), pode desempenhar um papel estratégico neste processo. Mas, para alcançar este objetivo, a agência precisa se transformar rumo a uma atuação orientada por missões.

Conceitualmente, o artigo baseia-se em uma revisão bibliográfica acerca do papel das agências de inovação e das políticas de inovação orientadas a missões. A parte empírica do artigo, que terá como foco a FAPERJ e a sua Diretoria de Tecnologia, será baseada em pesquisa documental sobre o sistema de inovação do Estado do Rio de Janeiro (ERJ), bem como no Planejamento Estratégico (PE) feito para a Diretoria da Tecnologia para o triênio 2019-2021 (Penna *et al.*, 2018)¹.

O artigo está dividido em cinco seções, além desta introdução. A seção 2 fará uma discussão das principais características das agências de inovação. Em seguida, será apresentado o arcabouço teórico acerca das políticas de inovação orientadas a missão e da utilização dos ODS como framework para o desenho de tais políticas. A quarta seção irá discutir o contexto do Estado do Rio de Janeiro, seus desafios e as oportunidades que se apresentam para a formulação

¹ Este Planejamento foi coordenado pelos autores deste artigo.

de políticas de inovação orientadas a missão baseadas em ODS. A quinta seção discute o papel da FAPERJ e de sua Diretoria de Tecnologia na implantação desta agenda. A última seção trará as considerações finais, discutindo as oportunidades e desafios para a elaboração de uma política de inovação orientada por missões identificadas na experiência da DT FAPERJ.

2. Características das Agências de Inovação e Empreendedorismo

A Figura 1, proposta por Angelelli *et al.* (2017), posiciona as agências de ciência, tecnologia e inovação em um sistema de inovação, em termos de suas funções e âmbito de atuação. Com base nesta caracterização, neste artigo entende-se a Diretoria de Tecnologia da FAPERJ como uma “agência de inovação e empreendedorismo” em nível estadual, mas que possui a vantagem de estar diretamente integrada a uma “agência de ciência e tecnologia” (isto é, a Diretoria Científica da FAPERJ). Ou seja, a Diretoria de Tecnologia da FAPERJ atua no âmbito da implantação das políticas públicas e tem como função apoiar a inovação e o empreendedorismo.

Figura 1: Âmbito e função das agências de ciência, tecnologia e inovação num sistema de inovação.

FUNÇÃO \ ÂMBITO	ÂMBITO					
	CAPITAL HUMANO	P&D	INOVAÇÃO	EMPREENDEADORISMO	DESENVOLVIMENTO EMPRESARIAL	EXPORTAÇÕES E INVESTIMENTOS
ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS	Conselhos Público-Privados					
DESENHO DAS POLÍTICAS	Ministério da Educação	Ministério da Ciência e Tecnologia	Ministério da Economia, Indústria e/ou Produção			Ministério do Comércio Exterior e Outros Ministérios Setoriais
IMPLANTAÇÃO	Agências de Ciência e Tecnologia		Agências de Inovação e Empreendedorismo		Bancos de Desenvolvimento e Outras Agências Complementares	
EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES	Universidades e Escolas Técnicas/ Profissionalizantes	Laboratórios e Institutos de P&D	Empreendedores e Empresas			

Fonte: Traduzido e adaptado de Angelelli *et al.* (2017)

O estudo de Angelelli *et al.* (2017) buscou analisar questões institucionais e operacionais de um conjunto de agências de inovação e empreendedorismo de nove países da América Latina e cinco de países desenvolvidos. A análise se concentrou nos seguintes aspectos:

- Contexto em que as agências operam;
- Enfoque estratégico;
- Marco institucional;
- Capacidade organizacional;
- Portfolio de instrumentos;
- Desempenho.

Ainda que não haja uma receita institucional e operacional única para tais agências, é possível identificar alguns pontos em comum. Em primeiro lugar, agências de inovação e empreendedorismo possuem uma “caixa de ferramentas” de apoio à inovação com variados

tipos de instrumentos – que vão além de editais de fomento. Tais instrumentos variam em termos de

(a) orientação, ao buscar prover bens públicos (por exemplo, geração de conhecimento, formação de capital humano ou fortalecimento de ecossistemas) ou intervir em mercados (aumentar a propensão a inovar ou criar empresas de base tecnológica) e (b) alcance, que pode ser horizontal (contemplando indistintamente setores, empresas e tecnologias em geral) ou vertical (foco em setores, empresas e tecnologias de tipos específicos). Dentre os instrumentos mais frequentemente utilizados pelas agências, destacam-se:

– Subsídios ou contribuições não-reembolsáveis: contribuições financeiras diretas aos beneficiários, incluindo benefícios fiscais.

– Créditos ou contribuições reembolsáveis: contribuições financeiras aos beneficiários com certas condições para o seu retorno (prazo, taxas de juros, garantias, etc.).

– Investimento ou aportes de capital: contribuições para o capital ou patrimônio dos beneficiários, diretamente ou através de veículos de investimento, com condições de saída pré-determinadas.

– Suporte técnico e serviços de informação: serviços prestados pelo pessoal das agências aos beneficiários.

– Coordenação e networking: serviços realizados pela equipe das agências para coordenar os esforços de empresas, empreendedores, centros de P&D, etc.

Ou seja, as agências de inovação e empreendedorismo se valem não apenas de instrumentos do que focam a oferta de novo conhecimento aplicado e o financiamento de inovações, como também instrumentos “não-financeiros”, como corretagem de informações e promoção de interação entre agentes – entretanto, estas agências não tendem a utilizar instrumentos do lado da demanda, como subsídios à demanda privada por inovações (Edler e Gerorghiu, 2007). Em relação aos demais aspectos, o Quadro 1 resume a situação das agências da OCDE e da América Latina analisadas:

Quadro 1. Resumo das características das agências de inovação e empreendedorismo.

Agências de economias em desenvolvimento	Agências de economias desenvolvidas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operam em SNIs incipientes ou em consolidação. ▪ Objetivos e missões com diferentes escopos. Não há planos estratégicos. ▪ Relativamente autônomas, exceto em seu financiamento. ▪ Equipes humanas e orçamentos relativamente pequenos. ▪ Muitos instrumentos e numerosos projetos financiados. ▪ Aportes financeiros pequenos e tempos de resposta relativamente longos. ▪ Pouca coordenação com agentes públicos e privados. ▪ Avaliação de impacto bastante difundida, embora não em todos os casos. ▪ Desempenho aceitável. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operam em SNIs consolidados. ▪ Possuem planos estratégicos, que são avaliados e renovados periodicamente. ▪ Abordagem estratégica mais orientada para a transformação de suas economias, sem dualidades (i.e. foco em modernização). ▪ Alta capacidade organizacional. ▪ Maior tamanho relativo (recursos financeiros e humanos) e uma melhor qualificação do pessoal. ▪ Portfólios de instrumentos mais limitados e aportes maiores. ▪ Maior intensidade dos instrumentos de articulação entre os agentes do SNI. ▪ Intensidade de mecanismos de coordenação com outros atores. ▪ Mais evidências sobre o seu desempenho.

Fonte: Adaptado de Angelelli, Luna e Suaznábar (2017)

Ao analisar e comparar tais agências, os autores observam que A fim de operar seus instrumentos, e assim cumprir os mandatos estratégicos e políticos, as AIEs precisam de recursos humanos e financeiros, processos e sistemas de gestão. Para atender aos requisitos de conhecimento técnico, flexibilidade, capacidade de resposta, transparência e aprendizado, a AIE deve ter equipes humanas altamente profissionais e esquemas de incentivo que evitem alta rotatividade. Da mesma forma, ter sistemas de informação adequados é muito importante para a AIE ser ágil e transparente. Por outro lado, dado que a AIE geralmente apoia, através dos seus instrumentos, projetos plurianuais de inovação e empreendedorismo, é importante que disponham de recursos financeiros estáveis ao longo do tempo. É também relevante que a AIE tenha capacidades de aprendizagem através da avaliação e monitorização dos seus instrumentos.²

Com base nestes resultados, pode-se enumerar uma série de desafios comuns às de agências de inovação e empreendedorismos de países e regiões em desenvolvimento (cf. Angelelli *et al.*, 2017):

A) Aprimorar o enfoque estratégico: elaborar, monitorar, avaliar e atualizar planos estratégicos que estabeleçam programas e seus objetivos.

B) Priorizar a autonomia, flexibilidade e agilidade operacional: sistemas de informação e processos ágeis, online, evitando o uso de papelada e minimizando os custos e tempos associados com a aplicação, avaliação, implementação e avaliação de projetos.

C) Aprimorar o portfólio de instrumentos: promover coerência entre eles através de programas estratégicos com focos específicos, utilizar instrumentos múltiplos de acordo com o objetivo.

D) Melhorar os mecanismos de monitoramento e avaliação: promover o aprendizado institucional e a otimização do portfólio de projetos.

E) Melhorar a interação com empresas e empreendedores: por exemplo, através de um conselho de notáveis ou conselheiros tecnológicos, ou de eventos de networking.

Como discutiremos na quarta seção, ao olhar para dentro da FAPERJ e sua Diretoria de Tecnologia, a análise revela desafios semelhantes.

3. Políticas de Inovação Orientadas a Missões

Desde trabalho seminal de Schumpeter (1934 [1912]) na primeira metade do século, a ciência, a tecnologia e a inovação (CT&I) são vistas como motores do crescimento econômico. A busca por maiores taxas de inovação e de mudança tecnológica passaram então a ser o foco de políticas econômicas. Em tempos recentes, entretanto, as políticas de ciência, tecnologia e inovação têm buscado promover não apenas incrementos quantitativos nessas taxas, mas, principalmente, o desenvolvimento qualitativo da economia, para que o crescimento econômico seja não só acelerado, mas sim direcionado para se tornar inteligente, sustentável e inclusivo (Mazzucato, 2018b).

O direcionamento da CT&I para o alcance de objetivos de desenvolvimento socioeconômico é assim o foco atual das chamadas “políticas orientadas a missões”, que podem ser definidas como a utilização do conhecimento para solução de grandes problemas (Ergas, 1987; Mazzucato e Penna, 2015). Inspiradas nas grandes missões do século XX (como o Projeto Manhattan, cuja missão era o desenvolvimento da bomba atômica, e o Projeto Apollo, que buscou colocar o homem na lua e retorná-lo a salvo à terra), a nova rodada de políticas orientadas a missão se adapta aos grandes desafios sociais contemporâneos (Foray *et al.*,

² Traduzido de Angelelli, Luna e Suaznábar (2017, p. 12)

2012): mudanças climáticas e outros problemas ambientais, envelhecimento da população, questões de saúde e bem-estar, dentre outros.

De fato, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas representam uma agenda de grandes desafios que visam a orientar as políticas nacionais de CT&I (Mazzucato, 2018b). Esta agenda de políticas orientadas a missões também ganhou força na União Europeia, através do programa Horizonte 2020 (Comissão Europeia, 2011), explicitamente orientado para a resolução de grandes desafios da sociedade. Enfim, a visão subjacente a esta agenda de políticas públicas é a de que ciência, tecnologia e inovação apresentam tanto uma taxa de progresso, como uma direção ou trajetória qualitativa. Neste sentido, ciência, tecnologia e inovação não são um fim em si mesmo, mas um meio para se endereçar grandes desafios societais.

No âmbito das políticas orientadas por missões, cabe destacar ainda um aspecto fundamental das agências de inovação e empreendedorismo. As agências mais efetivas apresentam um enfoque estratégico específico – ou seja, são agências “orientadas a missões”. Tratam-se em sua maioria de agências de inovação e empreendedorismo de países da OCDE; por conta das características de seus ecossistemas, tais missões são de *transformação* das economias, rumo à sustentabilidade. Para implantar tais políticas, necessitam e apresentam sólidas capacidades organizacionais. Enfim, tais agências buscam, através de suas ações, endereçar desafios das sociedades em que atuam, sejam eles sociais, ambientais ou tecnoeconômicos. Percebe-se, inclusive, uma relação positiva entre uma orientação estratégica mais focada – orientada a missões – e o desempenho da agência (Angelelli et al., 2017).

Para países e regiões em desenvolvimento, as missões relevantes são muitas vezes de emparelhamento (*catching-up*) e de consolidação dos sistemas de inovação, para além das missões que visam a endereçar desafios típicos dessas sociedades, como saneamento ou mesmo diminuição de desigualdades, por exemplo (Kattel e Mazzucato, 2018). Assim, uma atuação orientada por missões da FAPERJ deve levar em conta, por um lado, a necessidade de se consolidar suas capacidades organizacionais (uma “missão” endógena), e, por outro, de promover o desenvolvimento do sistema regional de inovação do Rio de Janeiro e o emparelhamento de sua economia com a fronteira produtiva e tecnológico. Ademais, dados os desafios socioeconômicos e ambientais do ERJ, a atuação deverá contar com missões societais (tais como as que configuram os ODS) e, ainda, missões transformadoras que se valem das vantagens competitivas, potencialidades e oportunidades específicas do Estado do Rio de Janeiro.

4. Contexto do Estado do Rio de Janeiro: Desafios e Oportunidades para Políticas de Inovação Orientadas a Missões

A economia fluminense sofreu crises sucessivas a partir dos anos 1960, culminando com um forte declínio de sua produção industrial nos anos 1980 (Osório, 2013). A descoberta de grandes reservas de petróleo na Bacia de Campos dos Goytacazes, no norte do estado, trouxe grandes investimentos e gerou um clima de otimismo com o futuro da economia do ERJ (Hasenclever et al., 2012). Esta aposta em uma inflexão econômica positiva (Santos, 2002; Natal, 2004), entretanto, não se confirmou nos anos seguintes: o setor Petróleo e Gás (P&G) conquistou um peso desproporcional na economia fluminense, que se tornou fortemente especializada e presa a uma armadilha de baixo dinamismo econômico (Sobral, 2013; Brito et al., 2015), houve perdas significativas na indústria de transformação e o setor de serviços foi dominado por serviços de baixo valor agregado, sobretudo aqueles prestados às famílias

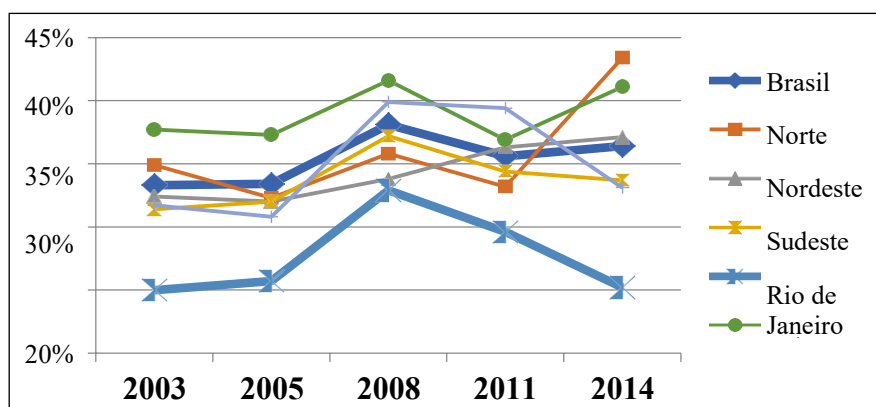
(Hasenclever et al., 2016; Sobral, 2017).

Apesar da conjuntura econômica de crise, o Sistema de Inovação fluminense possui uma infraestrutura de ciência e tecnologia relevante, marcada por um conjunto expressivo de instituições voltadas à geração de conhecimento científico e tecnológico, tais como universidades, institutos de pesquisa públicos e privados e centros de P&D de grandes empresas nacionais e internacionais. A infraestrutura de apoio à inovação também se destaca, com instituições regionais e nacionais de fomento à inovação, sendo elas: FAPERJ³, AgeRio⁴, SEBRAE-RJ⁵ e as sedes do BNDES⁶ e da FINEP⁷ (Porto et al., 2012).

O estado conta ainda com um conjunto de ambientes de inovação significativo, incluindo incubadoras de empresas e de projetos, parques tecnológicos, aceleradoras e co-workings. O Rio de Janeiro possui também uma disponibilidade razoável de acesso a capital de risco através de Fundos de Venture Capital e de Investidores-Anjo. Neste sentido, o Rio de Janeiro apresenta alguns pontos fortes em seu sistema regional de inovação, que devem ser apoiados e aproveitados para que sua economia saia da crise e, ao mesmo tempo, se promova o desenvolvimento sustentável.

A despeito de ter todas as “peças” necessárias para o funcionamento de um sistema de inovação regional pujante, o estado esbarra em alguns obstáculos, que impedem o desenvolvimento de uma trajetória sustentável baseada na geração, difusão e aplicação de conhecimento e inovações. Como mostram os dados da última Pesquisa de Inovação Tecnológica feita pelo IBGE (PINTEC/IBGE), a taxa de inovação⁸ do estado ficou bem abaixo da média nacional: 25,2% contra 36,4% (Gráfico 1).

Gráfico 1: Taxa de inovação do Rio de Janeiro, do Brasil e das Grandes Regiões.



Fonte: PINTEC/IBGE, vários anos.

³ Agência de fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro. Visa estimular atividades nas áreas científica e tecnológica e apoiar de maneira ampla projetos e programas de instituições acadêmicas e de pesquisa sediadas no Estado do Rio de Janeiro

⁴ Agência Estadual de Fomento do Rio de Janeiro. Tem como objetivo principal estimular o desenvolvimento econômico do Estado do Rio de Janeiro, levando como pilares essenciais a responsabilidade socioambiental e as boas práticas de governança.

⁵ Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Tem como foco promover a competitividade e o desenvolvimento sustentável dos empreendimentos de micro e pequeno porte.

⁶ Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Responsável pelo financiamento de longo prazo e investimento em todos os segmentos da economia brasileira.

⁷ Financiadora de Estudos e Projetos. Tem como missão promover o desenvolvimento econômico e social do Brasil por meio do fomento público à Ciência, Tecnologia e Inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas.

⁸ A Taxa de Inovação refere-se ao percentual de empresas das indústrias extrativa e de transformação que implementaram inovação de produto e/ou de processo em relação ao total de empresas selecionadas na amostra.

A dificuldade do ERJ em inovar está associada a diferentes elementos. Em primeiro lugar, destacam-se as especificidades institucionais do estado. Há uma discrepância significativa entre a Região Metropolitana e o Interior. Enquanto a primeira concentra a maior parte da população, dos empregos, da produção e parte expressiva da infraestrutura de CT&I, o segundo é marcado por um baixo dinamismo econômico, informalidade, poucas empresas dinâmicas e infraestrutura de CT&I deficiente. Observa-se ainda uma diversidade de arranjos institucionais que se expressa em realidades regionais com características, restrições e potencialidades próprias (Santos, 2016).

Marcellino e Santos (2017) apontam que a dinâmica inovativa regional é marcada por uma dualidade estrutural, i. e., há uma polarização entre uma “ilha” de dinamismo inovativo alicerçada no complexo de P&G e um tecido produtivo com baixo nível de difusão da inovação e de transbordamentos de conhecimento. A maioria das empresas inovadoras, por seu turno, possui estratégias autocentradas, com pouca incidência de cooperação. Santos e La Rovere (2017), por sua vez, argumentam que o Sistema Regional de Inovação Fluminense (SRIF) apresenta três falhas sistêmicas:

i) A primeira está associada aos limites nas atividades de P&D e efeitos de lock-in (aprisionamento), ou seja, observa-se uma especialização do sistema no setor de petróleo e gás (P&G) que direciona as atividades de P&D e a oferta de capacitação do estado (La Rovere *et al.*, 2015). As atividades de P&D do ecossistema de inovação fluminense tendem a estar concentradas em grandes empresas, sendo pouco difundidas no restante do tecido produtivo – ao menos aos olhos dos indicadores usuais de inovação (Marcellino e Santos, 2017).

Em segundo lugar, percebem-se falhas de aprendizado nas empresas do SRIF, quando as empresas não possuem capacitações dinâmicas para explorar e aproveitar novas oportunidades tecnológicas frente a um contexto em transformação, o que também é conhecido como baixa “capacidade de absorção” tecnológica. Esta limitação se reflete na pouca difusão dos esforços de inovação e na baixa densidade de firmas inovadoras (Marcellino *et al.*, 2013). Paralelamente, observa-se uma alta concentração de mestres e doutores na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sobretudo na capital. Não obstante, a maior parte destes profissionais altamente qualificados está empregada nos subsetores “Ensino” e “Administração Pública” em detrimento do setor produtivo (Santos, 2016).

ii) E em terceiro lugar, o sistema de inovação fluminense possui falha nas complementaridades dinâmicas, i. e., interação precária (desarticulação) entre governo, universidades e empresas, resultando em baixa confiança entre os atores, ausência de cultura de cooperação e falta de informação por parte do empresariado dos benefícios potenciais de pertencimento a redes de inovação (Santos e La Rovere, 2017).

Diante do quadro descrito, a literatura (Porto *et al.*, 2012; Marcellino *et al.*, 2013; Santos, 2016; Marcellino, 2016; Marcellino e Santos, 2017; Santos e La Rovere, 2017) aponta alguns desafios para o sistema de inovação do ERJ, sendo eles: coordenação entre as diferentes políticas e instituições; diversificação e difusão da atividade inovadora no conjunto da economia fluminense; articulação entre a infraestrutura de ciência e tecnologia e o setor produtivo; articulação entre as diversas instituições de fomento e aperfeiçoamento dos instrumentos de apoio; promoção do empreendedorismo, dentro das empresas e nas instituições de ensino e pesquisa; estimular o setor privado a investir em PD&I; identificar e fomentar novas tecnologias que possam articular os atores em redes de cooperação; incorporar diferentes arranjos institucionais na formulação de programas de apoio à inovação.

Além dos desafios no âmbito da inovação, o Estado do Rio de Janeiro convive com imensos desafios socioeconômicos, que se tornaram mais agudos devido a forte crise econômica

que atingiu o estado nos últimos cinco anos. Segundo o IBGE, desde 2014, o ERJ foi a Unidade da Federação onde o desemprego mais cresceu, passando de 6,8% para 15%, um salto de 138%. No mesmo período, o estado conviveu com um agravamento da violência, que se reflete na piora de diversos indicadores, sobretudo: roubo de cargas, letalidade violenta e crimes contra o patrimônio (FIRJAN, 2017a). Segundo o Atlas da Violência de 2018, o ERJ possui 18 municípios entre os 123 que concentram metade das mortes violentas do país (IPEA, 2018).

Do ponto de vista social e ambiental, o Estado do Rio de Janeiro convive com um problema crônico de saneamento básico. No ano de 2015, último com dados disponíveis, 1,2 milhão de cidadãos fluminenses não possuíam acesso à rede de abastecimento de água e havia 5,6 milhões sem coleta de esgoto (7,4% e 33,6% da população, respectivamente). Além disso, 65,8% do volume de esgoto produzido não era tratado (FIRJAN, 2017b). Para completar o quadro, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS/RJ)⁹ mostrou que o estado do Rio de Janeiro produz 17 mil toneladas de lixo por dia, no entanto, apenas 3% (60 mil toneladas/ano) dos vidros, papel/papelão, metais e plásticos descartados têm como destino a reciclagem (Secretaria de Estado do Ambiente, 2013). Paralelamente, entre 2014 e 2015, a renda domiciliar per capita no ERJ sofreu uma redução de 6,5%. Esta redução foi acompanhada por um aumento da porcentagem de pobres de mais de 1 ponto percentual no estado, passando de algo em torno de 11% para 12,3%. Desta maneira, o Rio de Janeiro permaneceu com a maior proporção de pobres dos estados do Sul e Sudeste (Sebrae, 2017).

Este conjunto amplo de desafios, ao mesmo tempo em que pode ser tornar um obstáculo para a construção de uma trajetória sustentável de desenvolvimento, também se coloca como uma oportunidade para o desenvolvimento de uma política de inovação orientada a missões, que tenha o objetivo de solucionar grandes desafios sociais e seja capaz de articular diversos atores sociais.

5. A FAPERJ e o Plano de sua Diretoria de Tecnologia para o Triênio 2019-2021

A FAPERJ foi criada em 1980 a partir da fusão de duas instituições: a Fundação Centro de Recursos Humanos da Educação e Cultura (CDRH) e a Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro (FIDERJ), e, como definido no artigo 2º do seu Decreto de criação (nº 3.290/80) tinha como principal missão “promover e amparar a pesquisa e a formação científica e tecnológica necessárias ao desenvolvimento sociocultural e econômico do Estado”. A partir de 1991 ficou prevista a destinação de 2% da receita líquida estadual à FAPERJ. Destes recursos, no período de cinco anos, um terço deveria ser transferido ao Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (FATEC), para sua capitalização. Em 2008, na ocasião da publicação da Lei Estadual de Inovação, o FATEC foi regulamentado podendo receber recursos públicos e privados para fomentar à inovação.

Em 2003 foi criada a Diretoria de Tecnologia da FAPERJ – que à época contava com as Diretorias Administrativa e Científica –, em reconhecimento à crescente importância do apoio à tecnologia e inovação para o desenvolvimento do estado. No mesmo ano, a palavra “Inovação” foi adicionada ao nome da Secretaria de Ciência e Tecnologia, reforçando a percepção da importância da inovação para o desenvolvimento estadual (FAPERJ, 2013). A Lei Complementar nº 141 de 2011 consolidou este processo de incorporação da inovação no escopo de atuação da FAPERJ ao atualizar em seu texto a missão da Fundação, que a partir daquele momento foi definida como:

⁹ O Plano foi elaborado em 2013 e é válido até 2033.

Fomentar a pesquisa, o desenvolvimento de inovação e a formação científica e tecnológica necessárias ao desenvolvimento sociocultural, econômico sustentável e ambiental do Estado, bem como fomentar pesquisas ou estudos em prol da manutenção da vida humana, atendidos os preceitos éticos atinentes à matéria objeto da pesquisa ou do desenvolvimento da inovação (Rio de Janeiro, 2011, grifos nossos).

Em 2017, o Decreto nº 45.931 alterou e consolidou o Estatuto da FAPERJ e estabeleceu como principal finalidade da Fundação:

(...) promover, estimular e apoiar o desenvolvimento científico e tecnológico em Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs), parques tecnológicos, incubadoras de empresas e Empresas de Base Tecnológica (EBTs), Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), bem como o inventor independente, sediados no Estado do Rio de Janeiro, de forma consorciada ou não, com ou sem retorno financeiro (Rio de Janeiro, 2017).

Como proposto na segunda seção, a Diretoria de Tecnologia da FAPERJ (DT-FAPERJ), portanto, pode ser entendida como uma “agência de inovação e empreendedorismo” em nível estadual, diretamente integrada ao que seria uma “agência de ciência e tecnologia” – sua Diretoria Científica.

Enquanto uma agência de inovação e empreendedorismo, a Diretoria de Tecnologia da FAPERJ estaria no âmbito da *implantação* das políticas. Mais especificamente, segundo consta em seu estatuto, a FAPERJ teria como finalidade “participar da consolidação do sistema de inovação no âmbito do Estado do Rio do Janeiro, coordenado pela Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação” (Rio de Janeiro, 2017). Neste sentido, a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI) seria a principal responsável pela formulação das políticas, ao passo que a elaboração de estratégias e diretrizes ficaria a cargo do Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia, que foi regulamentado pela Lei Estadual de Inovação (Lei nº 5361/2008).

Contudo, em virtude da fragilidade e fragmentação que caracterizam o quadro institucional do Estado do Rio de Janeiro (Marcellino, 2016; Osório *et al.*, 2016), surgem lacunas no processo de políticas públicas, sobretudo nas etapas de definição da agenda e formulação. No que tange à Ciência, Tecnologia e Inovação esta premissa é válida, uma vez que o Conselho Estadual de C&T nunca foi criado de fato; a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação carece de um corpo técnico permanente inviabilizando a elaboração de políticas estratégicas; e há mais de uma década não é elaborado o Plano Diretor de Ciência, Tecnologia e Inovação do estado. Desta feita, a FAPERJ atua neste vácuo e atua diretamente na formulação da Política de C,T&I do estado, valendo-se de sua relativa autonomia política e significativa dotação orçamentária.

5.1 A tentativa de construir uma Política de Inovação orientada a Missões

A atuação da DT FAPERJ foi bastante prejudicada pela grave crise fiscal que atingiu o estado nos últimos cinco anos, reduzindo de forma drástica seu orçamento e sua atuação. Em julho de 2018 ocorreu um processo seletivo para a escolha dos novos Diretores – Científico e de Tecnologia – da Fundação. O novo Diretor de Tecnologia assumiu com a função de reestruturar a área, e, para tanto, iniciou o processo de elaboração do Planejamento Estratégico da Diretoria para os três anos de seu mandato¹⁰. Durante os seis meses seguintes três assessores da diretoria

¹⁰ A elaboração de um Planejamento Estratégico para ser apresentado ao Conselho Superior da FAPERJ no início do mandato decada diretor responsável pelas atividades-fim da Fundação (Ciência e Tecnologia) é prevista no estatuto. Entretanto, não há registros que tal Planejamento tivesse sido elaborado anteriormente para a Diretoria de Tecnologia.

ficaram responsáveis por coordenar a construção do Plano, que foi desenvolvida a partir do levantamento de melhores práticas, da coleta de dados primários e secundários e da realização de três reuniões presenciais com grupos de interesse, incluindo representantes de ambientes de inovação (incubadoras, aceleradoras, parques tecnológicos e espaços de *co-working*), investidores e empreendedores.

Cabe ressaltar, entretanto, que o plano não pode ser confundido com a política de inovação do estado, na medida em que esta possui um escopo mais amplo e inclui uma gama de instituições, na qual a FAPERJ é apenas uma delas. Assim, o planejamento se ateve a missão da Diretoria de Tecnologia da FAPERJ, que se resume ao apoio à inovação e ao empreendedorismo em conexão com a comunidade científica do estado. Neste sentido, a construção do Planejamento Estratégico buscou se desprender da lógica setorial ou voltada a grupos de interesse específicos, e teve como foco elaborar uma estratégia de ação baseada em missões e orientada para a resolução dos grandes desafios societais do estado.

O Plano foi construído a partir de quatro pilares, que englobavam um conjunto de missões cada. Do mesmo modo, a cada missão propunha-se uma série de ações e programas relacionados. O Quadro 2 resume os pilares e as missões propostos.

Quadro 2: Pilares e Missões do Planejamento Estratégico da Diretoria de Tecnologia da FAPERJ

- **Pilar 1: Uma DT-FAPERJ Integrada**

O diagnóstico interno da Diretoria de Tecnologia FAPERJ revelou problemas de infraestrutura, de governança e operacionais por vezes relacionados a questões conceituais sobre o processo de inovação. Para endereçá-los, propõe-se a integração interna e externa da FAPERJ, com base nas seguintes missões orientadoras de ações:

I. Atuar de forma integrada, inteligente e transparente: Resolução de questões operacionais e técnicas e criação de novos instrumentos e aperfeiçoamento dos existentes, afinados aos objetivos estratégicos. Contempla ainda a construção de um sistema de metas e métricas orientadas às missões da FAPERJ, bem como o mapeamento dos recursos existentes. Por fim, ressalta-se através desta missão a necessidade de articulação entre diferentes áreas da FAPERJ, especialmente as Diretorias Científica e de Tecnologia.

II. Desenvolver uma comunicação moderna e efetiva: Aumentar a visibilidade das ações da FAPERJ através de uma comunicação efetiva com toda a sociedade (e não apenas com a comunidade científica), aprimorando as estratégias e os canais de comunicação para divulgação de editais e de casos de sucesso.

- **Pilar 2: Uma DT-FAPERJ Empreendedora**

O diagnóstico do Ecossistema de Inovação fluminense apontou também a necessidade de diversificação e difusão da atividade inovadora no conjunto da economia fluminense. Para endereçar tal desafio torna-se imperioso promover o empreendedorismo junto a diversos públicos, incluindo intraempreendedores, acadêmicos, jovens pesquisadores, entre outros. A aposta no empreendedorismo é a missão principal deste pilar e desdobra-se em três eixos de atuação:

III. Impulsionar o empreendedorismo inovador e de impacto: (a) apoio ao empreendedorismo entre os jovens (especialmente graduandos, mestrandos e doutorandos); (b) fomento ao empreendedorismo acadêmico (cientistas experientes); e (c) estímulo ao empreendedorismo de impacto (tanto tecnológico quanto socioambiental).

- **Pilar 3: Uma DT-FAPERJ Sistêmica**

A análise do Sistema de Inovação do Estado do Rio de Janeiro revelou uma desarticulação entre os diferentes atores que compõem o sistema, com destaque para a desconexão entre a infraestrutura de ciência e tecnologia e o setor produtivo, bem como para a falta de sinergia entre as diferentes instituições de fomento sediadas no estado. Propõe-se, portanto, que a Diretoria de Tecnologia da FAPERJ atue de forma sistêmica, focando, sobretudo, na articulação e no fortalecimento dos diversos atores ligados à inovação no estado. Neste pilar destacam-se duas missões:

IV. Fortalecer e diversificar os ambientes de inovação: Apoiar o desenvolvimento e diversificação dos Ambientes de Inovação do estado (incubadoras, parques tecnológicos, NITs, aceleradoras, *coworkings*, *living labs*, entre

outros) de forma sistêmica, i. e., extrapolando os limites da capital, onde a maioria destes ambientes está concentrada atualmente.

V. Tornar-se um articulador do ecossistema fluminense: A Diretoria de Tecnologia deve assumir um papel estratégico no ecossistema de inovação fluminense, buscando conectar os diversos atores ligados à inovação no estado por meio da construção de redes e parcerias e na promoção de encontros e eventos.

- Pilar 4: Uma DT-FAPERJ Conectada

Por fim, o balanço acerca do Sistema de Inovação fluminense e as inspirações internacionais demonstraram a necessidade de coordenação entre as diferentes políticas públicas e instituições capazes de compor uma estratégia de desenvolvimento coerente. Neste contexto, sugere-se que a FAPERJ e sua Diretoria de Tecnologia se conectem:

VI. Com a Sociedade: trata-se de contribuir efetivamente para atendimento aos anseios da sociedade fluminense e à superação dos desafios por ela identificados – problemas sociais, ambientais e econômicos – através da inovação. A manifestação desses anseios e desafios pode se dar diretamente, dialogando com a sociedade civil, ou por meio de parcerias com secretarias do Estado e dos municípios.

VII. Com as Realidades Regionais: para tanto, deve-se buscar a identificação e promoção das vocações regionais. Algumas delas são vocações evidentes, como turismo e meio ambiente, economia criativa e setor de petróleo e gás. Outras são latentes ou ocultas e deverão ser desveladas através de estudos detalhados das características de nosso estado.

VIII. Com as Tendências Tecnológicas e com o Mundo: propõem-se programas que tirem proveito das novas oportunidades tecnológicas e que fortaleçam conexões internacionais através de parcerias e intercâmbios que ultrapassem o âmbito acadêmico e tenham impacto no fortalecimento da capacidade de inovação da economia regional.

Fonte: Penna *et al.* (2018)

Este conjunto de pilares e missões conforma a base de uma política de inovação que objetiva em solucionar os problemas da sociedade e, não somente, apoiar setores ou nichos isolados. O Pilar relativo às questões internas da Fundação reflete a necessidade de agir de forma estratégica e integrada, em virtude da crescente complexidade dos desafios que demandam soluções baseadas na articulação entre ciência e tecnologia.

O segundo Pilar, atinente ao empreendedorismo, visa criar um ciclo virtuoso capaz de transformar o conhecimento gerado nas instituições de ciência e tecnologia em soluções que melhorem a qualidade de vida da população e no desenvolvimento de tecnologias mais limpas. De maneira similar, o Pilar DT-FAPERJ Sistêmica pretende tornar a Diretoria um *broker* do ecossistema fluminense capaz de conectar os diversos atores ligados à inovação no estado, estruturando redes e parcerias, bem como contribuindo para a difusão da inovação no tecido produtivo, e, conseqüentemente, para o desenvolvimento local.

Por fim, o Pilar das conexões é o que melhor traduz a tentativa de estabelecer uma política de inovação orientada a missões com base nos ODS, sobretudo na missão de se conectar com a sociedade. Busca-se ativamente, portanto, direcionar os esforços para a resolução de problemas sociais, ambientais e econômicos através da inovação, englobando múltiplos atores sociais. Além disso, pretende-se descobrir e explorar vocações regionais, bem como se aproximar da fronteira tecnológica e de outros ambientes de inovação relevantes no mundo. O Quadro 3 apresenta os programas propostos que visam contribuir para o alcance dos ODS.

Quadro 3: Ações e Programas do Planejamento Estratégico da Diretoria de Tecnologia da FAPERJ e sua relação com os ODS

Pilar	Missão	Ação/Programa	ODS11 ¹¹
DT-FAPERJ Empreendedora	Impulsionar o Empreendedorismo Inovador e de Impacto	Apoio à Inovação em Pequenas e Médias Empresas	8 e 9
DT-FAPERJ Sistêmica	Fortalecer e Diversificar os Ambientes de Inovação	Apoio a Incubadoras, Aceleradoras e outros Ambientes promotores de Inovação	9 e 11
		Apoio aos Parques Tecnológicos	9, 11 e 12
	Tornar-se um broker do ecossistema fluminense	Apoio à realização de Conferências, Feiras e Eventos sobre Inovação e Empreendedorismo	17
DT-FAPERJ Conectada	Ser relevante para a sociedade fluminense	Prioridade Rio ¹²	3, 4, 6, 7, 11 e 16
		Apoio a Empreendimentos de Impacto Socioambiental	1, 4, 5, 7, 10 e 13
		Apoio à Inovação na Gestão Pública	16 e 17
		Apoio à Inovação no Campo da Segurança Pública (Ciência Forense)	16
	Contribuir para a diversificação da economia do Estado do Rio de Janeiro	Apoio ao registro de Indicação Geográfica	12
		Apoio ao agronegócio de alto valor agregado (agritechs)	2

Fonte: Elaboração própria com base em Penna *et al.* (2018)

O Plano foi finalizado e apresentado para o Conselho Superior da FAPERJ em dezembro de 2018. No entanto, o início de 2019 marcou a mudança no comando do Governo Estadual, e, por consequência, na SECTI e na própria FAPERJ e fez com que a implementação das ações e programas propostos fosse adiada. Mesmo assim, durante os seis meses de elaboração do Plano alguns editais foram lançados seguindo a nova lógica de atuação da Diretoria. A seguir iremos apresentar brevemente uma dessas iniciativas que pode servir de inspiração para a consolidação de uma política de inovação orientada a missões com base nos ODS.

5.2 Edital “Ciência Forense”: Segurança Pública e o ODS 16

No início da nova gestão da Diretoria um grupo de Policiais Civis procurou à FAPERJ com a demanda do lançamento de um edital de apoio à pesquisa e inovação no campo da

¹¹ ODS 1: Erradicação da Pobreza; ODS 2: Fome Zero e Agricultura Sustentável; ODS 3: Saúde e Bem-Estar; ODS 4: Educação de Qualidade; ODS 5: Igualdade de Gênero; ODS 6: Água Potável e Saneamento; ODS 7: Energia Limpa e Acessível; ODS 8: Trabalho Decente e Crescimento Econômico; ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura; ODS 10: Redução das Desigualdades; ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis; ODS 12: Consumo e Produção Responsáveis; ODS 13: Ação contra a Mudança Global do Clima; ODS 14: Vida na Água; ODS 15: Vida Terrestre; ODS 16: Paz, Justiça e Instituições Eficazes; ODS 17: Parcerias e Meios de Implementação

¹² O Programa Prioridade Rio tem como objetivo estimular a realização de projetos que visem ao estudo e provimento de soluções em áreas prioritárias para o Governo do Estado do Rio de Janeiro, identificadas a partir de consultas realizadas junto às Secretarias de Estado. O Programa teve três edições – 2010, 2012 e 2014 –, e na mais recente apoiou projetos nas áreas de i) Planejamento, Gestão, Tributação e Informação; ii) Desenvolvimento Regional, Agricultura, Abastecimento e Pesca; iii) Desenvolvimento Urbano e Defesa Civil; iv) Saúde; v) Educação; vi) Administração Penitenciária e Segurança Pública; e vii) Cultura.

Ciência Forense. Alguns encontros foram realizados nos meses seguintes para a elaboração conjunta do edital, que contou com a participação de peritos, pesquisadores e da equipe da Diretoria de Tecnologia. Após definidos os objetivos e critérios o edital foi parametrizado e lançado em outubro do ano passado. Na primeira quinzena de dezembro os resultados finais foram divulgados. Cabe ressaltar que os policiais civis que propuseram o edital auxiliaram no julgamento das propostas nas quais não estavam envolvidos.

O Edital teve como objetivo principal “estimular a pesquisa forense a fim de gerar condições para qualificar metodologias e tecnologias de pesquisa e de atuação relevantes para a segurança pública, especialmente nas áreas da informática e tecnologia da informação; laboratórios analíticos forenses; avanços metodológicos e tecnologias inovadoras na investigação do crime de homicídio, ampliando o espaço de difusão e troca nos e entre os diferentes campos do conhecimento” (FAPERJ, 2018).

Para tanto, os proponentes elegíveis eram pessoas físicas vinculadas à uma Instituição de Ciência e Tecnologia (ICT), à perícia técnica da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro ou à uma empresa nascente ou já estabelecida. Eram aceitos projetos para a criação, experimentação, pesquisa e desenvolvimento e inovação no campo da ciência forense. Foram alocados recursos na ordem de R\$ 3,5 milhões destinados a apoiar projetos em duas categorias: A) nível de implementação e validação de protótipos de produtos e serviços de empreendimentos nascentes, contemplando até R\$ 1,5 milhão em projetos de valor unitário de até R\$ 250 mil; B) nível de desenvolvimento e escalabilidade de empreendimentos nascentes, contemplando até R\$ 2 milhões em projetos de valor unitário de até R\$ 500 mil (FAPERJ, 2018).

Este edital inaugurou um “Programa de Apoio a Projetos de Inovação no Campo da Segurança Pública”. O seu processo de construção coaduna-se a uma visão de política de inovação transformadora, na medida em que surgiu de uma demanda da sociedade civil e ao longo do processo envolveu diferentes atores. O desdobramento deste edital é a construção de uma rede de inovação estruturada em torno de um desafio societal – segurança pública –, e não de um setor ou de uma tecnologia específica. Com o avanço deste Programa diversos setores, tecnologias e atores podem ser mobilizados.

Além disso, ao endereçar o desafio da Segurança Pública, este Programa contribui para o alcance do ODS 16: Paz, Justiça e Instituições Eficazes, que tem como objetivo geral “promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis”; e como uma de suas metas “reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares” (ONU, 2015).

Obviamente, para ter maior impacto este programa deveria estar ligado a uma estratégia de segurança pública mais ampla, que articulasse a Secretaria de Estado de Segurança Pública, as Polícias Civil e Militar, o Instituto de Segurança Pública, empresas de diferentes portes e ICTs. Entretanto, em virtude da fragilidade e fragmentação institucional do estado já citada anteriormente o desenho de políticas estratégicas fica prejudicado. Deste modo, esta iniciativa pode servir como um impulso para solucionar o desafio da segurança pública com auxílio da ciência, tecnologia e inovação.

6. Considerações Finais: Oportunidades e Desafios

Para serem efetivas na promoção do desenvolvimento socioeconômico e na geração de impactos positivos para o bem-estar da população, as políticas de inovação do século XXI devem se ater menos a setores e tecnologias específicas e mirar na resolução dos grandes

desafios sociais, ambientais e econômicos que enfrentamos atualmente. Neste sentido, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável lançados pela ONU no âmbito da Agenda 2030, constituem-se como vetores estratégicos em torno dos quais podem ser definidas missões que orientem políticas de ciência, tecnologia e inovação. Neste contexto, as agências de inovação podem desempenhar um papel relevante no desenho de políticas de inovação orientadas a missões em virtude de sua posição enquanto instituições-ponte nos sistemas de inovação. No caso do Estado do Rio de Janeiro, a FAPERJ, especialmente sua Diretoria de Tecnologia, tem a capacidade de articular diferentes atores e contribuir para o desenho de uma política de inovação orientada a missões.

Como foi discutido, durante o segundo semestre de 2018 a equipe da Diretoria de Tecnologia da FAPERJ formulou um Planejamento Estratégico baseado em pilares e missões que se desdobram em ações e programas voltados para o aperfeiçoamento do sistema regional de inovação fluminense. Deste modo, o desenvolvimento deste plano seguiu a abordagem de política de inovação orientada a missões, tendo como foco a solução de desafios sociais relacionados aos ODS.

A partir desta experiência podemos identificar algumas oportunidades e desafios para o desenvolvimento de uma política de inovação orientada a missões baseada em ODS. Em relação às oportunidades destaca-se o fato de que o estado possui desafios socioeconômicos e ambientais complexos que podem basear estratégias de inovação voltadas para a solução de problemas, em detrimento de políticas setoriais ou voltadas para grupos de interesse específicos. Tais estratégias passam pela mobilização e múltiplos atores e instituições públicas e privadas, bem como demandam soluções de diferentes áreas do conhecimento. Além disso, o impacto deste tipo de política é mais visível para a sociedade como um todo, facilitando a comunicação e aumentando a legitimidade do uso de recursos públicos.

A fragilidade e fragmentação do cenário institucional representam ao mesmo tempo uma oportunidade e um desafio. Por um lado, cria uma lacuna que permite a FAPERJ atuar na formulação de políticas, e não somente na etapa de implementação – função que deveria exercer por sua natureza. Por outro lado, esta fragmentação dificulta a articulação entre as diferentes instituições governamentais e entre os atores ligados à inovação no estado, tornando-se um obstáculo para o desenvolvimento de políticas orientadas por missões.

A complexidade dos desafios sociais representados pelos ODS é mais um fator que dificulta a elaboração de tais políticas. Estes desafios, como mostra o caso da segurança pública, requer uma coordenação de esforços entre diferentes órgãos de governo, tecnologias e atores sociais e econômicos. Isto aumenta os custos de transação no processo de implantação e execução das políticas. Ademais, esta complexidade também engendra outro desafio: a tradução do problema em missões claras que possam ser medidas e acompanhadas. A construção de indicadores e métricas capazes de mensurar o impacto de políticas de inovação orientadas por missões, portanto, é extremamente desafiadora, uma vez que os resultados esperados vão além dos tradicionais *outputs* de mercado, tais como faturamento, exportação e produtividade.

Por fim, cabe ressaltar que o Plano é somente o ponto de partida para a construção de uma política de inovação orientadas por missões no Estado do Rio de Janeiro. Como já foi dito, isto depende do envolvimento de outras instituições com escopo de atuação mais amplo que a Diretoria de Tecnologia da FAPERJ. Não obstante, por meio da execução do plano no próximo triênio, a DT será capaz de apreender lições valiosas para a formulação e implementação de políticas de inovação orientadas por missões no nível regional.

7. Referências

- Angelelli, P.; Luna, F.; Suaznábar, C. (2017). *Agencias latinoamericanas de fomento de la innovación y el emprendimiento: Características y retos futuros*. Nota Técnica nº IDB-TN-1285, BID.
- Breznitz, D.; Samford, S. (2016). *Innovation Agencies: The Road Ahead*. BID.
- Britto, J.; Cassiolato, J. E.; Marcellino, I. S. (2015). *Especialização produtiva e dinamismo inovativo da indústria fluminense: desafios e potencialidades para o desenvolvimento regional*. In: Osorio, M.; Melo, L. M.; Versiani, M. H.; Werneck, M.L. (Orgs). *Uma agenda para o Rio de Janeiro: Estratégias e Políticas Públicas para o Desenvolvimento Socioeconômico*. Rio de Janeiro: FGV.
- Comissão Europeia. (2011). *Horizon 2020: The Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020)*. Brussels: European Commission.
- Edler, J.; Georghiou, L. (2007). *Public procurement and innovation - Resurrecting the demand side*, *Research Policy*, 36 (7), pp. 949-963.
- Ergas, H. (1987). *Does technology policy matter. Technology and global industry: Companies and nations in the world economy*, pp. 191-245.
- FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. (2013). *Mapa da ciência*. Rio de Janeiro: FAPERJ.
- FAPERJ. (2018). *Edital FAPERJ nº 07/2018 - Programa de Apoio a Projetos de Inovação no Campo da Segurança Pública - Ciência Forense*. FAPERJ.
- FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. (2017a). *Avanço da criminalidade no Estado do Rio de Janeiro: Retrato e propostas para a segurança pública*.
- FIRJAN. (2017b). *Saneamento no Estado do Rio de Janeiro: Cobertura e Oportunidades de Investimentos*. FIRJAN.
- Foray, D.; Mowery, D.; Nelson, R. R. (2012). *Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs?* *Research Policy*, v. 41, n. 10, pp. 1697-1902.
- Hasenclever, L.; Cavalieri, H.; Torres, R.; Mendes, H. (2016). *Especialização produtiva: potenciais e desafios para o estado do Rio de Janeiro*. *Cadernos do Desenvolvimento Fluminense*, nº 9, Rio de Janeiro, pp. 11–23, jan/jun.
- Hasenclever, L.; Paranhos, J.; Torres, R.. (2012). *Desempenho Econômico do Rio de Janeiro: Trajetórias Passadas e Perspectivas Futuras*. *DADOS – Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, vol. 55, n. 3, pp. 681 a 711.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (2018). *Atlas da Violência*. Rio de Janeiro: IPEA.
- Kattel, R.; Mazzucato, M. (2018). *Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector*. *IIPP WP*, v. 2018, n. 05.
- La Rovere, R. (Coord.) (2015). *Condições de capacitação empresarial e os ambientes de inovação no Estado do Rio de Janeiro*. *Relatório Técnico para a FAPERJ (Edital 28/2012)*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ.
- Marcellino, I. (2016). *Políticas Regionais de Inovação em um cenário institucional fragmentado: o complexo produtivo de petróleo e gás natural no contexto do Sistema Regional de Inovação do Rio de Janeiro*. *Revista Pymes, Innovación y Desarrollo*, Vol. 4, No.1, pp. 37–56.
- Marcellino, I.; Avanci, V.; Britto, J. (2013). *O Sistema Regional de Inovação Fluminense: características, desafios e potencialidades*. *Cadernos do Desenvolvimento Fluminense*, Rio de Janeiro, n.2, julho.
- Marcellino, I.; Santos, G. (2017). *Padrões de dinamismo inovativo e estratégias empresariais de inovação no Sistema de Inovação do Rio de Janeiro*. *I Seminário de Economia Fluminense*, Rio de Janeiro, setembro.
- Mazzucato, M. (2018a). *Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities*. *Industrial and Corporate Change*, 27 (5), pp. 803–815
- Mazzucato, M.; Penna, C. C. R. (Eds.). (2015). *Mission-Oriented Finance for Innovation: New Ideas for Investment- Led Growth*. London: Policy Network/Rowman & Littlefield.
- Natal, J. (2004). *Inflexão econômica e dinâmica espacial pós-1996 no Estado do Rio de Janeiro*. *Nova Economia*, Belo Horizonte, 14 (3) pp. 71-90, setembro-dezembro.
- ONU – Organização das Nações Unidas (2015). *Transformando o nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), última edição em 13 de outubro de 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>
- Osório, M. (2013). *Economia, desenvolvimento e caminhos para o Rio de Janeiro*. *Revista de Economia Fluminense*, v. VII, p. 13-17.
- Osório, M.; Versiani, M. H.; Rego H. R. S. (2016). *Rio de Janeiro: Trajetória institucional e especificidades do marco de poder*. In: Marafon, G. J. (Org.). *Revisitando o território fluminense VI*. 1 ed. Rio de Janeiro: GRAMMA, v. 1, p. 3-24.
- Penna, C. C. R.; Santos, G.; Guedes, M. (Coords.). (2018). *Plano Estratégico da Diretoria de Tecnologia da FAPERJ (2018-2021): Proposta submetida ao Conselho Superior da FAPERJ*. Rio de Janeiro.

- Porto, G.; Kannebley Jr., S.; Dias, A.; Radaelli, V. (2012). O Sistema Estadual de Inovação do estado do Rio de Janeiro: uma contribuição ao diálogo de políticas entre o governo do Estado do Rio de Janeiro e o Banco Interamericano de Desenvolvimento. BID.
- Rio de Janeiro (Estado). (2011). Lei Complementar nº 141, de 07 de junho de 2011. Poder Executivo, Rio de Janeiro, RJ.
- RJ. (2017). Decreto nº 45.931, de 20 de Fevereiro de 2017. Poder Executivo, Rio de Janeiro, RJ.
- Rodrik, D. (2004). Industrial policy for the twenty-first century. John F. Kennedy School of Government, Working Paper Series, No. RWP04-047.
- Santos, A. (2002). Economia fluminense: Superando a perda de dinamismo? Revista Rio de Janeiro, n. 8, p. 31-58, set./dez.
- Santos, G. (2016). Alinhamento das incubadoras de empresas ao contexto regional no estado do Rio de Janeiro: uma comparação entre metrópole e interior. Dissertação de mestrado defendida no Programa de Políticas Públicas e Estratégias de Desenvolvimento, Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro.
- Santos, G.; La Rovere, R. (2017). Elementos para uma política de apoio ao Sistema regional de Inovação do Estado do Rio de Janeiro: Uma análise com base na abordagem da geografia econômica evolucionária. Anais do II Encontro de Economia Industrial e da Inovação. São Paulo: Blucher Proceedings, v. 4, pp. 405-423.
- Schumpeter, J. A. (1934 [1912]). The Theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2017). Panorama do Rio de Janeiro: Mercado de Trabalho, desigualdade, pobreza e empreendedorismo. Observatório Sebrae/RJ, Nota Temática nº 45, Fevereiro.
- Secretaria de Estado do Ambiente. (2013). Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro: Relatório Síntese, Rio de Janeiro, RJ.
- Sobral, B. (2013). A Falácia da “inflexão econômica positiva”: algumas características da desindustrialização fluminense e do “vazio produtivo” em sua periferia metropolitana. Cadernos do Desenvolvimento Fluminense, n. 1, Rio de Janeiro, fevereiro.
- (2017). A evidência da estrutura produtiva oca: o Estado do Rio de Janeiro como um dos epicentros da desindustrialização nacional. In: Neto, A. M.; Castro C. N.; Brandão, C. A. (Orgs.) Desenvolvimento regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas. Rio de Janeiro: IPEA.
- Xue, L.; Weng, L.; Yu, H. (2018). Addressing policy challenges in implementing Sustainable Development Goals through an adaptive governance approach: A view from transitional China. Sustainable Development, 26: 150–158.

Financiamento da inovação e mudança tecnológica: os impactos da subvenção econômica na maturidade tecnológica (TRL) de projetos de P, D&I

Márcia Carolina Araújo
Rodrigues Universidade Estadual do Ceará, Brasil
marcia.admpi@gmail.com

Carlos Dias Chaym
Universidade Estadual do Ceará, Brasil
carlodiaschaym@gmail.com

Paolo Giuseppe Lima de Araújo
Universidade Estadual do Ceará
paolo.araujo@uece.br

Resumo

Compreender os vínculos entre o financiamento da inovação no amadurecimento tecnológico e, conseqüentemente, no desenvolvimento econômico é de fundamental importância tanto para investidores, quanto para inovadores. O caráter eminentemente imediatista dos investidores privados fortalece o papel dos investidores públicos como impulsionadores de inovações com maior risco envolvido. O setor público vem se destacando no financiamento da inovação pela maior disponibilidade de aportes de recursos em projetos nascentes de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I), embora seu papel ainda seja pouco valorizado. O presente estudo se propõe a investigar as conexões entre subvenção econômica, maturidade tecnológica de inovações que receberam investimento público e aprendizagem organizacional a partir dos projetos financiados pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP). O percurso metodológico consistiu em uma abordagem mista de cunho descritivo-explicativo e delineamento *ex-post facto*. Foi realizada uma *survey* com recorte transversal em empresas que receberam financiamento para inovação. Os dados gerados foram analisados por meio de uma análise fatorial exploratória, de uma regressão linear múltipla e de uma análise de variância, respectivamente. Os resultados mostram que o ecossistema de inovação estudado apresentou fragilidades que requerem mudanças nas políticas públicas e privadas. Os resultados mostraram ainda que o aprendizado não foi influenciado diretamente pelo financiamento, embora haja um impacto positivo do financiamento e do aprendizado acumulado nos projetos inovadores. A pesquisa mostrou ainda uma relação direta entre financiamento e maturidade dos projetos, mas não com o acúmulo de conhecimento.

Palavras chaves

Financiamento da Inovação. Maturidade Tecnológica. Aprendizado Organizacional.

1. Introdução

É cada vez menos concebível falar de geração de inovações sem abordar aspectos relacionados ao investimento financeiro. A literatura que versa sobre inovação vem referenciando essa condição, aludindo para a pertinência de compreender o papel de entidades públicas e privadas neste processo (Bueno & Torkomian, 2014; Hong, Feng, Wu, & Wang,

2016; Kerr, & Nanda, 2015; Mazzucato, 2014; Prianichnikov, 2013; Szczgielski et al., 2016).

Os estudos mais recentes vem seguindo uma agenda ampla de discussões como por exemplo a relação entre o potencial de inovação efetivo das empresas e o financiamento (Nunes, Queiroz, & Furukava, 2016), outros lançam luz sob questões teóricas e empíricas que antecedem boas práticas de gestores públicos e privados em relação ao financiamento das inovações (Figueiredo, 2004; Calmanovici, 2011; CNI, 2016) e outros buscam compreender o caminho prático percorrido pelo financiamento, do aporte ao efetivo desenvolvimento tecnológico (Morais, 2008; Negri, & Kubota, 2008; Pinho, 2016). Investigar o percurso do financiamento de inovações em suas várias etapas, do aporte inicial ao momento em que a nova tecnologia é comercializada, é uma atividade complexa e imbricada. Compreender os mecanismos que interferem nesse processo e em como os atores se relacionam e influenciam mutuamente é de fundamental importância para aumentar a eficiência e impacto do financiamento.

Partindo do ponto de vista da inovação, Lazonick e Mazzucato (2013) sugerem nível de incerteza, prazo de entrega de resultados, coletividade e cumulatividade como sendo as principais variáveis que interferem na relação com o investimento. Projetos com alto grau de incerteza tendem a receber menos atenção de investidores. O mesmo acontece com aqueles cuja previsão de efetivação se dê no longo prazo, em contraste com o perfil mais imediatista de alguns investidores. A coletividade, por sua vez, refere-se ao conjunto de elementos que devem ser sincronizados para que surja a inovação. Quanto maior o número de atores necessários, maior será o risco envolvido. O quarto fator está ligado ao conhecimento adquirido pela organização ao longo do tempo. Empresas com alta cumulatividade tendem a ser mais eficientes no uso do financiamento.

Por possuir linhas de financiamento não-reembolsáveis em pesquisa, desenvolvimento & inovação (P,D&I), o Estado tem papel fundamental no fomento a projetos de alto risco. Considerando a pertinência de investigar a atuação estatal para a promoção da inovação, o presente estudo parte da seguinte questão de pesquisa: quais as relações entre financiamento público, maturidade tecnológica dos projetos financiados e aprendizado tecnológico das respectivas organizações? Para respondê-la, realizou-se uma análise *ex post* dos resultados obtidos pelo Governo do Estado do Ceará/Brasil ao financiar atividades inovadoras e das possibilidades de melhor avaliar a eficiência desse processo.

O objetivo geral do presente estudo foi verificar as relações existentes entre a subvenção econômica concedida pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), a maturidade tecnológica dos projetos por ela financiados e o aprendizado tecnológico das organizações a eles vinculadas. Como objetivos específicos, tem-se: a) Identificar a relação do financiamento público por meio de subvenção econômica com o aprendizado tecnológico da organização financiada; b) Descrever a influência do financiamento público na mudança tecnológica do projeto financiado e; c) Discriminar o vínculo do aprendizado organizacional com a mudança tecnológica.

Este trabalho busca contribuir com o diálogo dos gestores públicos e privados com a inovação por meio do papel do financiamento público, contribuindo com a ampliação dos debates acadêmicos e gerenciais inerentes à pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I).

2. Referencial Teórico

2.1 Financiamento externo da inovação

Grande parte dos caminhos que levam à inovação passam inevitavelmente pelo

financiamento externo, seja público ou privado. Quando um país busca o desenvolvimento econômico de longo prazo através da inovação, deve destinar uma quantidade significativa de recursos para projetos nascentes (Freeman, & Soete, 2008). Uma estratégia eficaz seria a identificação dos potenciais que o país possui e realizar um diálogo destes com a ciência e tecnologia, de modo a impulsionar o avanço econômico. Calmanovici (2011) enfatiza a relevância da promoção da cultura da inovação desde o nível micro (apoio às atividades de P&D nas empresas e nas universidades) até um conjunto de políticas públicas para a inovação, no nível macro. Nesta seara, os riscos, incertezas, ausência de preparo técnico ou gerencial e a escassez de recursos são fatores que afetam diretamente a probabilidade de se obter financiamento (Bell, & Figueiredo, 2012).

O financiamento privado externo tem um caráter mais dinâmico de investimentos se comparado com o financiamento público. Uma análise mais aprofundada desse processo, ainda, revela distintos direcionamentos estratégicos destes tipos de financiamento. Se por um lado o financiamento próprio da inovação permite uma expectativa de longo prazo no retorno do capital investido (e, por isso, é mais tolerante às incertezas); por outro, o investidor externo possui um caráter primordialmente especulativo e focado no retorno pecuniário, o que pelo menos implicitamente leva a um perfil mais imediatista de expectativa de retorno do capital investido (Chesnais; & Sauviat, 2006). Conforme Rasmussen e Sorheim (2012), por causa dessa característica, o financiamento externo privado tende a acontecer “nos estágios mais tardios do desenvolvimento, quando a empresa já alcançou marcos iniciais, como verificação tecnológica e primeiras vendas, e já são capazes de atrair investidores de venture capital” (p. 78).

É possível notar que esse perfil imediatista do investidor externo privado causa um enviesamento nos financiamentos de projetos inovadores, havendo menor oferta de investimento para projetos em fase inicial de desenvolvimento. Com efeito, o investimento público tem seu papel destacado em relação aos projetos em estágios mais embrionário de desenvolvimento e, portanto, com maior grau de incerteza e expectativa de retorno.

Mesmo considerando a complexidade e dificuldade de se criar políticas eficazes de financiamento da inovação, há uma tendência em alguns países em deturpar os esforços públicos para criar um ambiente de inovação adequado. Análises injustas podem surgir ao comparar o financiamento público com o privado sem considerar a maior tolerância ao risco apresentada pela primeira modalidade (Mazzucato, 2014). Assim, o financiamento público deveria ser visto como o principal apoiador de projetos mais desbravadores que, posteriormente, abrirão espaço para investimentos privados mais imediatistas. É possível inferir a importância que o poder público tem ao investir “no lado P” da P&D para que futuramente surjam investimentos no “lado D”, de modo complementar.

Partindo do pressuposto embasado pela literatura de referência de que, com uma maior disponibilidade de recursos financeiros, a empresa que visa o desenvolvimento de projetos de PD&I buscará primordialmente a aquisição de competências e conhecimentos que projetem sua capacidade rumo à fronteira tecnológica, elaboramos as hipóteses 1 e 2 que foram testadas pela presente pesquisa:

H₁: o financiamento da inovação influencia positivamente o aprendizado organizacional.

H₂: o financiamento da inovação influencia positivamente a mudança tecnológica.

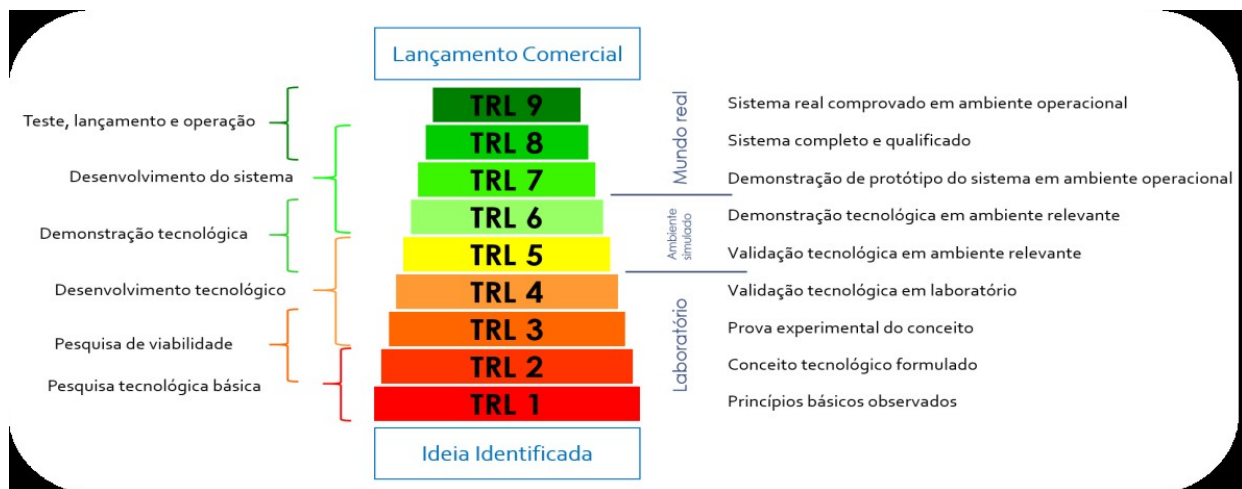
2.2 Mudança, capacidade e maturidade tecnológica

Conforme Bell e Pavitt (1995), embora a aquisição de maquinário tecnologicamente melhorado tenha influência na eficiência produtiva, é na capacidade interna de gerar e gerir a mudança que está o principal fator de mudança técnica. Partindo da Visão Baseada em Recursos (VBR) apresentada originalmente por Penrose (1959), Bell e Pavitt (1995) propuseram um framework onde a acumulação e a capacidade tecnológicas são condições antecedentes à inovação. A capacidade tecnológica é definida pelos recursos necessários para gerar e gerir a mudança técnica, sendo sua natureza difusa, cumulativa, intrínseca à empresa ou localidade onde é encontrada, incorporada às pessoas e aos sistemas organizacionais (Figueiredo, 2005).

Nesse contexto, as fontes de capacidade tecnológica nas economias industrializadas vão diferir conforme o setor produtivo e podem ser segmentadas, em cinco categorias. A primeira delas é a das empresas dominadas por fornecedores, que veem a maior parte da mudança técnica advir dos fornecedores. A segunda categoria trata das empresas intensivas em escala, nas quais a fonte de mudança técnica é originada da engenharia e experiência de produção, bem como dos fornecedores. Na terceira categoria estão contidas as empresas intensivas em informação, as quais têm como principais fontes de mudança técnica a experiência operacional e os fornecedores de sistemas de informação. A quarta categoria engloba as empresas baseadas em ciência, que possuem nos laboratórios de P&D e nas pesquisas acadêmicas sua principal fonte de mudança técnica. Por fim, a quinta categoria é representada pelas empresas fornecedoras especializadas, que fornecem insumos para complexos sistemas produtivos e tem como fonte de mudança técnica o desenho, a construção e o próprio uso que seus clientes dão aos equipamentos por elas fornecidos (Bell, & Pavitt, 1995).

Independente da fonte de capacidade tecnológica, as organizações possuem níveis diferentes de maturidade tecnológica e mensurá-la nem sempre é tarefa fácil. É possível encontrar diversas escalas que se propõem a realizar tal mensuração, com destaque para a Technology Readiness Levels (TRL), escala desenvolvida pela National Aeronautics and Space Administration (NASA). A TRL busca mensurar o progresso de uma tecnologia indo desde a pesquisa mais basilar até o funcionamento pleno e, por ser uma das mais completas, foi utilizada no presente estudo. A figura a seguir ilustra os nove níveis da TRL:

Figura 1 – A escala TRL



Fonte: adaptado da NBR ISO 162690 (2015)

2.3 Aprendizagem tecnológica organizacional

O aprendizado é um construto processual que vem sendo objeto de estudos de várias áreas tais como a psicologia, a sociologia, a educação e a administração, por exemplo. Para Nonaka, Toyama & Konno (2000) “a informação torna-se conhecimento quando é interpretada por indivíduos, considera um contexto e ancora-se em crenças e compromissos individuais” (p. 7). Aprender a lidar com todas as minúcias do processo de incorporação ou desenvolvimento de uma tecnologia envolve capacidades, habilidades, competências e atitudes específicas ao contexto e natureza do trabalho a ser realizado e é um processo relacionado à capacidade de aprendizagem e inevitavelmente influenciado por conhecimentos anteriores.

A formalização do conhecimento, conforme Bell, & Pavitt (1995), embora seja uma forma mais segura de transmissão e aprendizagem, acaba por não acompanhar a velocidade e a complexidade das mudanças que ocorrem nas organizações. Para Takeuchi, & Nonaka (2008), o conhecimento tácito exerce um papel capaz de ocupar essa lacuna ao ser mais facilmente transmissível, embora com maior fragilidade quanto a reprodução exata de seu conteúdo. O modo com as organizações aprende também interfere no processo (Câmara & Brasil, 2015). Empresas que adquirem novas tecnologias não necessariamente estarão no mesmo patamar de domínio tecnológico após um determinado tempo (Lall, 2005).

Para entender a dinâmica de aprendizado das organizações, três componentes basilares devem ser analisados: a conversão entre conhecimento tácito e explícito, aspectos contextuais onde tal processo ocorre e os inputs, outputs e moderadores dele (Nonaka, et al. 2000). A criação do conhecimento inicia com a interação informal e aberta entre os indivíduos que estão fisicamente próximos em um contexto físico no qual é compartilhado e utilizado (Takeuchi, & Nonaka, 2008).

Outra taxonomia bastante utilizada para categorizar os tipos de conhecimento foi proposta por Lundvall e Johnson (1994). A classificação prevê a divisão em quatro categorias, compostas por a) know-what, o tipo de conhecimento que geralmente é chamado de informação; b) know-why, os princípios e leis naturais que regem o fenômeno observado; c) know-who, as relações envolvidas no fenômeno e d) know-how, a capacidade de fazer diferentes atividades em um nível prático. Kim, & Nelson (2005), a capacidade de aprendizagem tem relação direta com o tempo, o risco e os custos envolvidos na busca pelo domínio do conhecimento.

Por fim, o trabalho de Figueiredo (2001) vem sendo amplamente utilizado para mensuração do aprendizado tecnológico por mensurar quatro dimensões: aquisição externa, aquisição interna, socialização e codificação do conhecimento. Foi com base neste referencial teórico que se formulou a terceira hipótese a ser investigada:

H₃: o aprendizado tecnológico influencia positivamente a mudança tecnológica.

3. Metodologia

3.1 Seleção dos sujeitos

A pesquisa de campo contou com duas categorias de respondentes: especialistas, para validar o questionário; os respondentes do questionário, na fase de coleta de dados primários. Foi aplicada uma entrevista semiestruturada com três especialistas (das áreas de biotecnologias, tecnologia da informação e comunicação e gestão da inovação), sendo utilizado como critério para a escolha: i. ter pelo menos três anos de atuação em suas

respectivas áreas; ii. já ter participado de pelo menos um projeto de desenvolvimento tecnológico. Esta etapa buscou a validação do conteúdo e da adaptação na linguagem utilizada na escala de mensuração da maturidade tecnológica (TRL) dos projetos financiados (EARTO, 2014).

3.2 Coleta, tratamento dos dados e operacionalização dos construtos

Foi realizado uma survey com recorte transversal, uma vez que através dela se consegue um bom número de variáveis quantificáveis, permitindo a construção de modelos explicativos (Babbie, 2003). A aplicação do questionário se deu tanto de forma presencial (27 respondentes) quanto de forma virtual via correio eletrônico (13 respondentes). Os cinco primeiros respondentes foram abordados presencialmente a título de pré-teste do questionário e, posteriormente, realizado os ajustes pertinentes antes de seguir para os demais respondentes.

As hipóteses levantadas conforme a questão norteadora da presente pesquisa conduziram à elaboração do objetivo geral: verificar as relações existentes entre a subvenção econômica concedida pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), a maturidade tecnológica dos projetos por ela financiados e o aprendizado tecnológico das organizações a eles vinculadas. O suporte teórico tomado como base para a formulação de cada uma das hipóteses consideradas, bem como os respectivos objetivos específicos do estudo a elas vinculados e sua descrição matemática são apresentados na figura a seguir:

Figura 2 – Suporte teórico das hipóteses

Hipóteses		Suporte Teórico
Descrição Textual	Descrição Matemática	
H_1 : o financiamento da inovação influencia positivamente o aprendizado organizacional	$\alpha_{11} > 0$	Nelson (1959); Arrow (1962); Hall e Lerner (2010); Lazonick e Mazzucato (2014)
H_2 : o financiamento da inovação influencia positivamente a mudança tecnológica	$\alpha_{22} > 0$	Nelson (1959); Arrow (1962); Hall e Lerner (2010); Lazonick e Mazzucato (2014); Bell e Pavitt (1995)
H_3 : o aprendizado organizacional influencia positivamente a mudança tecnológica	$\alpha_{21} > 0$	Cohen e Levinthal (1990); Lundvall e Johnson (1994); Bell e Pavitt (1995); Nonaka e Takeuchi (1995); Nonaka, Toyama e Konno (2000); Lundvall (2001); Kim e Nelson (2005); Lall (2005); Takeuchi e Nonaka (2008); Bell e Figueiredo (2012)

Fonte: elaboração própria

Como o modelo empírico visou obter explicações sobre como o financiamento recebido (construto observável refletivo) afetou o aprendizado organizacional (construto latente formativo) e a mudança tecnológica (construto latente formativo), buscou-se suporte teórico em Costa (2011), conforme descrito na Figura 3:

Figura 3 – Operacionalização dos construtos

Variáveis / Construtos	Operacionalização
Financiamento (FI)	Variável independente observável por meio do valor bruto da subvenção recebida pelos projetos.
Aprendizado Organizacional (AO)	Mensurado, usando as seguintes variáveis observáveis: i) aquisição interna de conhecimento; ii) aquisição externa de conhecimento; iii) socialização do conhecimento e iv) codificação do conhecimento (FIGUEIREDO, 2001; 2004; SILVA-JUNIOR, 2013).
Mudança Tecnológica (MT)	Operacionalizada conforme adaptação da escala <i>TRL</i> , considerando: i) o índice de totalidade do nível de <i>TRL</i> antes do financiamento e ii) a respectiva totalidade do nível de <i>TRL</i> no momento da coleta dos dados (NOLTE; KENNEDY; DZIEGIEL, 2003; MANKINS, 2009; CATARINO, 2014; ISO, 2015).

Fonte: elaboração própria.

O Financiamento (FI) da inovação é um dado objetivo e foi coletado de fonte secundária, a partir das informações cedidas pela FUNCAP. Para mensurar o Aprendizado Organizacional (AO), utilizou-se a escala validada por Silva-Júnior (2013) com base em Figueiredo (2001). Quanto à Mudança Tecnológica (MT), utilizou-se como parâmetro a aplicação da escala *TRL* (Mankins, 2009; ISO, 2015) de mensuração da maturidade tecnológica, validada por Catarino (2014).

3.3 Tratamento dos dados e análise

Os dados coletados oriundos dos questionários foram tabulados em planilha eletrônica de modo a fornecer *input* para a realização de uma análise de Regressão Linear e posteriormente de uma Análise de Variância (ANOVA) com o auxílio do software IBM SPSS v. 22.

Utilizou-se aqui uma Regressão Linear Múltipla conforme Field (2009), para que fosse analisado a forma como a maturidade tecnológica pode ser prevista pelo financiamento e pelo aprendizado tecnológico. Optou-se por este método pois ele permite testar o poder preditivo entre variáveis através de uma função matemática que descreva o comportamento da variável dependente em função dos valores conhecidos de uma ou mais variáveis independentes (Corrar, Paulo, & Dias Filho, 2014). Já a ANOVA unidirecional foi utilizada para verificar as relações entre financiamento e maturidade tecnológica, bem como para verificar a distinção das médias da evolução tecnológica antes e depois do financiamento e também das médias da evolução geral e temporal da maturidade tecnológica.

4. Análise e Discussão dos Resultados

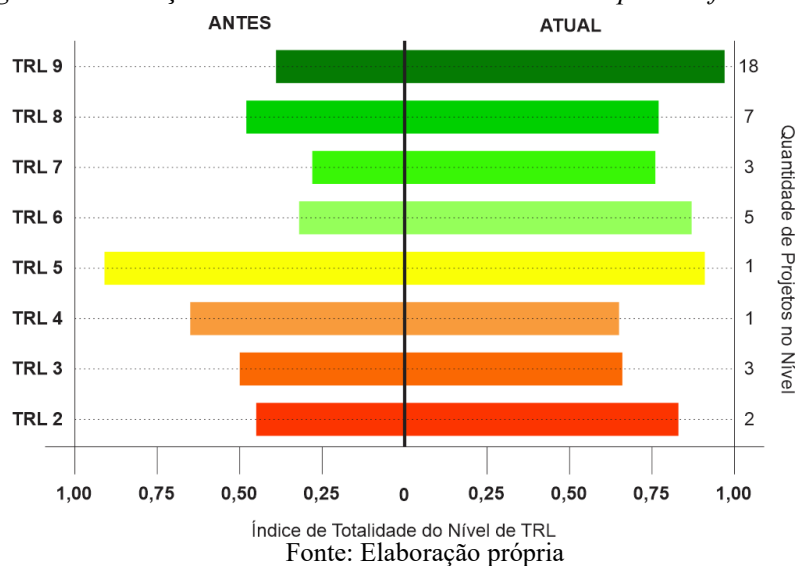
4.1 Descrição dos projetos

A amostra composta pelos 40 projetos está distribuída em 8 áreas temáticas. A definição e o agrupamento das áreas seguem a classificação utilizada pela FUNCAP e é declarada no corpo dos editais. As áreas temáticas com maior concentração de projetos são: Saúde, Biotecnologia, Alimentos e Fármacos (35% da amostra); Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC (23% da amostra); e Agronegócio (15% da amostra).

Em relação ao nível de maturidade tecnológica, os projetos encontram-se em sua maioria na TRL 9, que agrupa 45% dos projetos, os quais obtiveram a maior evolução média da TRL dentro do nível, como pode ser verificado na Figura 4.

Os projetos analisados apresentavam um índice médio de maturidade de 39% antes do financiamento e 97% no momento da coleta dos dados, o que representa uma evolução de 58%. Os 7 projetos da TRL 8, por sua vez, apresentavam índice médio de maturidade de 48% antes do financiamento e 77% no momento da coleta dos dados, com evolução interna de 29%. Já os 3 projetos que se encontram na TRL 7, agrupam o terceiro melhor índice de evolução dentro do nível com 48%, já que antes do financiamento apresentavam 28% e 76% posteriormente. A TRL 6, por sua vez, reuniu os projetos com o segundo melhor índice de evolução no período, com índice de 32% antes do financiamento e 87% após (evolução de 55%). Cabe lembrar, que o índice geral de maturidade foi calculado tanto para metrificar o status de maturidade da tecnologia antes do financiamento e no momento da coleta dos dados, de forma que a maturidade anterior foi representada pela variável TRL_A e a maturidade no momento atual pela variável TRL_D, sendo a variável TRL_EVOL representativa da evolução no período e obtida pela subtração da TRL_D pela TRL_A.

Figura 4 - Evolução interna do nível de TRL antes e depois do financiamento



Quanto a evolução da maturidade relativa às áreas temáticas dos projetos, a área temática relativa ao setor têxtil, calçadista e moveleiro acumulou a maior melhora no índice de TRL, com 67% de evolução obtido por um único projeto. A área dos projetos de TIC obteve o segundo melhor desempenho, com 56% em seus 10 projetos, enquanto a construção civil obteve a terceira melhor evolução com 55% também para um único projeto.

4.2 Atendimento aos pressupostos das análises multivariadas

Para o diagnóstico da normalidade dos dados, realizou-se os testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, que demonstraram resultados satisfatórios para um nível de significância $p > 0,05$, apenas para a variável Evolução Geral da TRL.

No caso da linearidade e homocedasticidade, verificou-se que os gráficos de dispersão não demonstraram anomalias, apresentando uma distribuição aleatória e não concentrada dos

dados.

No teste de Pearson e verificou-se os valores do Variance Inflation Factor (VIF) para confirmar a multicolinearidade, que não demonstrou significância estatística no intervalo de confiança, bem como não obteve valores VIF acima de 10 nos diagnósticos de colinearidade, como recomendado por Corrar, Paulo e Dias Filho (2014).

4.3 A relação da subvenção econômica com o aprendizado tecnológico organizacional (H1)

Para verificar o relacionamento entre o financiamento concedido pela FUNCAP aos projetos de PD&I por meio de subvenção econômica, buscou-se a realização de testes que permitam estabelecer a correlação e o poder preditivo entre o financiamento e o aprendizado das organizações.

O primeiro procedimento realizado foi uma análise fatorial exploratória para agrupar as 22 variáveis da escala de aprendizado organizacional em fatores que permitissem a construção de um modelo relacional com o financiamento. As extrações foram realizadas com base no autovalor (sem forçar a quantidade de fatores) e com uso da rotação varimax, com o objetivo de maximizar a dispersão das cargas das variáveis por todos os fatores. A extração final resultou na permanência de sete variáveis agrupadas em três fatores conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1: - Aprendizado - fatores gerados Matriz de componente rotativa

	Componente		
	Aprendizado Externo (Fator1)	Desenvolvimento Conjunto (Fator 2)	Aprendizado Interno (Fator3)
Aquisição de Tecnologia Externa AO_AE_TEX	,950		
Solução Compartilhada de Problemas AO_SO_SCP	,787		
Visitas ao Exterior AO_SO_VEX	,930		
Desenvolvimento de Projetos com Clientes AO_AE_DPC		,818	
Desenvolvimento de Projetos com Parceiros AO_AE_DPP		,862	
Aprendendo pelas Rotinas AO_AI_APR			,890
Ferramentas de Disseminação do Conhecimento AO_SO_FDC			,815

Fonte: Elaboração própria

A extração mostrou um adequado ajuste de amostragem com o índice KMO de 0,583, variância explicada acumulada de 84%, Sig. a 0,000 e Alfa de Cronbach da escala em 0,717, medidas que segundo Field (2009) são aceitáveis. Ao se encontrar três fatores relacionados ao aprendizado organizacional, a primeira hipótese (H1) foi subdividida em:

H1a: O Financiamento da inovação impacta positivamente sobre o Aprendizado Externo;

H1b: O Financiamento da inovação impacta positivamente sobre o Desenvolvimento Conjunto;

H1c: O Financiamento da inovação impacta positivamente sobre o Aprendizado Interno.

Após o agrupamento, procedeu-se à realização das regressões lineares para verificar a significância do impacto do financiamento em cada um dos fatores. Assim, tomou-se a relação do financiamento recebido com o Fator 1 e verificou-se não afetou esse tipo de aprendizado, já que o Sig. da ANOVA apresentou índice acima do aceitável com 0,237 e houve um baixo poder explicativo na relação, com R^2 (0,191).

Testou-se a relação do financiamento recebido com o Fator 2 e verificou-se que não afetou o desenvolvimento conjunto, já que o Sig. da ANOVA apresentou índice acima do aceitável (0,451) e um poder de explicação ainda menor ($R^2=0,015$).

Por fim, testou-se a relação do financiamento com o Fator 3 e foi possível concluir que também não houve relacionamento positivo, haja vista o Sig. da ANOVA, assim como nos demais casos, também ficar acima de 0,05 e o $R^2 = 0,028$.

Como a verificação da relação do financiamento com o aprendizado organizacional deu-se de forma relativa apenas ao momento atual da empresa, não considerando a evolução temporal entre o antes e depois do recebimento do financiamento, não foi realizada a verificação da diferença de médias entre o aprendizado acumulado antes e depois do financiamento. Tendo em vista esta limitação, os testes realizados com a amostra considerada não permitem, portanto, a confirmação da hipótese de que o financiamento por meio de subvenção econômica influencia positivamente o aprendizado organizacional.

4.4 A influência da subvenção econômica na mudança tecnológica dos projetos financiados (H2)

A segunda hipótese buscou confirmar que o financiamento público não-reembolsável influencia positivamente a maturidade tecnológica dos projetos. Realizou-se transformação dos dados para a obtenção de duas variáveis distintas, representativas do índice de totalidade da TRL em cada projeto, com poder de representação da maturidade antes do financiamento e no momento da aplicação do questionário. Tais variáveis foram intituladas respectivamente de TRL_A e TRL_D, ambas calculadas pela divisão do somatório das respostas de cada item do questionário pelo total possível de ser obtido, compondo uma representação percentual do quanto cada projeto está próximo ou distante da completude do nível indicado. Assim, quanto mais próximo de 1, mais próximo o projeto se encontra de passar para o nível seguinte de maturidade.

Observou-se pelos testes que não há igualdade de variância entre os dois grupos, o que permite afirmar que o nível de totalidade da TRL antes do financiamento é significativamente diferente do nível de TRL no momento da coleta dos dados.

Criou-se uma variável representativa da evolução geral da TRL em cada projeto. Esta variável foi denominada TRL_EVOL e seu cálculo deu-se pela subtração do coeficiente de totalidade da TRL no momento da coleta dos dados (TRL_D) pelo coeficiente de totalidade antes do financiamento (TRL_A). Também foi criada uma variável representativa da evolução temporal da TRL, denominada de TRL_EVOLT, resultado da divisão da TRL_EVOL pela quantidade de meses decorridos entre a contratação do projeto e a aplicação do questionário junto ao respondente.

Testou-se também a diferença de médias entre TRL_EVOL e TRL_EVOLT. Os testes demonstram que não há igualdade de variância entre os dois grupos, o que permite afirmar que a evolução da TRL no tempo ocorreu de forma distinta da evolução geral da TRL (TRL_EVOL).

Buscou-se então verificar o aceite da hipótese proposta com a realização de uma ANOVA unidirecional para testar o impacto do financiamento na maturidade tecnológica dos projetos. Para tanto, dividiu-se os projetos em dois grupos tomando-se a mediana do valor bruto financiado como parâmetro de corte: 20 projetos ficaram no primeiro grupo, composto pelos que receberam até R\$ 267.150,00 e 20 no segundo grupo, aqueles que receberam montante total acima dessa quantia. Relacionou-se, então, as variáveis TRL_EVOL e

TRL_EVOLT com os dois grupos criados.

O Teste de Levene para TRL_EVOL e TRL_EVOLT demonstra que a distribuição da variância da evolução da TRL nos grupos dos projetos que receberam mais e menos recursos financeiros é homogênea no caso do TRL_EVOL (Sig > 0,05) e heterogênea no caso da TRL_EVOLT (Sig. < 0,05).

Os resultados da ANOVA, demonstra que a quantidade de financiamento recebido afeta apenas a evolução temporal da maturidade, já que o Sig. da TRL_EVOL apresentou índice acima de 0,05 enquanto o Sig. da TRL_EVOLT teve comportamento oposto.

Tabela 2 – Teste robustos de igualdade de médias de TRL_EVOL e TRL_EVOLT conforme grupo de financiamento

		Estatística ^a	df1	df2	df3
TRL_EVOL	Welch	1,427	1	32,972	0,240
	Brow-Forsythe	1,427	1	37,972	0,240
TRL_EVOLT	Welch	4,373	1	23,299	0,048
	Brow-Forsythe	4,373	1	23,299	0,048

Fonte: Elaboração própria

Os testes robustos de igualdade de médias confirmam o diagnóstico da ANOVA já discutida. Portanto, é possível afirmar que o valor recebido pelos projetos para desenvolvimento de suas tecnologias afeta sua maturidade apenas no que tange à relação da maturidade com o tempo utilizado no desenvolvimento.

O estudo conseguiu demonstrar que, quando equalizado o índice de evolução em relação ao tempo levado para condução dos projetos, o financiamento teve impacto significativo na maturidade das tecnologias. É possível, portanto, afirmar que o Estado do Ceará tem sido eficaz ao cumprir seu papel na promoção do desenvolvimento tecnológico por meio da concessão de fomento não-reembolsável.

4.5 Vínculo do aprendizado organizacional com a mudança tecnológica dos projetos financiados (H3)

Também buscou-se verificar a hipótese de que o aprendizado organizacional afeta positivamente a mudança tecnológica dos projetos. O primeiro procedimento executado foi a realização de duas regressões múltiplas tomando-se como preditores os três fatores do aprendizado obtidos na análise fatorial exploratória e as variáveis TRL_EVOL e TRL_EVOLT como independentes. Os resultados obtidos não demonstraram um bom ajuste no modelo que relacionou aprendizado externo, desenvolvimento conjunto e aprendizado interno com a evolução geral da TRL (TRL_EVOL), já que obteve-se $R^2=0,062$ e $Sig.=0,506$. A relação entre aprendizado externo, desenvolvimento conjunto e aprendizado interno com a evolução temporal da TRL (TRL_EVOLT) também não demonstrou impacto positivo, já que $Sig.=0,223$ (acima do intervalo de confiança de 0,05) e apresentou variância total explicada (R^2) muito baixa com índice de 0,113.

Diante desse cenário, decidiu-se por verificar a significância do relacionamento direto das 19 variáveis que compõem o construto aprendizado organizacional (independentes), tomando os indicadores de maturidade tecnológica (TRL_EVOL e TRL_EVOLT) como dependentes. Assim, a hipótese inicial foi desmembrada nas 19 sub-hipóteses a seguir relacionadas:

H3a: A consultoria afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3b: O treinamento externo afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3c: A participação em congressos e seminários afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3d: O desenvolvimento de projetos com clientes afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3e: O desenvolvimento de projetos com parceiros afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3f: A aquisição de tecnologia externa afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3g: O treinamento interno afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3h: O aprendizado pelas rotinas afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3i: A resolução conjunta de problemas afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3j: O desenvolvimento conjunto de projetos com clientes e parceiros afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3k: As ferramentas de disseminação do conhecimento afetam positivamente a maturidade tecnológica;
 H3l: A solução compartilhada de problemas afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3m: As visitas ao exterior afetam positivamente a maturidade tecnológica;
 H3n: A participação em redes de discussão técnica afeta positivamente a maturidade tecnológica;
 H3o: O treinamento e a capacitação interna afetam positivamente a maturidade tecnológica;
 H3p: As certificações afetam positivamente a maturidade tecnológica;
 H3q: As codificações e especificações afetam positivamente a maturidade tecnológica;
 H3r: Os padrões, normas e boas práticas afetam positivamente a maturidade tecnológica;
 H3s: Os sistemas de controle gerencial afetam positivamente a maturidade tecnológica.

O modelo da regressão representativa da relação entre os 19 indicadores e a TL_EVOL obteve o resultado descrito a seguir.

Tabela 3 - Regressão linear Aprendizado/TRL_EVOL - resumo do modelo

Modelo	R	R quadrado	R quadrado Ajustado	Erro padrão da estimativa
1	0,876 ^a	0,767	0,522	0,767

Fonte: Elaboração própria

O valor obtido para o R quadrado informa que mais de 76% da variação da TRL_EVOL pode ser explicado pelos 19 indicadores utilizados para mensurar o aprendizado organizacional. Seguindo com os testes, ao verificar a ANOVA pode-se concluir que os resultados foram significativos para $p < 0,05$ e que, portanto, o aprendizado organizacional influencia a evolução geral da TRL.

Analisando os coeficientes da regressão, é possível observar que os indicadores de Aprendizado com impacto significativo e positivo na evolução geral da TRL foram: Treinamento externo ($B=1,951$), Desenvolvimento de projetos com clientes ($B=2,949$) e Aprendizado pelas rotinas ($B=3,492$),

Finalizando as análises, testou-se a relação entre os 19 indicadores de aprendizado

organizacional e a evolução temporal da TRL (TRL_EVOLT). Os resultados obtidos não demonstraram significância suficiente para afirmarmos que o aprendizado influenciou positivamente a evolução temporal da maturidade tecnológica.

Os resultados do estudo demonstram a importância e confirmam a influência de indicadores pertencentes a duas das quatro dimensões de aprendizado descritas por Figueiredo (2001; 2004). O indicador referente à realização de treinamento externo (Dimensão: aquisição externa de conhecimento) indicou que a cada unidade adicional oferecida aos colaboradores, representa um aumento de quase duas unidades no conhecimento. Por sua vez, uma unidade a mais de desenvolvimento de projetos com clientes (Dimensão: aquisição externa de conhecimento) representa um aumento ainda mais notável no acúmulo de conhecimento organizacional, com um índice de quase 3 unidades. E, por fim, o aprendizado pelas rotinas (Dimensão: aquisição interna de conhecimento) é a prática que mais contribui para o acúmulo de conhecimento, com um índice de 3,492 unidades adicionais.

5. Conclusão

O presente estudo verificou as relações existentes entre o financiamento da inovação (por meio da subvenção econômica concedida pela FUNCAP), a maturidade tecnológica dos projetos financiados e o aprendizado tecnológico das organizações a eles vinculadas, utilizando uma abordagem de pesquisa com natureza descritivo-explicativa e metodologia mista. Os objetivos específicos definidos para responder à questão norteadora foram atendidos utilizando-se técnicas robustas de análise estatística multivariada que mostraram resultados adequados, que em conjunto com o suporte teórico visitado, foram capazes de permitir inferências substanciais.

Houve um esforço em relativizar os dados obtidos acerca da maturidade das tecnologias, de forma a considerar o lapso temporal entre a contratação dos projetos e o período da coleta dos dados, admitindo-se que o desenvolvimento pode ter continuado com uso de recursos de outras fontes, mesmo depois do encerramento do financiamento concedido pela FUNCAP. A medida também foi útil para equalizar a avaliação da maturidade das tecnologias, de forma que projetos que obtiveram maior índice de maturidade e maior intervalo de tempo para desenvolvimento, pudessem ser comparados de forma justa com projetos que obtiveram menor índice e menor tempo.

De forma complementar, devido à forte indicação da literatura de que o conhecimento acumulado pela organização afeta sobremaneira essa relação, buscou-se identificar esta influência, concluindo-se que as práticas de aprendizado, principalmente advindas de fontes externas e secundariamente de origem interna, são as que influenciam positivamente a maturidade tecnológica dos projetos, não sendo possível afirmar que o financiamento recebido afetou o acúmulo desse tipo de aprendizado.

Com relação ao setor público, as implicações gerenciais demonstram que a subvenção econômica, de fato, auxilia as tecnologias a chegarem mais próximo do mercado, já que estas conseguiram um nível de maturidade maior com uso dos recursos subvencionados. Esse esforço poderia ser ainda mais positivo com o incentivo aos projetos em participarem de treinamentos e capacitações externas em temas específicos relacionados com as tecnologias, contratação de consultorias externas, o desenvolvimento de projetos em parceria e a disseminação de conhecimentos obtidos por meio das rotinas internas da organização.

Quanto às contribuições teóricas do estudo, tem-se a verificação de um modelo

relacional com uso de diferentes escalas que a revisão de literatura não demonstrou terem sido conjuntamente aplicadas anteriormente. Os resultados coadunam com parte das perspectivas teóricas abordadas e ressaltam a necessidade de maiores estudos para clarificar relações não consideradas.

Como a escala TRL é relativamente recente e seu uso ainda restrito, recomenda-se a realização de mais pesquisas capazes de verificar sua aplicação e adaptação a diferentes áreas e contextos. A adaptação de seu vocabulário para áreas específicas pode auxiliar na aplicação inicial da escala durante a contratação dos projetos e facilitar a aferição final por avaliador ad hoc.

As limitações enfrentadas pelo estudo referem-se ao tamanho da amostra considerada, face ao universo de sujeitos pesquisados, impedindo o uso de técnicas de análise mais robustas, como as análises sistêmicas, por exemplo. A abordagem dos sujeitos pesquisados com uso da escala TRL em linguagem generalista, apesar de validada por especialistas de três áreas distintas, em geral ainda causa necessidade de esclarecimentos específicos aos respondentes com auxílio de um especialista. A literatura também aponta que a escala TRL desconsidera alguns aspectos importantes que impactam no lançamento comercial da tecnologia, como capacidade produtiva da organização, infraestrutura de produção, competências comerciais e mudanças organizacionais necessárias à absorção do novo produto/serviço na organização, fatores que certamente impactam no sucesso comercial da tecnologia.

Por fim, a amostra estudada evidenciou apenas a evolução da maturidade interna ao nível atual que os respondentes informaram para a tecnologia no momento da coleta dos dados. Assim, a realização de estudos para testar outras opções de adaptação da escala poderia ser esclarecedora, no sentido de captar como se dá a evolução da maturidade das tecnologias financiadas quando há mudança de nível. Estudos futuros também poderiam considerar a verificação de mais relações entre tempo de execução dos projetos e outros fatores como: valor do aporte concedido, distribuição do valor concedido nas rubricas financiadas, recorrência de submissão de projetos de um mesmo proponente, recebimento de financiamento de outras fontes tanto antes como após o aporte concedido pela FUNCAP e participação do proponente em outras iniciativas de apoio ou programas de aceleração tecnológica.

6. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2015) NBR 16290: sistemas espaciais - definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação. Rio de Janeiro: ABNT.
- AUERSWALD, P. E.; BRANSCOMB, L. M. (2003). Valleys of Death and Darwinian Seas: financing the invention to innovation transition in the United States. *Journal of Technology Transfer*, n. 28, p. 227-239.
- BABBIE, E. (2003). *Métodos de Pesquisas de Survey*. Belo Horizonte: UFMG.
- BELL, M.; FIGUEIREDO, P. N. (2012). Innovation Capability Building and Learning Mechanisms in Latecomer Firms: recent empirical contributions and implications for research. *Canadian Journal of Development Studies*, v. 33, n. 1, p. 14-40.
- PAVITT, K. (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, p. 157-210.
- PAVITT, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. In: HAQUE, I. u. *Trade, Technology and International Competitiveness*. Washington: The World Bank.
- BUENO, A.; TORKOMIAN, A. L. V. (2014). Financiamentos à Inovação Tecnológica: reembolsáveis, não-reembolsáveis e incentivos fiscais. *Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 135-158, out./dez.

- CÂMARA, S. F. & BRASIL, A. (2015). A coevolução entre políticas públicas/instituições e o desenvolvimento tecnológico: o caso da Petrobras Biocombustível. *Revista de Administração Pública*, 49(6), 1453- 1478. <https://dx.doi.org/10.1590/0034-7612136192>
- CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. (2006). O financiamento da inovação tecnológica no contexto atual da acumulação financeira. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (org.) *Economía da Inovação Tecnológica*. São Paulo: Hucitec; Ordem dos Economistas do Brasil.
- COHEN, W.M.; LEVINTHAL, D.A. (1990). Absorptive Capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p. 128-152.
- CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. (2014). *Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia*. São Paulo: Atlas.
- COSTA, F. J. (2011). *Mensuração e Desenvolvimento de Escalas: aplicações em Administração*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.
- DOSI, G. (1988). The Nature of Innovative Process. In: DOSI, G. et al. *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers.
- DUTRÈNIT, G. (2000). *Learning and Knowledge Management in the Firm: from knowledge accumulation to strategic capabilities*. Northampton: Edward Elgar.
- EUROPEAN ASSOCIATION OF RESEARCH IN TECHNOLOGY ORGANIZATIONS. (2014) *The TRL Scale as a Research and Innovation Policy Tool*. EARTO Recommendations.
- FIELD, A. (2009). *Descobrimo a Estatística Usando o SPSS*. Porto Alegre: Artmed.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge: The MIT Press, 1997.
- HAIR, J.F. et al. (2009). *Análise Multivariada de Dados*. Porto Alegre: Bookman.
- HONG, J.; FENG, B.; WU, Y.; WANG, L. (2016). Do government grants promote innovation efficiency in China's high-tech industries? *Technovation.*, v. 5, n. 1.
- MAZZUCATO, M. (2014). *O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. São Paulo: Portfolio-Penguin.
- SEMIENIUK, G. (2017). Public Financing of Innovation: New Questions. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 33, n. 1.
- PRIANICHNIKOV, D. (2013). Financing Innovation Companies. *Problems of Economic Transition*, v. 56, n. 6.
- SZCZYGIELSKI, K.; GRABOWSKI, W. PAMUKCU, M. T; TANDOGAN, V. S. (2016). Does Government Support for Private Innovation Matter? Firm-level Evidence From Two Catching-up Countries. *Research Policy*, v. 5, n. 1.
- THE NATIONAL ACADEMIES PRESS. (2016). *Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*. Washington: [s.n.].
- VERGARA, S. C. (2014). *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo: Atlas.

Aspectos clave de la participación electrónica y su evaluación

Raissa Angie Daniela Quintero-Angulo, Esp.
Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Sistemas e Industrial, Colombia
rdquintero@unal.edu.co

Jenny Marcela Sánchez-Torres, PhD
Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Sistemas e Industrial, Colombia
jmsanchezt@unal.edu.co

Diana Marcela Cardona-Román, PhD
Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Sistemas e Industrial, Colombia
dmcardonar@unal.edu.co

Resumen

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones han sido adoptadas en el sector gubernamental como eje para la expansión de la democracia en la sociedad, brindando mejores datos, información y servicios a los ciudadanos, habilitando una mayor interacción de éstos con el gobierno. Parte de la expansión de la democracia consiste en proveer a los ciudadanos los recursos electrónicos necesarios para que puedan informarse, opinar y participar en las discusiones del gobierno, lo que se denomina Participación Electrónica o eParticipación. El estudio de la eParticipación requiere tanto de conocimientos técnicos como de conocimientos políticos, sociales y culturales, por lo que es un área de estudio interdisciplinaria. Desafortunadamente, debido a su naturaleza, la eParticipación ha sido investigada de manera dispersa, fragmentada e independiente desde cada área del conocimiento. En particular, las iniciativas de evaluación de la eParticipación son diseñadas para proyectos específicos haciéndolas difícilmente replicables y generalizables. Es por lo anterior que el presente trabajo busca, por un lado, consolidar las definiciones de los principales conceptos asociados a la eParticipación y, por el otro, identificar y describir los aspectos clave de las iniciativas de evaluación de la eParticipación utilizando para ello una revisión sistemática en la literatura científica. Como resultado, se encontró que la definición de eParticipación tiene implícito un conjunto de elementos que le dan contexto y que para su total comprensión es necesario definirlos y relacionarlos. Adicionalmente, se identificó que no existe una evaluación que se pueda aplicar de manera general a cualquier proyecto de eParticipación. Finalmente, se concluye que la eParticipación es un área que aún requiere de estudio desde las diferentes disciplinas relacionadas, con una visión integral e interdisciplinar en su investigación.

Palabras clave

Participación electrónica, eParticipación, e-Participación, Evaluación, Modelos de madurez

1. Introducción

En las últimas décadas las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se han introducido en los diferentes sectores de la sociedad, incluido el sector gubernamental, donde la principal transformación, consiste en la renovación de los servicios gubernamentales

tradicionales y la expansión de la democracia entre los ciudadanos (Sankowska, 2018). Esta expansión de la democracia consiste en proporcionar los recursos electrónicos para que los ciudadanos puedan opinar, proponer ideas y participar en las discusiones del gobierno (Gascó, 2015), lo cual se conoce como participación electrónica (abreviada como eParticipación o *eParticipation*).

La eParticipación tiene dos componentes fundamentales, el componente “e” que se asocia al uso de las TIC como herramienta de comunicación, y el componente de “Participación” que en este contexto se refiere a la participación ciudadana (Boudjelida, Mellouli, & Lee, 2016; Tambouris et al., 2013; Thiel, 2016; United Nations, 2013).

Aunque la eParticipación requiere de una sólida base técnica, al mismo tiempo requiere el impulso de elementos políticos, culturales y sociales, por lo cual su investigación está vinculada a un amplio conjunto de disciplinas como lo son, la democracia, las ciencias políticas, la comunicación, los sistemas de información y la tecnología, entre otras (Prieto-Martín, De Marcos, & Martínez, 2012). Lo anterior, hace evidente que la eParticipación es un área de carácter interdisciplinario, precisamente por esto su investigación se encuentra dispersa y fragmentada, pues se tienen investigaciones en cada una de las disciplinas pero estas no se combinan, es decir, se hacen las mismas investigaciones una y otra vez (Alarabiat, Sá Soares, & Estevez, 2016; Prieto-Martín et al., 2012).

Con respecto a las iniciativas de evaluación de la eParticipación, no hay una metodología general aplicable a los diferentes proyectos de eParticipación, pues las iniciativas que se han propuesto son diseñadas específicamente para un proyecto, lo cual las hace difíciles de replicar (Balahadia, Fabito, & Fernando, 2016). Por lo tanto, el problema identificado se divide en dos partes, por un lado, los conceptos relacionados con eParticipación se encuentran dispersos en la literatura y, por otro lado, se desconocen los aspectos clave de las iniciativas de evaluación propuestas hasta el momento.

Con base en lo anterior, este artículo contribuye a unificar los conceptos relacionados con la eParticipación dando una definición que cubre la mayor cantidad de los elementos encontrados en la literatura. Adicionalmente, identifica los aspectos clave de las iniciativas de evaluación identificadas en la literatura.

El artículo cuenta con cinco secciones, en la siguiente sección se describe la metodología utilizada. La tercera sección presenta los resultados de la revisión de literatura realizada que incluye conceptos para entender la eParticipación, generalidades y modelos de madurez. La cuarta sección presenta la discusión y el análisis de los resultados. Por último, en la quinta sección se encuentran las conclusiones del trabajo.

2. Metodología

Para realizar la revisión de literatura se siguieron los lineamientos propuestos por Kitchenham et al (2009) que permite de manera sistemática proceder con la planificación, la búsqueda, la lectura de los artículos seleccionados, la extracción de datos y el análisis de los mismos. A continuación, se describe cada una de las etapas de la revisión llevada a cabo.

- Planificación

En la etapa de planificación, se definieron las siguientes preguntas orientadoras: PO1: ¿Cuáles son los principales conceptos asociados a la eParticipación?

PO2: ¿Cuáles son los aspectos clave de las iniciativas de evaluación de la eParticipación encontradas en la literatura?

Como criterio de inclusión se tuvo en cuenta la fecha de publicación del artículo, pues se tuvieron en cuenta aquellos publicados en la última década, es decir el periodo comprendido entre el año 2008 y el 2018.

- Estrategia de búsqueda

Para la etapa de estrategia de búsqueda, se utilizaron las bases de datos *SCOPUS* (Elsevier, 2017) y *Web of Science* (Clarivate Analytics, 2018). La búsqueda se realizó en el mes de febrero del año 2018, usando la siguiente ecuación de búsqueda:

TITLE-ABS-KEY ((e-participation OR eparticipation OR "electronic participation" OR "digital participation") AND (initiativ* OR project* OR plan* OR program* OR outline*) AND (gov*) AND (evaluat* OR assess* OR measur* OR metric) AND (methodolog* OR procedure* OR activit* OR method* OR framework* OR system* OR process* OR model* OR approach* OR proposal* OR survey OR indicator* OR index* OR variable*))

Al realizar la búsqueda se encontraron 204 artículos diferentes. Después de realizar la lectura de primer nivel (título, resumen y palabras clave) se seleccionaron 144 artículos pertinentes, de los cuales se encontraron 129 en texto completo. Después de realizar la lectura de segundo nivel (introducción, títulos de capítulos, figuras, tablas y conclusiones) se seleccionaron 78 artículos. Finalmente, luego de hacer la lectura detallada de los artículos se seleccionaron 45, los cuales fueron analizados para responder las preguntas orientadoras definidas para la revisión de literatura.

- Análisis de datos

En la etapa de análisis de datos, en los 45 artículos seleccionados se identificaron y se listaron todos los conceptos relacionados con eParticipación, de manera que, para construir una definición se tuvieron en cuenta todos los artículos que mencionaban dicho concepto. Adicionalmente, se identificaron todas las iniciativas de evaluación de la eParticipación que se mencionaban y se extrajeron de ellas sus aspectos clave. Lo anterior, con el fin de realizar una síntesis de las iniciativas de evaluación para la eParticipación encontradas en la literatura.

3. Resultados

En esta sección se presentan los resultados de la revisión de literatura realizada, inicialmente se resuelve la primera pregunta orientadora, es decir, se brindan las definiciones de los principales conceptos encontrados. Una vez se tienen claros los conceptos se responde la segunda pregunta orientadora, en otras palabras, se presentan los aspectos claves de las iniciativas de evaluación de la eParticipación identificadas en la literatura.

- Conceptos importantes que permiten entender la eParticipación

Uno de los principales conceptos relacionados con la eParticipación es el de Gobierno Electrónico. El Gobierno Electrónico es el uso de las TIC por parte del gobierno para proveer información y servicios públicos a los ciudadanos, con el fin de tener una gestión gubernamental eficiente, mejorar la prestación de los servicios, lograr el empoderamiento de los ciudadanos, fortalecer la rendición de cuentas y aumentar la transparencia (Curtin, 2007; Millard, Millard, Adams, & Millan, 2012).

Otro de los conceptos asociados con eParticipación es el de Gobierno Abierto. El

Gobierno Abierto es un paradigma o modelo de gobierno que busca mejorar la relación de los gobernantes con los ciudadanos, las entidades privadas y la sociedad en general a través de tres principios: la participación, la transparencia y la colaboración (Ginsberg, 2013; Harrison et al., 2011; O'Reilly, 2010). El principio de participación se entiende como el compromiso de los gobiernos de informar a los ciudadanos, para que éstos tomen parte de los procesos políticos a través de diversos medios (Bertot, McDermott, & Smith, 2011; Gascó, 2015; Ginsberg, 2013; Harrison et al., 2011; Linders & Wilson, 2011). El principio de transparencia se refiere al acceso que deben tener los ciudadanos a los datos e información de las entidades públicas (De Blasio & Selva, 2016; Gascó, 2015; Ginsberg, 2013; Linders & Wilson, 2011). Finalmente, el principio de colaboración se entiende como la creación de espacios de innovación entre las entidades públicas y las empresas privadas, las entidades públicas en sí mismas y la sociedad civil en general, para permitir que los participantes aúnen esfuerzos para la resolución de problemas (De Blasio & Selva, 2016; Gascó, 2015; Ginsberg, 2013; Linders & Wilson, 2011).

Adicionalmente, se encontró el concepto de participación ciudadana, el cual se refiere a cualquier acción voluntaria de los ciudadanos que influya en la gestión gubernamental o en la toma de decisiones públicas (Colombo, 2010; Loukis, 2014). La participación ciudadana se ha convertido en un tema recurrente en el debate político, debido al sentimiento de desconfianza generalizado hacia las instituciones gubernamentales y sus procesos (Inostroza Oyarzún, 2015; Van Veenstra, Janssen, & Boon, 2011). En la última década, debido a los avances de las TIC y a la necesidad de involucrar más a los ciudadanos, se han modificado las formas tradicionales de participación incorporando el componente electrónico a la participación ciudadana y, de esta manera a comienzos del siglo XXI ha surgido la eParticipación (Fedotova, Teixeira, & Alvelos, 2012).

Como respuesta a la PO1 se identificaron tres conceptos principales (Gobierno Electrónico, Gobierno Abierto y Participación Ciudadana) relacionados con la eParticipación los cuales fueron definidos en los párrafos anteriores.

- Generalidades de la eParticipación

La eParticipación es una dimensión del Gobierno Electrónico que está asociada a los beneficios que brindan las TIC en la relación del gobierno con los ciudadanos y viceversa (European Parliament, 2016). También está inmersa como parte del principio de participación del Gobierno Abierto, puesto que este principio tiene en cuenta la participación tanto por canales presenciales como por canales digitales (Alomari, 2016; Zheng, 2017; Zheng & Schachter, 2016).

La eParticipación no significa solamente la digitalización de los procesos de planificación y toma de decisiones existentes, si bien, no desconoce los procesos tradicionales de participación, la eParticipación también aprovecha las TIC para desarrollar nuevos procesos y establecer una nueva cultura administrativa y de toma de decisiones (Karamagioli & Koulolias, 2008). Ahora bien, no quiere decir que los proyectos de eParticipación deban considerar únicamente canales digitales, de hecho, se ha evidenciado que los proyectos que contemplan canales mixtos, es decir, canales electrónicos y canales presenciales, tienen un mayor alcance (Boudjelida, Mellouli, & Lee, 2016; Tambouris et al., 2013; Thiel, 2016; United Nations, 2013).

En este sentido, la eParticipación tiene cuatro objetivos fundamentales: usar las TIC para apoyar la participación de los ciudadanos y así tener un mayor alcance; dar acceso a información comprensible para todo el público objetivo de tal manera que se pueda asegurar que los ciudadanos participen informados; apoyar la deliberación para obtener una

contribución profunda de los ciudadanos y, finalmente, hacer que la información (no estructurada) proporcionada por los ciudadanos sea más efectiva a través de mecanismos de análisis de datos (Abu-shanab, 2013; Abu- Shanab & Al-Dalou', 2016; Bataineh & Abu-Shanab, 2016).

- Modelos de madurez de la eParticipación

A través del tiempo se han propuesto diferentes modelos de madurez para la eParticipation. El modelo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 2001 plantea tres categorías: información, consulta y participación activa (European Parliament, 2016; Fedotova et al., 2012). El modelo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2005 propuso tres categorías para la eParticipación: e-información, e-consulta y e-decisión (Inostroza Oyarzún, 2015). En el 2007, la Asociación Internacional para la Participación Pública (AIPP) propuso adoptar la clasificación propuesta por la OCDE para la participación ciudadana y extendió el alcance de la categoría de participación activa, dividiéndolo en tres categorías más: involucrar, colaborar y empoderar (Fedotova et al., 2012). Finalmente, el modelo con mayor acuerdo según Fedotova et al. (2012) es el propuesto por Tambouris, el cual agrega la parte electrónica a la propuesta de la AIPP y cuenta con las categorías de e-información, e-consulta, e-involucramiento, e-colaboración y e-empoderamiento.

En la categoría de e-información se tiene un canal unidireccional que le brinda a los ciudadanos información sobre políticas públicas y demás información relevante. (Abu-shanab, 2013; Bataineh & Abu-Shanab, 2016; Waseem, Ahmed Shaikh, & ur Rehman, 2016). En la categoría de e-consulta se tiene un canal bidireccional limitado que le permite a las partes interesadas y a los ciudadanos

brindar sus puntos de vista sobre algunos temas escogidos por el gobierno (Abu-shanab, 2013; Bataineh & Abu-Shanab, 2016; Waseem et al., 2016). En la categoría de e-involucramiento, el gobierno trabaja a través de medios digitales con los ciudadanos para asegurar que sus opiniones, necesidades o preocupaciones sean tenidos en cuenta y tomados en consideración (Abu-shanab, 2013; Bataineh & Abu-Shanab, 2016). En la categoría de e-colaboración se cuenta con un canal bidireccional que permite la plena participación de los ciudadanos y el gobierno. En esta categoría los ciudadanos participan activamente tanto proponiendo alternativas, como generando y desarrollando soluciones. (Abu-shanab, 2013; Bataineh & Abu-Shanab, 2016). Finalmente, en la categoría de e-empoderamiento los ciudadanos son los responsables de tomar la decisión final que el gobierno debe implementar (Abu-shanab, 2013; Bataineh & Abu-Shanab, 2016).

En consecuencia, los anteriores modelos de madurez refieren una diversidad de formas para establecer las categorías de la eParticipación en entidades gubernamentales. Si bien existe un modelo mucho más aceptado que otros, estos modelos de madurez no establecen claramente la forma en la cual se debe realizar la medición de cada categoría. Es decir, los modelos de madurez definen el qué medir, pero no el cómo medirlo, lo que originó la indagación acerca de las iniciativas para evaluar la eParticipación.

- Iniciativas de Evaluación de eParticipación

Para conocer el avance de la eParticipación es necesario realizar mediciones que permitan controlar su avance, pues como lo afirma Gonzáles (2006) "el proceso de medición, análisis y mejora es muy importante, dado que lo que no se mide no se puede mejorar" (p. 40). En la literatura se identificaron seis iniciativas diferentes para evaluar la eParticipación. En la

Tabla 1 se encuentra una síntesis de lo propuesto por cada una de estas iniciativas de evaluación.

Tabla 1. Síntesis de las iniciativas de evaluación de eParticipación

#	Iniciativa de evaluación	Aspectos claves de la iniciativa de evaluación	Forma de evaluación
1	Índice de participación - ONU	Estudia tres niveles de eParticipación propuestos por la ONU en el 2005 (e-información, e-consulta y e-decisión).	La evaluación se realiza por medio de una encuesta. Es una evaluación comparativa de las herramientas implementadas por los diferentes gobiernos.
2	Marco de evaluación de proyectos de eParticipación – Tambouris	Analiza tres aspectos de la eParticipación (áreas, herramientas y tecnologías). Su objetivo es identificar las áreas más desarrolladas, junto con las herramientas y tecnologías más utilizadas.	Propone una plantilla que ayuda a documentar cada uno de los aspectos, lo cual ayuda a identificar las áreas, herramientas y tecnologías más usadas.
3	Marco de evaluación propuesto por Macintosh & Whyte	Distingue tres perspectivas de la eParticipación (democrática, proyecto y sociotécnica).	Presenta las variables que se deben tener en cuenta en cada perspectiva y menciona las herramientas que pueden ayudar al análisis de cada variable.
4	Marco para evaluar pilotos de eParticipación en los procesos de	Propone tres perspectivas de análisis (sistema, proceso y resultados).	Presenta criterios que se deben tener en cuenta en cada perspectiva propuesta. Los criterios son enfocados al desarrollo legislativo de los parlamentos.
#	Iniciativa de evaluación	Aspectos claves de la iniciativa de evaluación	Forma de evaluación
	desarrollo legislativo de los parlamentos - Loukis		
5	METEP	Evalúa tres dimensiones de la eParticipación (política, social y técnica).	El objetivo es analizar el progreso de los países, a través de un cuestionario de autoevaluación que diligencian funcionarios públicos.
6	MOMENTUM	Examina cuatro perspectivas de la eParticipación (herramientas y tecnologías, procesos, temas discutidos y políticas). Se centra en las características de un conjunto específico de proyectos de eParticipación de la Unión Europea	Propone realizar un cuestionario a los usuarios finales y otro a los expertos en eParticipación que hayan estado involucrados en el proyecto de eParticipación.

Fuente: Elaboración propia con base en Curtin, (2007); Ergazakis et al., (2014); Panopoulou et al., (2010), (2014); L Vidiasova, Kachurina, Ivanov, & Smith, (2016).

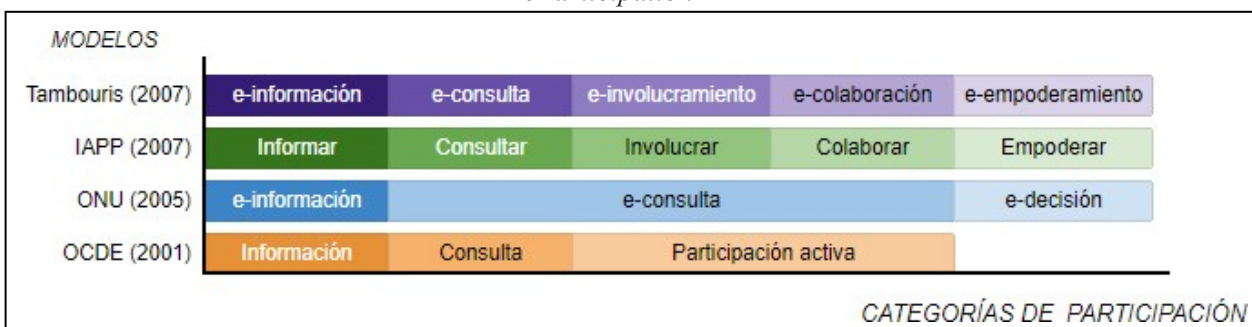
Como respuesta a la PO2, los aspectos claves de cada una de las iniciativas de evaluación de la eParticipación identificadas en la literatura y referenciados en la Tabla 1 permiten tener un panorama sobre el avance que se ha tenido con las iniciativas de evaluación. Se puede observar que no existe un consenso sobre las categorías que se deben evaluar, pues cada una de estas iniciativas propone un conjunto diferente de categorías de evaluación, lo cual es lógico puesto que cada iniciativa se ha propuesto para un proyecto de eParticipación en particular.

4. Discusión y análisis

Debido a los diversos modelos de madurez de la eParticipación encontrados en la

literatura se expone en la Figura 1 una comparación de éstos y de cada una de las categorías que los integran.

Figura 1. Comparación de las categorías de los modelos de madurez de la eParticipation



Fuente: Elaboración propia con base en Abu-Shanab & Al-Dalou', (2016); Fedotova et al., (2012).

Una las razones identificadas para que el modelo propuesto por Tambouris sea el esquema de clasificación más usado de la eParticipación es que abarca de manera integral distintos aspectos de la eParticipación y porque da cumplimiento a sus cuatro objetivos fundamentales. Como se indicó anteriormente, el modelo de Tambouris, en cada categoría, se apoya en las TIC; en la categoría de e-información y e-consulta permite el acceso a información; en las categorías de e- involucramiento, e-colaboración y e-empoderamiento permite que se cumpla con el apoyo en la deliberación profunda por parte de la ciudadanía, utilizando mecanismos de análisis de datos para hacer que la información (no estructurada) proporcionada por los ciudadanos sea más efectiva (Abu-shanab, 2013; Abu-Shanab & Al-Dalou', 2016; Bataineh & Abu-Shanab, 2016; Fedotova et al., 2012; Lyudmila Vidasova, 2016).

Por otro lado, las iniciativas de evaluación de eParticipación son difíciles de encontrar, puesto que el trabajo en este campo es limitado, a pesar de que los gobiernos y la academia reconocen la importancia de las evaluaciones en el área (Balahadia et al., 2016; Macintosh & Whyte, 2008). Las iniciativas de evaluación que se encuentran son diseñadas específicamente para un proyecto, lo que hace que sean difíciles de replicar (Balahadia et al., 2016). Además, aún no se cuenta con un marco o modelo de evaluación completo (Karamagioli & Koulolias, 2008; Loukis, 2014; Macintosh & Whyte, 2008; Lyudmila Vidasova, 2016), puesto que las evaluaciones propuestas se enfocan en ver solo si hay una herramienta de eParticipación disponible en algún sitio web, pero no analizan si realmente se está utilizando (Macintosh & Whyte, 2008; Lyudmila Vidasova, 2016).

Además, aunque la evaluación de los proyectos de eParticipación debería ser obligatoria, y más en los proyectos gubernamentales que se financian con fondos públicos, lo cierto es que en la práctica muy pocos proyectos de eParticipación contemplan la evaluación (Pérez-Espés et al., 2013; Pérez- Espés, Wimmer, & Moreno-Jimenez, 2014). Asimismo, existe un gran desequilibrio entre la cantidad de tiempo, dinero y energía que los gobiernos invierten en la implementación de los proyectos de eParticipación, con respecto a la menor atención que le prestan a la evaluación de la efectividad de tales esfuerzos (Macintosh & Whyte, 2008).

Igualmente, como se dijo anteriormente, el proceso de medición es fundamental puesto

que lo que no se mide no se puede mejorar. Así que no contar con un marco de evaluación general para la eParticipación disminuye las oportunidades de renovación y reforma en el sector gubernamental.

5. Conclusiones

Con la presente revisión sistemática de literatura se estableció una definición de eParticipación que abarca la mayoría de los elementos propuestos por los autores, describiendo también los modelos de madurez y las iniciativas de evaluación. Adicionalmente, se presentaron algunos conceptos como Gobierno Electrónico, Gobierno Abierto, Participación Ciudadana y su relación con la eParticipación, lo que permitió entender el contexto completo.

También se identificó que existe una relación directa entre las categorías de los diferentes modelos de madurez propuestos para la eParticipación. A partir de allí, se determinó que el modelo de madurez propuesto por Tambouris es el modelo más usado y acordado dentro de la literatura, el cual cuenta con las categorías de e-información, e-consulta, e-involucramiento, e-colaboración y e-empoderamiento.

En relación con las iniciativas de evaluación de eParticipación, no se encontró consenso entre los autores pues cada evaluación propuesta plantea un conjunto diferente de perspectivas o dimensiones. Esto debido a que cada iniciativa de evaluación es diseñada para un proyecto en particular. Por lo anterior, las evaluaciones son difícilmente replicables, generalizables y adaptables a otros contextos o proyectos de eParticipación.

Con lo anterior, se evidencia la necesidad de establecer un marco de evaluación que pueda ser aplicable a cualquier proyecto de eParticipación. Esto es importante pues, con la aplicación de una evaluación y el análisis de los resultados se pueden ajustar o mejorar los elementos asociados a las iniciativas de eParticipación y así se permite que más ciudadanos estén involucrados y hagan parte de la toma de decisiones gubernamentales.

Adicionalmente, aunque no existe un consenso entre los autores sobre las perspectivas o dimensiones que se deben evaluar, si se puede concluir que las iniciativas de evaluación identificadas en la literatura rectifican el carácter interdisciplinario de la eParticipación. Esto debido a que todas las iniciativas de evaluación identificadas confirman la importancia de evaluar además de los aspectos técnicos, otros aspectos relacionados con, la democracia, la sociedad, la política, el proceso de participación, los resultados y los temas de participación, entre otros.

Finalmente, se evidencia que la eParticipación requiere de la investigación interdisciplinaria que apoye su evolución, pero para esto, es necesario mantener una visión integral desde las áreas del conocimiento que la componen, para así avanzar efectivamente y no realizar investigaciones independientes del mismo tema reiterativamente.

6. Referencias

- Abu-shanab, E. (2013). E-Participation levels and Technologies. *The 6th International Conference on Information Technology*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/10361146.2013.846296>
- Abu-Shanab, E., & Al-Dalou', R. (2016). An Empirical Study of E-Participation Levels in Jordan. *International Journal of Information Systems and Social Change*, 7(1), 63–79. <https://doi.org/10.4018/IJISSC.2016010104>
- Alarabiat, A., Sá Soares, D., & Estevez, E. (2016). Electronic participation with a special reference to social media - A literature review. *8th IFIP WG 8.5 EPart 2016*. Department of Information Systems, Portugal. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45074-2_4

- Alomari, M. K. (2016). Digital divide impact on e-voting adoption in middle eastern country. In *11th ICITST 2016* (pp. 409–412). Department of Accounting and Information Systems, Qatar. <https://doi.org/10.1109/ICITST.2016.7856741>
- Balahadia, F. F., Fabito, B. S., & Fernando, M. C. G. (2016). E-Participation: Incident Mapping Portal for Local Government Units. In *8th HNICEM 2015*. National University, Philippines.. <https://doi.org/10.1109/HNICEM.2015.7393183>
- Bataineh, L., & Abu-Shanab, E. (2016). How perceptions of E-participation levels influence the intention to use E-government websites. *Transforming Government: People, Process and Policy*, *10*(2), 315–334. <https://doi.org/10.1108/TG-12-2015-0058>
- Bertot, J. C., McDermott, P., & Smith, T. (2011). Measurement of open government: Metrics and process. In *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 2491–2499). <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.658>
- Boudjelida, A., Mellouli, S., & Lee, J. (2016). Electronic citizens participation: Systematic review. *9th ICEGOV 2016* (Vol. 01–03–Marc, pp. 31–39). Department of Information Systems, Canada. <https://doi.org/10.1145/2910019.2910097>
- Chen, J., & Shen, L. (2009). E-government service value assessment with participation index and modified BSC model. In *2009 2nd KAM 2009* (Vol. 1, pp. 182–185). School of Business Administration, China. <https://doi.org/10.1109/KAM.2009.129>
- Clarivate Analytics. (2018). Web of Science - Trust the difference. Retrieved from <https://clarivate.com/products/web-of-science/>
- Colombo, C. (2010). *e-Participation Experiences and Local Government in Catalonia An Explanatory Analysis. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 6229 LNCS). Lausanne. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15158-3_7
- Curtin, G. (2007). Global E-Government and E-Participation Models, Measurement and Methodology: Issues and Challenges, (July 2006).
- De Blasio, E., & Selva, D. (2016). Why Choose Open Government? Motivations for the Adoption of Open Government Policies in Four European Countries. *Policy and Internet*, *8*(3), 225– 247. <https://doi.org/10.1002/poi3.118>
- Elsevier. (2017). Content - Scopus - Solutions | Elsevier. Retrieved May 4, 2017, from <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/content>
- Ergazakis, K., Askounis, D., Kokkinakos, P., & Tsitsanis, A. (2012). An integrated Methodology for the evaluation of ePetitions. *Empowering Open and Collaborative Governance: Technologies and Methods for Online Citizen Engagement in Public Policy Making*, 9783642272, 1–296. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-27219-6>
- European Parliament. (2016). *Potential and Challenges of E-Participation in the European Union* (Vol. 1). <https://doi.org/10.2861/115760>
- Fedotova, O., Teixeira, L., & Alvelos, H. (2012). E-participation in Portugal: evaluation of government electronic platforms. *Procedia Technology*, *5*, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.09.017>
- Gascó, M. (2015). Special Issue on Open Government: An Introduction. *Social Science Computer Review*, *33*(5), 535–539. <https://doi.org/10.1177/0894439314560676>
- Ginsberg, W. R. (2013). The Obama Administration’s open government initiative: Issues for congress. In *Government Transparency and Secrecy: Measures, Access, and Policies* (pp. 85– 129).
- González, J. A. R. (2006). De la estructura por funciones al enfoque basado en procesos ya la visión sistémica de la organización. *Revista Ciencias Estratégicas*, *14*(15), 33–42.
- Harrison, T. M., Guerrero, S., Burke, G. B., Cook, M., Cresswell, A., Helbig, N., ... Pardo, T. (2011). Open government and e-government: Democratic challenges from a public value perspective. In *ACM* (Vol. 17, pp. 245–253). <https://doi.org/10.1145/2037556.2037597>
- He, G., Boas, I., Mol, A. P. J., & Lu, Y. (2017). E-participation for environmental sustainability in transitional urban China. *Sustainability Science*, *12*(2), 187–202. <https://doi.org/10.1007/s11625-016-0403-3>
- Inostroza Oyarzún, N. (2015). Índice de Participación Electrónica Municipal : Gobierno Electrónico. *Revista Búsqedas Políticas*, *4*, 113–135.
- Karamagioli, E., & Koulolias, V. (2008). Challenges and barriers in implementing e-participation tools. One year of experience from implementing Gov2demoss in 64 municipalities in Spain. *International Journal of Electronic Governance*, *1*(4), 434–451. <https://doi.org/10.1504/IJEG.2008.022070>
- Karemera, C., Baguma, J., & Mukamuhinda, O. (2016). The power of ICT towards effective decision making on public resources allocation: Case of rural areas of Uganda. *Ist DTGS*

2016. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49700-6_26
- Kiaei, M., & Daneshfard, K. (2016). Mechanisms to facilitate citizen participation in public policy making. *INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN RIGHTS AND CONSTITUTIONAL STUDIES*, 4(4), 295–312. <https://doi.org/10.1504/IJHRCS.2016.10001927>
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review. *Information and Software Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>
- Linders, D., & Wilson, S. C. (2011). What is open government? One year after the directive. In *ACM* (pp. 262–271). <https://doi.org/10.1145/2037556.2037599>
- Lindner, R., Aichholzer, G., & Hennen, L. (2016). *Electronic democracy in Europe: Prospects and challenges of E-Publics*. Germany. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27419-5>
- Loukis, E. (2014). Evaluating eparticipation projects and lessons learnt. In *Empowering Open and Collaborative Governance: Technologies and Methods for Online Citizen Engagement in Public Policy Making* (Vol. 9783642272, pp. 95–115). Department of Information and Communication Systems Engineering, Greece. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27219-6_6
- Macintosh, A., & Whyte, A. (2008). Towards an evaluation framework for eParticipation. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 2(1), 16–30. <https://doi.org/10.1108/17506160810862928>
- Millard, P., Millard, K., Adams, C., & Millan, S. M. (2012). Transforming government through eparticipation: Challenges for eDemocracy. In *12th ECEG 2012* (pp. 438–446). IT and Political Systems Group (ITAPS), University of Portsmouth, Portsmouth, United Kingdom.
- O'Reilly, T. (2010). Open Government. In D. Lathrop & R. Laurel (Eds.), *Open Government- Transparency, Collaboration, and Participation in Practice* (pp. 315–324).
- Ochara, N. M., & Mawela, T. (2015). Enabling Social Sustainability of E-Participation through Mobile Technology. *Information Technology for Development*, 21(2), 205–228. <https://doi.org/10.1080/02681102.2013.833888>
- Panopoulou, E., Tambouris, E., & Tarabanis, K. (2010). EParticipation initiatives in Europe: Learning from practitioners. *2nd IFIP WG 8.5 EPart 2010*. Lausanne. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15158-3_5
- Panopoulou, E., Tambouris, E., & Tarabanis, K. (2014). Success factors in designing eParticipation initiatives. *Information and Organization*, 24(4), 195–213. <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2014.08.001>
- Pérez-Espés, C., Jiménez, J. M. M., & Wimmer, M. A. (2013). Evaluating the efficacy of e-participation experiences. In *Joint 12th IFIP EGOV 2013 and 5th IFIP ePart 2013* (Vol. P- 221, pp. 250–257).
- Pérez-Espés, C., Wimmer, M. A., & Moreno-Jimenez, J. M. (2014). A framework for evaluating the impact of e-participation experiences. *Joint Workshop on Electronic Government and Electronic Participation, IFIP EGOV 2014 and EPart 2014*. University of Zaragoza, Gran Via 2, Zaragoza, Spain: IOS Press. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-429-9-20>
- Prieto-Martín, P., De Marcos, L., & Martínez, J. J. (2012). The e-(R)evolution will not be funded: An interdisciplinary and critical analysis of the developments and troubles of EU-funded eParticipation. In *Empowering Open and Collaborative Governance: Technologies and Methods for Online Citizen Engagement in Public Policy Making* (Vol. 9783642272, pp. 241– 262). https://doi.org/10.1007/978-3-642-27219-6_13
- Sankowska, P. (2018). Smart Government : An European Approach toward Building Sustainable and Secure Cities of Tomorrow, (December 2018). <https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i7.2517>
- Tambouris, E., Smith, S., Macintosh, A., Panopoulou, E., Dalakiouridou, E., Tarabanis, K., & Millard, J. (2013). eParticipation in Europe: Current state and practical recommendations. In *E-Government Success around the World: Cases, Empirical Studies, and Practical Recommendations* (Vol. 1, pp. 341–357). University of Macedonia, Greece: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-4173-0.ch017>
- Thiel, S.-K. (2016). A review of introducing game elements to e-participation. In E. N. & P. P. (Eds.), *6th CeDEM 2016* (pp. 3–9). Innovation Systems, AIT Austrian Institute of Technology, Vienna, Austria. <https://doi.org/10.1109/CeDEM.2016.14>
- United Nations. (2013). Measuring and Evaluating e-Participation (METEP): Assessment of Readiness at the Country Level, 1–24.
- Van Veenstra, A. F., Janssen, M., & Boon, A. (2011). Measure to improve: A study of eParticipation in frontrunner Dutch municipalities. *3rd IFIP WG 8.5 EPart 2011, 6847 LNCS*, 157–168. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23333-3_14
- Vidiasova, L. (2016). The Applicability of International Techniques for E-Participation Assessment in the Russian

- Context, 674, 145–153.
- Vidiasova, L., Kachurina, P., Ivanov, S., & Smith, G. (2016). E-participation Tools in Science and Business Sphere Implementation: The Case of XPIR-Platform for Participation in Education Policy. In *5th YSC 2016* (Vol. 101, pp. 398–406). <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.11.046>
- Waseem, A. A., Ahmed Shaikh, Z., & ur Rehman, A. (2016). A toolkit for prototype implementation of e-governance service system readiness assessment framework. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39399-5_25
- Zheng, Y. (2017). Explaining Citizens' E-Participation Usage: Functionality of E-Participation Applications. *Administration and Society*, 49(3), 423–442. <https://doi.org/10.1177/0095399715593313>
- Zheng, Y., & Schachter, H. L. (2016). Explaining Citizens' E-Participation Use: the Role of Perceived Advantages. *Public Organization Review*. <https://doi.org/10.1007/s11115-016-0346-2>

Construcción participativa de políticas de CTI transformativas. Caso Medellín, Colombia.

Karen Cristina Hormecheas Tapia

Estudiante Maestría Ingeniería Administrativa, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería de la Organización, Colombia
kchormecheat@unal.edu.co

María Luisa Villalba Morales

Docente, Universidad Católica de Oriente, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Colombia
mwillalba@uco.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Docente, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería de la Organización, Colombia
wlruizca@unal.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Docente, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería de la Organización, Colombia
jrobledov@unal.edu.co

Resumen

El presente trabajo analiza un caso de participación de diferentes actores en un proceso de diálogo, llevado a cabo para redefinir el papel de las Instituciones de Educación Superior en el diseño de políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación de Marco 3. Estas políticas están orientadas a generar transformaciones en los sistemas socio-técnicos, con una direccionalidad que reconozca la importancia de las dimensiones económica, social y ambiental en la sostenibilidad de los entornos en los que actúan los policy makers. El caso se aborda desde el análisis del diálogo, donde se reconoce: 1) el contexto en el que se ejecutó; 2) el proceso de diálogo, el cual incluye el propósito, la identificación de los principales actores, la metodología empleada, los retos y los resultados; y 3) las lecciones aprendidas. Se encontró que el diálogo no se da de forma natural y es necesaria una moderación, buscando superar tanto los limitantes generados por los diferentes intereses de cada actor, como los niveles dispares en cuanto al manejo de los conceptos utilizados, las diferentes expectativas y la desconfianza de que los resultados del proceso sean considerados en el diseño de las políticas. Finalmente, se concluye que la política de Ciencia, Tecnología e Innovación debe cambiar con respecto al papel de las Instituciones de Educación Superior, de forma que estas asuman otras funciones que les permitan ser un actor que contribuya a transformar el entorno del que hacen parte.

Palabras clave

Innovación transformativa, política CTI, Colombia, procesos participativos, diálogo.

1. Introducción

A nivel global se ha identificado la importancia de atender un conjunto de desafíos sociales y ambientales persistentes, que van desde los altos niveles de desigualdad, el cambio climático y demás retos que se agrupan en los denominados Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015); para lo cual se ha hecho el llamado para que la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) sean un mecanismo para dar solución a estos problemas, dada su funcionalidad como herramienta clave que posibilita la generación, uso y difusión de

conocimiento que puede lograr impactar dimensiones económicas, ambientales y sociales (Andersen & Johnson, 2015; Chataway et al., 2017; Giovannini, Niestroy, Nilsson, Roure, & Spanos, 2015; Lundvall, 1992; Schot & Steinmueller, 2018). Por otra parte, la CTI también ha contribuido a la generación de externalidades negativas a nivel global, por lo cual debe ser partícipe de la solución de estos problemas (Schot & Steinmueller, 2018). Lo anterior representa un reto para la política de CTI, que funciona bajo paradigmas que se centran en impulsar el crecimiento económico, la competitividad y, en términos generales, se rigen por la lógica del mercado (Karo & Lember, 2016), que difícilmente va a permitir la transición de los sistemas socio-técnicos hacia la sostenibilidad (Chataway et al., 2017; Schot & Steinmueller, 2018).

La política de CTI para alcanzar la agenda 2030, requiere movilizar una variedad de actores, entre los que se encuentra los ciudadanos, empresas, academia, responsables de políticas y partes interesadas, a través de procesos participativos que posibiliten la transición al desarrollo sostenible (Giovannini et al., 2015). El diálogo entre esta diversidad de actores es un reto que se ha abordado desde mucho antes, bajo el enfoque de los sistemas de innovación y políticas de CTI que buscan dar respuesta a las fallas sistémicas, que se caracterizan porque los actores de los sistemas nacionales, regionales, sectoriales y/o tecnológicos, no cooperan o tienen vínculos débiles que dificultan el aprendizaje y aumento de sus capacidades para generar innovación (Weber & Rohracher, 2012). A partir de lo anterior, se puede decir que, aunque ya se ha reconocido la importancia del diálogo de los actores de los sistemas de innovación para la formulación de políticas de CTI (OECD, 2011), falta mayor claridad respecto al rol de los actores en estos procesos (Dutrénit, Natera, Anyul, Vera-Cruz, & Torres, 2018) y su importancia para construir políticas direccionadas a cumplir los desafíos expresados en los ODS.

El objetivo de este trabajo es explorar la participación de la academia, la empresa, el Estado y la sociedad civil, en un diálogo de actores para la construcción de políticas de CTI con enfoque transformativo. A continuación, en la Sección 2, se presentan los diferentes marcos de política de CTI, centrando la atención en las políticas de Marco 3, o políticas transformativas. La Sección 3 aborda algunos antecedentes de procesos participativos para la construcción de políticas de CTI. Luego, en la Sección 4, se presenta la metodología llevada a cabo. En la Sección 5 se presenta el caso de estudio que se ha denominado “Factoría” y, finalmente, se enuncian las conclusiones y aportes del trabajo.

2. Políticas de CTI con enfoque transformativo

Las dinámicas económicas han puesto en evidencia la presencia de fallas que dificultan el crecimiento económico y la competitividad de los países, a lo cual las políticas de CTI han tratado de dar respuesta desde distintos tipos de enfoques o marcos de política, que se encuentran relacionados con los modos de innovación que Jensen, Johnson, Lorenz y Lundvall (2007), presentan como el modo Ciencia, Tecnología e Innovación (STI, del inglés Science, Technology and Innovation), el modo aprendizaje por el Hacer, Usar e Interactuar (DUI, del inglés Doing, Using and Interacting) y la combinación de ellos. Las políticas de Marco 1 van de la mano con el modo *STI* y tienen como propósito contribuir al crecimiento económico mediante la financiación de la I+D, teniendo en cuenta que los resultados de esta son considerados impredecibles y a largo plazo (Schot & Steinmueller, 2018; Weber & Rohracher, 2012). El Marco 1 se basa en el modelo lineal de innovación, que coloca al descubrimiento

científico como elemento indispensable para innovar (Rothwell, 1992); además, agrupa políticas de carácter top-down y pensadas para actores formales de CTI, que cuentan con algún tipo de capacidad o potencial innovador. Se argumenta que las políticas de este tipo generan externalidades positivas en la sociedad, lo cual justifica la financiación del sector público (Schot & Steinmueller, 2018).

El Marco 2 se relaciona con el modo de innovación *DUI*; las políticas con este enfoque buscan dar respuesta a fallas de interacción entre los diversos actores que participan en el proceso de innovación (Weber & Rohracher, 2012). Los fundamentos teóricos de este tipo de política están en los trabajos de Freeman (1982, 1987), Lundvall (1985) y Nelson y Winter (1982), quienes abordan el estudio de los sistemas nacionales de innovación y ponen en evidencia que no todos los países tienen la misma capacidad de generar innovación, puesto que la innovación no depende únicamente de las capacidades de las empresas, sino de las relaciones de un conjunto de agentes heterogéneos, entre los que se encuentran, además de las empresas, la academia, el sector público, los intermediarios y otros agentes que generan, difunden y usan conocimiento y tecnología, y aprenden durante todo el proceso. Para Schot y Steinmueller (2018), en el enfoque de los sistemas de innovación, la política busca propiciar que se generen redes y relacionamiento entre los diferentes actores, que posibiliten aprendizaje colectivo, así como la capacidad de absorción para aumentar las innovaciones.

Por otra parte, los desafíos globales han impulsado la emergencia de un nuevo marco de política de CTI, denominado Política de Innovación Transformativa, cuyo objetivo es direccionar la transición al desarrollo sostenible. Tiene su fundamento en que los Marcos 1 y 2 se rigen por sistemas socio-técnicos insostenibles que están asociados a modelos de innovación que generan externalidades negativas, en aspectos sociales (desigualdad y pobreza) y ambientales (cambio climático), que deben replantearse (Steward, 2012). Schot y Steinmueller (2018) mencionan que las políticas de Marco 3 implican un cambio de direccionalidad de los sistemas socio-técnicos y mayor participación, experimentación e inclusión de diversos actores tradicionalmente excluidos. También se reconoce que, a largo plazo, este enfoque puede cambiar la direccionalidad de los sistemas de innovación y de la inversión en I+D, pero se requerirá definir nuevas relaciones entre el Estado, el mercado y la sociedad civil, que permitan establecer un nuevo orden global.

3. Procesos participativos para la construcción de la política de CTI

El diálogo es reconocido como un elemento importante en la construcción de políticas de CTI, como lo ratifican los hallazgos de la Unión Europea y la OCDE, donde participan varios países que comparten sus experiencias y propician aprendizajes colectivos (OECD, 2011). Además, se relaciona con la función del Estado de incluir a la sociedad en estos procesos, dado que permite generar apropiación social del conocimiento y que la política dé respuesta a sus necesidades (Navarrete & Mendoza, 2017).

El conocimiento sobre los diálogos para la construcción de política pública de CTI aún es limitado, teniendo en cuenta que en estos procesos participan representantes de comunidades, que pueden ser de la academia, Estado, empresa y sociedad civil; quienes tienen capacidades y roles diferentes durante el proceso de diálogo, lo que puede provocar que se generen conflictos, principalmente porque los actores se caracterizan por mantener una posición de defensa de los intereses que representan (Dutrénit et al., 2018). Esto se relaciona con lo que mencionan Álvarez, Juan y Torrecillas (2018), respecto a que los diálogos son un

espacio innovador en el que se encuentran diversos actores de los sistemas de innovación, que aprenden de estos procesos y pueden transformar su posición inicialmente dominante, luego de la interacción con los demás participantes del diálogo; pero aún falta mayor claridad respecto al rol de los actores en los procesos para la construcción de políticas de CTI. El proceso de diálogo implica evaluar otros aspectos; además de los actores y sus interacciones, se estudia el contexto, las relaciones de poder entre los actores, el alcance, aspectos geográficos e impactos (Álvarez, Barletta, Suarez, & Yoguel, 2016).

Dutrénit et al (2018) proponen tres dimensiones de análisis de los diálogos, que son objeto, espacio y temporalidad del diálogo, las cuales guardan relación con las dimensiones analíticas propuestas por Álvarez et al (2016), que incluyen el origen, temporalidad, alcance, balance entre actores, organización y resultados. Estas dimensiones ayudan a comprender estos procesos, que presentan retos relacionados con los actores que participan en los diálogos, que en algunas ocasiones consideran que sus aportes no son valorados o clasificados como importantes por los encargados de la formulación de políticas, lo cual hace que no se presente entusiasmo por los resultados que se buscan. Esto también se debe a que no existen en algunos países, mecanismos formales e institucionales que permitan que estos procesos alimenten la formulación de políticas, es decir, que se quedan en procesos de base, sin impactar todo el sistema (Kudo, Yoshizawa, & Kano, 2018).

Lo anterior, guarda relación con el hecho que los procesos de formulación siguen siendo responsabilidad de personas expertas en políticas y bajo dinámicas top-down, donde organismos multilaterales como el BID, Banco Mundial, UNESCO, OCDE, entre otras, que financian procesos de CTI por medio de créditos, generan una serie de instrumentos que se aplican en las políticas, los cuales fueron diseñados para economías en desarrollo y que presentan asimetrías respecto a la capacidades y estructura científico-tecnológica de los países latinoamericanos (Loray, 2017). Se toma el riesgo que espacios gestados por los organismos multilaterales como la Red Latinoamericana Permanente de Diálogo de Políticas de CTI, responda a modelos extranjeros que impulsan políticas de CTI que son netamente para promover el crecimiento económico (OECD, 2011) y a su vez se pierda soberanía sobre en qué proyectos invertir.

Adicionalmente, es pertinente resaltar que algunos países ya concentran esfuerzos en elaborar políticas participativas que pueden considerarse de enfoque transformador; por ejemplo, Karo y Lember (2016) presentan el caso de la Unión Europea, que ha impulsado la generación de políticas de CTI basadas en desafíos sociales, lo cual ha representado retos para los países miembros, puesto que sus políticas se rigen por el mercado y el modelo lineal, donde las rutinas administrativas existentes no están diseñadas para los desafíos sociales o prácticas de políticas participativas. La experiencia en Europa ratifica que este tipo de políticas requiere de dos elementos claves, por un lado, impulso financiero, como el que ha dado la Unión Europea con programas como Horizon 2020 y EUs cohesion policy; por otro lado, la implementación presenta desafíos, dado que la institucionalidad está diseñada para políticas lineales y basadas en el mercado, lo que implica generar prácticas de políticas participativas.

Los retos que presenta la puesta en marcha de políticas de innovación transformativa colocan de manifiesto que se debe articular con los Marcos 1 y 2 de políticas de CTI, para los cuales ya hay una institucionalidad creada. Por ejemplo, Diercks et al (2019) presentan dos casos de políticas de innovación transformativa, que tienen características que se relacionan con los otros marcos; una es Mission Innovation, cuyo objetivo es lograr la transición energética, en la que están vinculados actores de la academia, industria y gobiernos nacionales; las actividades de la política buscan generar suministros para dominios tecnológicos, por lo cual

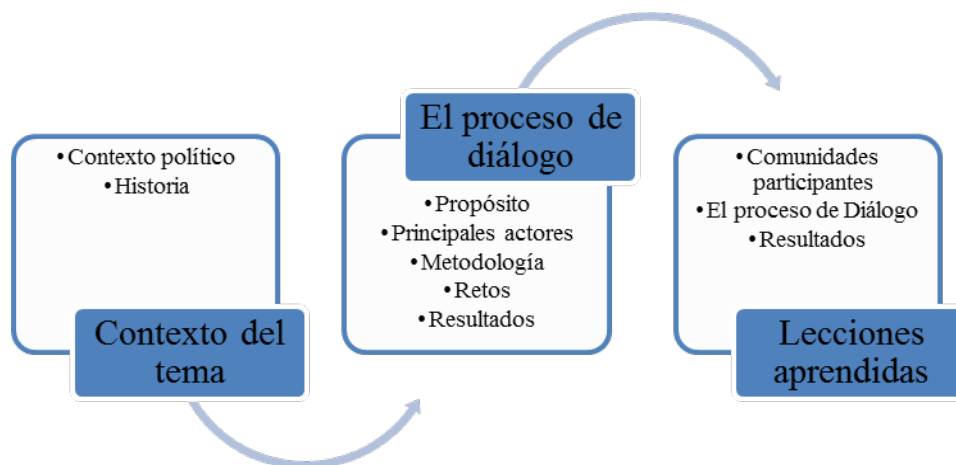
se rige por el modo de innovación STI. El otro caso, The Global Covenant of Mayors for Climate and Energy, es una política que está enfocada en hacer que las sociedades sean resilientes al cambio climático y tengan bajas emisiones de dióxido de carbono. Los actores involucrados son ciudades y gobiernos locales, con actividades para uso final, por lo cual el modo de innovación es DUI. Estos ejemplos evidencian que la política de innovación transformativa puede articularse con la base conceptual de los modos de innovación bajo los cuales han funcionado los otros marcos. En esta línea, Weber y Rohrer (2012) mencionan que la teoría de los sistemas de innovación y la teoría de transiciones se pueden articular, porque la perspectiva multinivel direcciona los sistemas socio-técnicos hacia los desafíos sociales y ambientales, y los sistemas de innovación con su estructura logran el funcionamiento o la puesta en marcha de la política, al permitir la interacción de los actores para generar, difundir y usar conocimiento y tecnología.

4. Metodología

La metodología empleada en este trabajo es de carácter cualitativo, enmarcada en un estudio de caso de participación ciudadana en el diseño de políticas públicas de CTI. Este caso corresponde a un experimento que se desarrolló en el marco del proyecto “Mentorías sobre Innovación Transformativa en Colombia”, el cual fue liderado por Colciencias y la Unidad de Investigación en Política Científica de la Universidad de Sussex – SPRU. Dicho caso recibió el nombre de Factoría de Política de Ciencia Tecnología e Innovación para la Transformación, y consistió en un espacio de diálogo en el que se promovió la participación de la sociedad civil, academia, industria y Estado, con el objetivo de aportar a la construcción de políticas que fortalezcan la gestión de la innovación inclusiva en las IES regionales alineadas al Marco 3. Este experimento tuvo una duración de cuatro sesiones, ejecutadas entre los meses de febrero y marzo de 2018, en la ciudad de Medellín, Colombia.

El análisis del caso se hizo siguiendo una versión adaptada de la metodología propuesta por Natera et al (2016), sobre una matriz de información para el mapeo de procesos de diálogo de CTI en España, América Latina y el Caribe. Esta matriz contiene 11 secciones, las cuales fueron simplificadas, de acuerdo a la información disponible sobre el caso de estudio. En este sentido, se muestran en la Gráfica 1 los elementos analizados en el caso.

Gráfica 1. Metodología de análisis de casos del proceso de diálogo



5. El caso: Factoría de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación

5.1 Contexto

La política de CTI en Colombia se centra en el paradigma del desarrollo, entendido como aquel que permite lograr competitividad para el país, así como mejorar la calidad de vida de las personas y dar respuesta a problemas que afronta el país en materia de pobreza, exclusión y conflicto armado, entre otros. Sin embargo, esto no implica el reconocimiento de la sociedad como actor potencialmente innovador o que se vincula a los procesos de CTI (Crespi & Dutrénit, 2014). Además, se ha guiado por modelos importados que apuntan a la industrialización y, en general, se ajustan al modelo neoliberal. Los escenarios de post-acuerdo y de contexto mundial orientado por los ODS, están haciendo un llamado a ampliar la visión del crecimiento económico de la política de CTI, hacia desafíos sociales y ambientales, que sin duda se relacionan con conceptos de innovación social, inclusiva, de base y/o frugal, que funcionan bajo una lógica diferente, en la que se busca generar capacidades locales que ayuden a responder por las necesidades de la mayoría de personas. Esta nueva lógica se ajusta más a la realidad de nuestro país, dado que las políticas actuales que buscan el crecimiento económico han sido validadas en países con realidades muy diferentes a la de Colombia (Ordoñez-Matamoros, Centro, Arond, Jaime, & Arias, 2017).

Uno paso importante dado por Colombia en este camino atañe a su adhesión al Consorcio Global para la Innovación Transformativa– TIPC (por sus siglas en inglés) en el año 2016. Esta iniciativa es liderada por SPRU y cuenta con la vinculación de 14 países al año 2019, estando Colombia representado por Colciencias. La estrategia de trabajo definida se enmarcó en el desarrollo del proyecto “Mentorías sobre Innovación Transformativa en Colombia”, en el cual se realizaron diferentes asesorías, talleres y proyectos de experimentación.

Durante las asesorías y talleres realizados por Colciencias y SPRU se capacitaron a miembros de la academia, del sector empresarial y de los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación – CODECTI, acerca de las bases conceptuales del Marco 3. Los actores capacitados participaron en la formulación de proyectos que permitieran seguir afianzando los conocimientos y experiencias de este nuevo marco de política de CTI a nivel regional. Las propuestas debían ser lideradas por personas que asistieron al proceso de capacitación y que contaran con el aval del CODECTI departamental. Luego se escogieron ocho propuestas en todo el país, que fueron acompañadas por mentores que venían trabajando con el equipo del consorcio.

Una de las propuestas escogidas fue la “Política Pública Regional de Innovación Inclusiva para las Instituciones de Educación Superior (IES) – Departamento de Antioquia”, en la cual se propuso el desarrollo de un espacio de participación de la academia, la industria y la sociedad, para experimentar el proceso de creación y estudio de políticas públicas de CTI en el Departamento de Antioquia. La iniciativa se desarrolló a través de diálogos de todos los actores presentes, coordinados por académicos; fue apoyada por el CODECTI del departamento de Antioquia y orientada por la experta Sandra Boni, en su rol de mentora, en representación del consorcio. El tema de diálogo estaba acotado a elementos de Marco 3 en las políticas de CTI vigentes en el Departamento y propuestas para futuras políticas, por lo cual recibió el nombre “Factoría de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación”.

5.2 Proceso de Diálogo

Es posible identificar algunos ejercicios de diálogos para la construcción de políticas de CTI en Antioquia, por ejemplo, el Planea y el Plan Departamental de CTI, entre otros. Sin embargo, la Factoría de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación, a diferencia de las anteriores experiencias de diálogo en Antioquia, se estructuró bajo los principios del Marco 3. Por ello, requirió la realización de capacitaciones que permitieran dar a conocer los conceptos mínimos sobre la temática y, con ello, poder aportar a la construcción de políticas en CTI con enfoque transformador.

Las bases teóricas que sustentaron la realización de la Factoría se centran en el papel que desempeñan las IES en los sistemas de innovación. Las dinámicas tradicionales de innovación ya mencionadas, han sido reconocidas como insuficientes para dar respuesta a los desafíos sociales y ambientales que ponen en riesgo la sostenibilidad del modelo de desarrollo regional. Por lo anterior, surge un reto para las IES, las cuales podrían reorientar su función y asumir un rol importante en la generación de innovaciones encaminadas a dar solución a los problemas sociales y ambientales regionales y, así mismo, incidir en la política pública, es decir, promover la innovación transformativa (Marco 3). No obstante, prevalece la premisa de que este nuevo rol no lo pueden desempeñar de manera aislada.

En este sentido, se explicita que el propósito de la Factoría fue aportar a la construcción de políticas de CTI con elementos de Marco 3, específicamente para la gestión de la innovación en las IES regionales, a partir de un proceso de construcción participativa, siguiendo estos dos objetivos específicos:

- Objetivo específico 1: Capacitar a las partes involucradas, en los principios conceptuales y teóricos, así como en los aspectos metodológicos y los criterios prácticos aplicables a las políticas públicas de CTI de Marco 3; construir el estado del arte de componentes e instrumentos de política pública de CTI inscritas en el Marco 3, que potencialmente puedan servir de referencia para avanzar en el logro del objetivo general planteado.
- Objetivo específico 2: Diseñar e implementar un proceso de construcción participativa de una política pública regional de CTI para IES, que lleve a la identificación de los componentes e instrumentos de política de innovación inclusiva para estas instituciones; proponer estrategias concretas, adecuadas a la institucionalidad regional, para que los componentes e instrumentos de política de innovación inclusiva identificados como prioritarios puedan implementarse.

Para el logro de estos dos objetivos se definieron como comunidades participantes:

- La academia. Fueron invitados investigadores del área de innovación y política pública. Asistieron 39 personas.
- La industria. Se contó con la participación de seis personas de diferentes empresas de Antioquia y de alcance nacional.
- La sociedad civil. La convocatoria fue abierta a sectores sociales y asistieron cinco personas de la sociedad civil, quienes manifestaron que por primera vez estaban participando en diálogos para el diseño de políticas públicas.
- Organizadores. Equipo conformado por investigadores de tres IES (el Instituto Tecnológico Metropolitano, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín y Universidad Católica de Oriente), un representante del CODECTI de Antioquia y la mentora del consorcio.

La metodología empleada para el desarrollo del espacio de diálogo se puede resumir en tres etapas principales:

- Preparación. Etapa en la cual se realizó la preparación de las sesiones por parte de los organizadores, se definió la logística requerida y se realizó la convocatoria de los asistentes. Se definió como lugar de encuentro las instalaciones de una de las IES organizadoras, la cual dispuso de un auditorio con sillas móviles y capacidad adecuada.
- Desarrollo. Los diálogos se llevaron a cabo en cuatro sesiones de cuatro horas, en las cuales se realizaba una introducción temática (Innovación Transformativa, el papel de las IES, elementos del Marco 3, políticas de CTI en Antioquia) y luego se procedía a trabajos en grupos conformados por los diferentes actores, para discutir sobre la temática específica y evaluar las políticas vigentes de CTI de Antioquia, para lo cual se revisó la Ordenanza N° 22 de 2011 de la Asamblea Departamental de Antioquia, por medio de la cual se establece la Política Pública de Ciencia, Tecnología e Innovación del Departamento de Antioquia. Luego del trabajo en grupos, cada uno socializaba sus hallazgos y propuestas y se emitían conclusiones entre todos.
- Evaluación. Cada sesión fue evaluada en términos de impactos, entre los que se encontraron: motivación por la temática, sensibilización y generación de actividades como divulgación y establecimiento de nuevas alianzas entre la industria y la academia.

Por tratarse de un primer ejercicio de diálogo sobre políticas de CTI en el Marco 3, se presentaron algunos retos importantes, tales como: 1) El nivel de dominio de los conceptos entre las comunidades era heterogéneo, al igual que el lenguaje usado, por lo que fue necesario realizar introducciones conceptuales en cada sesión. 2) El concepto de innovación genera controversias según el rol e intereses de cada actor en el sistema; este conflicto fue manejado a partir de la intervención de los moderadores, quienes propendieron por llegar a consensos desde la premisa del respeto y el acuerdo, lo cual generó espacios de confianza entre los actores. 3) Mantener el interés durante el periodo que duró el ejercicio, entendiendo que la participación era voluntaria.

Como resultados principales del desarrollo de los diálogos en el marco de la Factoría se encuentran: elaboración de insumos para la creación del Libro Verde 2030 (documento guía para la generación de políticas públicas con enfoque transformador para Colombia) y establecimiento de alianzas entre los participantes para realizar proyectos futuros en el marco de innovación transformativa. Para este último caso, se resalta que la Factoría propició que un empresario y un miembro de la academia, formularan un proyecto con el enfoque de Marco 3, para tener la posibilidad de seguir explorando los conceptos tratados en el diálogo. Además, el proyecto busca abordar los problemas identificados para las IES y, respecto a la inclusión de la sociedad civil, específicamente, se planteó una propuesta de espacio de enseñanza-aprendizaje para la transferencia de tecnología en sectores rurales.

5.3 Lecciones aprendidas

Con base en la experimentación del proceso de diálogo, se pueden evidenciar diferentes hallazgos relevantes enfocados en los elementos de acogida de la actividad por las comunidades participantes, desarrollo y resultados del proceso de diálogo.

En cuanto a la acogida de la Factoría como resultado de la convocatoria realizada, se puede calificar como satisfactoria, puesto que las inscripciones superaron en un 56% la capacidad inicial definida, que fue de 50 participantes, y la deserción de los asistentes fue solo de

12 personas. La convocatoria fue abierta y sin limitación de tipo de participantes; por ello, quienes iban como miembros de la académica lograron el 78% del total de asistentes. Lo anterior, evidencia que la temática del evento puede no ser de interés de otros actores de los sistemas de innovación, puesto que la asistencia de representantes de la sociedad civil, empresa y Estado fue baja respecto a las IES. Esto hace pensar que los actores miran las políticas de manera fragmentada y solo participan en espacios que son enfocados en su área de actuación. Este fenómeno puede sesgar los resultados del proceso de diálogo, dados los diferentes porcentajes de participación por cada tipología de participante.

En cuanto al desarrollo del evento, se notó un gran interés de los asistentes de conocer esta nueva propuesta de política de CTI, pero fue complicada la asimilación de los conceptos de Marco 3. En primera instancia, porque es un tema que se encuentra en construcción y para varios asistentes es difícil proponer nuevos lineamientos si los conceptos aún no son claros, sobre todo en términos de las diferencias entre los tipos de innovación (innovación social, de base, frugal, inclusiva, etc.) y los criterios para considerar una innovación que tenga potencial transformador (direccionalidad, meta social, impacto a nivel del sistema, aprendizaje y reflexividad, conflicto vs consenso e inclusión) (TIPC, 2019). Por esta razón, el tiempo para el diálogo queda corto para profundizar temas conceptuales, lo cual implica un reto en el diseño del diálogo, en el sentido de identificar una estrategia para nivelar los conceptos entre todos los asistentes.

Un aspecto positivo fue la oportunidad que se tuvo de conocer y revisar la actual política regional de CTI, la cual era desconocida para muchos. Con las sesiones se logró que los asistentes identificaran aspectos de las IES y Marco 3 presentes en la política. Se percibió el interés de abordar la política más allá de las IES y analizar cómo se encuentra cada actor del sistema de CTI frente a los elementos del Marco 3. Esta dinámica valida la necesidad de hacer estudios de los sistemas de innovación desde la mirada *bottom-up*, de tal forma que las políticas de CTI se adapten a las condiciones particulares de los sistemas. Lo anterior se ratifica con que los asistentes manifestaron en varias oportunidades, su inquietud frente a si los resultados del taller serían tenidos en cuenta por parte de la gobernación, dado que son ellos quienes finalmente deciden cuáles son los lineamientos de la política; en este sentido, es pertinente resaltar que la participación del CODECTI no fue activa durante todo el proceso y esto puede provocar desmotivación y falta de credibilidad en los asistentes, precisamente porque son la entidad encargada de la formulación de la política. Lo anterior guarda relación con lo mencionado por Kudo, Yoshizawa, y Kano (2018), en relación con la desmotivación que puede generar en los participantes de estos procesos, la no vinculación de los resultados en la formulación de las políticas.

En el análisis que se realizó a la política de CTI y el rol que se asigna a las IES en esta, se orienta a las funciones declaradas por las IES en sus Planes de Desarrollo, donde se limitan a la formación, investigación y extensión; sin embargo, propuestas como la tercera misión de la universidad, donde se plantea que las IES deben transformar el entorno del que hacen parte, serían miradas más apropiadas para reconstruir una política con elementos de Marco 3. En esta misma línea, también se discutió que la innovación depende del tipo de ser humano que se forme en las IES, siendo una de sus responsabilidades fundamentales.

Por otra parte, uno de los aspectos más notorios es que en los procesos de diálogo los actores academia, empresa y Estado se complementan, pero no desaparece la probabilidad de que se presenten conflictos, tal como lo argumenta Natera et al (2016). No obstante, fue posible llegar a concesos gracias a que los actores cuentan con capacidades de relacionamiento, las cuales han sido fortalecidas por políticas públicas en diversos ámbitos a nivel de país (por

ejemplo, el Comité Universidad-Empresa-Estado). Sin embargo, se identificó una brecha en estas capacidades para los asistentes de la sociedad civil, puesto que su participación fue pasiva y reservada. Lo anterior plantea un reto para la realización de diálogos enmarcados en innovación transformativa, porque el Marco 3 implica inclusividad como criterio para considerar que se presente un impacto transformador, pero es difícil lograrlo si estos actores presentan dificultades para vincularse en las dinámicas de innovación.

6 Conclusiones

A partir de las lecciones aprendidas durante el proceso de diálogo, se puede argumentar que estos espacios, donde participan diversos actores para la construcción de política de CTI con enfoque transformador, son enriquecedores, en el sentido que ponen de manifiesto las capacidades de cada actor, sus realidades y la búsqueda de consensos para lograr el objetivo propuesto. Sin embargo, estos procesos se pueden ver afectados por las expectativas que tienen los asistentes, los diferentes intereses que cada uno defiende, el nivel de conocimiento y familiaridad con los conceptos abordados y la inclusión o no de los resultados del proceso en la formulación de las políticas.

Sumado a lo anterior, se evidencia que estos procesos posibilitan la emergencia de diálogos vinculantes entre los participantes que, según Álvarez et al (2016), son un tipo de diálogo *bottom-up* que propicia vínculos estables para corregir fallos sistémicos identificados. Tal como se evidenció en el proyecto formulado comentado anteriormente, donde hay participación de las IES, empresa y sociedad-civil.

Por otra parte, aunque han surgido conceptos como el de los sistemas de innovación inclusivos, que ponen de manifiesto que las políticas de CTI *top-down* deben ser complementadas con miradas *bottom-up*, que incluyan a los actores excluidos y que apoyen la aparición de nuevas formas de conocimiento y de aprendizaje de todos los actores involucrados, estos son conceptos emergentes y aún falta mayor desarrollo de políticas de este tipo, como lo menciona Grobbelaar y Van Der Merwe (2016). Por esto, espacios como la Factoría son especiales para la construcción de este tipo de políticas, pues ponen en evidencia la necesidad de un cambio en el papel de las Instituciones de Educación Superior que hacen parte de los sistemas de innovación, de las cuales se espera que asuman otras funciones que les permitan ser un actor que contribuya a transformar el entorno del que hacen parte.

7 Referencias

- Álvarez, I., Barletta, F., Suarez, D., & Yoguel, G. (2016). *Marco analítico para la tipificación de diálogos para las políticas de CTI* (No. 3). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31168.53766>
- Álvarez, I., Juan, M., & Torrecillas, C. (2018). Specificity and pervasiveness of dialogues in science, technology, and innovation policies in Spain. *Science and Public Policy*, 45(3), 329–337. <https://doi.org/10.1093/scipol/scx042>
- Andersen, A. D., & Johnson, B. (2015). Low-carbon development and inclusive innovation systems. *Innovation and Development*, 9318(August), 1–18. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2015.1049849>
- Chataway, J., Daniels, C., Kanger, L., Ramirez, M., Schot, J., & Steinmueller, E. (2017). Developing and Enacting Transformative Innovation Policy: A Comparative Study. In *8th International Sustainability Transitions Conference*.
- Crespi, G., & Dutrénit, G. (2014). *Science, technology and innovation policies for development: The Latin American experience*. New York, Dordrecht, London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-04108-7>

- Diercks, G., Larsen, H., & Steward, F. (2019). Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm. *Research Policy*, 48(4), 880–894. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.028>
- Dutrénit, G., Natera, J. M., Anyul, M. P., Vera-Cruz, A. O., & Torres, A. (2018). Dialogue processes on STI policy-making in Latin America and the Caribbean: Dimensions and conditions. *Science and Public Policy*, 45(3), 293–308. <https://doi.org/10.1093/scipol/scx044>
- Freeman, C. (1982). Technological infrastructure and international competitiveness. *Draft Paper Submitted to the OECD Ad Hoc Group on Science, Technology and Competitiveness*.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.
- Giovannini, E., Niestroy, I., Nilsson, M., Roure, F., & Spanos, M. (2015). *The Role of Science, Technology and Innovation Policies to Foster the Implementation of the Sustainable Development Goals (SDGs) Report of the Expert Group “ Follow-up to Rio + 20 , notably the SDGs .” European Commission*. Brussels. <https://doi.org/10.2777/485757>
- Grobbelaar, S. S. S., & Van Der Merwe, E. (2016). Supporting inclusive innovation: Developing improved analytical methods and STI policy instruments to operationalise inclusive innovation. In *PICMET 2016 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management For Social Innovation, Proceedings* (pp. 90–102). Hawaii. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2016.7806777>
- Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B. A. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36, 680–693.
- Karo, E., & Lember, V. (2016). Emergence of societal challenges-based innovation policies in market-based innovation systems: lessons from Estonia. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 11(1–3), 126–147. <https://doi.org/10.1504/ijfip.2016.078366>
- Kudo, M., Yoshizawa, G., & Kano, K. (2018). Engaging with policy practitioners to promote institutionalisation of public participation in science, technology and innovation policy. *Journal of Science Communication*, 17(4), 1–11. <https://doi.org/10.22323/2.17040801>
- Loray, R. (2017). Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación: tendencias regionales y espacios de convergencia. *Revista de Estudios Sociales*, 62, 68–80. <https://doi.org/10.7440/res62.2017.07>
- Lundvall, B.-A. (1992). *National systems of innovation : towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter Publishers.
- Lundvall, B.-Å. (1985). *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.
- Natera, J., Puchet Anyul, M., Torres, A., Vera-Cruz, A. O., Álvarez, I., Ardanche, M., ... Yoguel Gabriela Dutrénit José Miguel Natera, G. (2016). *Procesos de diálogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España*. Mexico City.
- Navarrete, J. A. S., & Mendoza, S. B. (2017). Diseño de una política de ciencia tecnología e innovación a partir de métodos cualitativos. *Intersticios Sociales*, (14), 155–183.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge MA Belknap (Vol. 93). <https://doi.org/10.2307/2232409>
- ONU. (2015). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible. Retrieved from <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Ordoñez-matamoros, G., Centero, J. P., Arond, E., Jaime, A., & Arias, K. (2017). La paz y los retos de la política de ciencia , tecnología e innovación en Colombia. In C. S. I. (Ed.), *Seguimiento y análisis de políticas públicas en Colombia* (pp. 137–168). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. [OECD]. (2011). *Hacia un mecanismo para el diálogo de políticas de innovación: Oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe*.
- Rothwell, R. (1992). Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990s. *R&D Management*, 22(3).
- 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>
- Steward, F. (2012). Transformative innovation policy to meet the challenge of climate change: Sociotechnical networks aligned with consumption and end-use as new transition arenas for a low-carbon society or green economy. *Technology Analysis and Strategic Management*, 24(4), 331–343. <https://doi.org/10.1080/09537325.2012.663959>

Transformative Innovation Policy Consortium (TIPC). (2019). Tip criteria.

Weber, K. M., & Rohracher, H. (2012). Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive “failures” framework. *Research Policy*, 41(6), 1037–1047. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.015>

Lineamientos de política de innovación transformativa para la investigación universitaria en Antioquia¹.

Eliana María Villa Enciso

Docente investigadora, Instituto Tecnológico Metropolitano, Departamento de Ciencias Administrativas, Colombia,
elianavilla@itm.edu.co

Jhonjali García Mosquera

Estudiante Maestría en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional, Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, Departamento de Ciencias Administrativas, Colombia,
jhojalisk2@gmail.com

Daniel Cardona Valencia

Docente investigador, Instituto Tecnológico Metropolitano, Departamento de Ciencias Administrativas, Colombia,
danielcardona@itm.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Profesor Titular, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Facultad de Minas, Colombia,
jroblediv@unal.edu.co

Resumen

La Ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) se han constituido en motores importantes para el desarrollo de la humanidad, pero a su vez muchas de las apuestas por la CTI sólo se enfocan en resultados desde una perspectiva económica y no desde lo social y ambiental, situación que amplía más la brecha de desigualdad y agudiza problemas de la humanidad. Para dar respuesta a estas necesidades imperantes se propone la Política de Innovación Transformativa (PIT) o de Tercer Marco que es un concepto de política pública de CTI que no solo apunta a la solución de los persistentes problemas que enfrenta la humanidad, sino que también orienta el desarrollo y crecimiento económico hacia la sostenibilidad. En este estudio se presenta el proceso de construcción de lineamientos de política de innovación transformativa para la investigación universitaria en Antioquia, a partir de los resultados obtenidos en el proceso de la mentoría denominada “Factoría de Política Pública de Ciencia, tecnología e Innovación para la Transformación”. La metodología utilizada parte de una revisión de este nuevo enfoque a partir de la descripción de los siguientes aspectos: a) antecedentes internacionales y nacionales, teniendo en cuenta las instituciones que proponen y lideran dichos procesos; b) un análisis de caso sobre políticas de Educación Superior en el departamento de Antioquia; y c) un diagnóstico del estado de dichas políticas desde enfoque del Tercer Marco de política de innovación transformativa. A partir de algunos de estos resultados, se proponen lineamientos para adoptar dicho enfoque de innovación transformativa en la política pública de investigación universitaria en el Departamento de Antioquia.

¹ Se presentan resultados parciales de la tesis de doctorado en curso, “El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional”, de la autora Ph.D(c).Eliana María Villa Enciso, del doctorado en Ingeniería - Industria y Organizaciones, de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Nota importante: Otros de los resultados obtenidos durante los ejercicios de estas investigaciones fueron los aportes para: “Libro Verde 2030. Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible”; del libro “Orientaciones para la formulación de políticas regionales de innovación transformativa en Colombia” producto de la mentoría realizada por SPRU a Colciencias, denominada “Factoría de política de ciencia e innovación para la transformación” liderado por la Ph.D (c) Eliana María Villa Enciso, así como la participación en ponencias en dos congresos internacionales apoyados por el ITM.

Palabras Clave

Política de innovación transformativa, investigación universitaria, Política Pública de CTI, Agenda 2030, tercer marco de CTI, Colombia, Antioquia.

1. Introducción

No es un secreto que la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) se han constituido en motores importantes para el desarrollo de la humanidad; así como tampoco se pueden ocultar los profundos y persistentes problemas que el mundo sigue experimentando en temas como la desigualdad social, expresada en distribución inequitativa del crecimiento económico (Hernández & Pérez, 2016; Schot & Steinmueller, 2018), problemas ambientales y cambio climático, como resultado de los tradicionales sistemas de desarrollo (Coenen, Hansen & Rekers, 2015; Schot, Boni, Ramirez & Steward, 2018).

Los descubrimientos científicos, avances e innovaciones tecnológicas, han permitidos al ser humano generar progreso y crecimiento económico de sectores diversos, así como una mejor calidad de vida; sin embargo, los beneficios no se han distribuido de manera equitativa (Pérez, 2007). Incluso, muchas de las organizaciones que apuestan por la investigación científica y tecnológica, sólo invierten y evalúan los resultados desde una perspectiva económica y no desde lo social y ambiental, situación que amplía más la brecha de desigualdad y agudiza los problemas económicos y ambientales de la humanidad (CONPES 2015).

A partir de este contexto mundial, la emergencia de un cambio de paradigma en términos de políticas de CTI es evidente; para dar respuesta a estas necesidades imperantes se propone lo que ha sido denominado como Política de Innovación Transformativa (PIT) o de Tercer Marco (Schot & Steinmueller, 2016; Schot et al., 2018): un nuevo reto, mecanismo o concepto de política con enfoque transformador, el cual ya empezó a ser difundido en la comunidad académica, así como en un grupo de entidades responsables de la política pública de CTI participantes del Consorcio de Política de Innovación Transformativa (*Transformative Innovation Policy Consortium*). Esta es una iniciativa liderada y coordinada por la Unidad de Investigación en Política Científica (SPRU, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Sussex en el Reino Unido (Schot & Steinmueller, 2016; Schot, Boni, Ramirez, & Steward, 2018), como una contribución a la transformación de las actuales políticas de CTI, que no solo resuelva los persistentes problemas que enfrenta la humanidad, sino que también oriente el desarrollo y crecimiento económico hacia la sostenibilidad.

En este estudio se presentan los principales resultados del proceso de construcción de la PIT en Colombia, iniciado a partir de la participación del país en el consorcio antes mencionado. A partir de algunos de estos resultados, se proponen lineamientos para adoptar dicho enfoque de innovación transformativa en la política pública de investigación universitaria en el Departamento de Antioquia. Para ello, se hace una breve revisión de este nuevo enfoque a partir de la descripción de los siguientes aspectos: a) antecedentes internacionales y nacionales, teniendo en cuenta las instituciones que proponen y lideran dichos procesos; b) un análisis de caso sobre políticas de Educación Superior en el departamento de Antioquia; y c) un diagnóstico del estado de dichas políticas desde enfoque del Tercer Marco de política de innovación transformativa. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio y se establece la necesidad de incorporar estos lineamientos de política de innovación transformativa en la política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) para las Instituciones de Educación Superior (IES) del Departamento.

2. Política de Innovación Transformativa (PIT)

La innovación, como dinamizadora de la economía, ha desempeñado un papel fundamental, convirtiéndose en un elemento diferenciador que genera riqueza, crecimiento, industrialización y desarrollo económico a nivel de empresa, industria y región. Ha sido tan importante que actualmente está presente en la mayoría de los sectores económicos (Kaplinsky, 2013; García, M., Villa, E., & Cardona, 2018). Sin embargo, su alcance debe ir más allá, no solamente en aportar en aspectos económicos (industrialización, consumo y generación de riqueza), ya que la sociedad actual está expuesta a problemas políticos, económicos, sociales y ambientales como la inequidad, la pobreza, la migración, la exclusión, la desigualdad y la contaminación ambiental, situaciones que, hasta el momento, la concepción de innovación tradicional no ha sido capaz de afrontar (Echeverría, 2008; Schot & Steinmueller, 2016; Ramírez, 2016; Fressoli, 2015; Chataway et al., 2017; Schot, Boni, Ramirez & Steward, 2018).

Ante esto, la emergencia de un cambio de paradigma en términos de política de ciencia, tecnología e innovación se ha hecho evidente; y para dar respuesta a esta necesidad se propuso lo que ha sido denominado como Política de Innovación Transformativa o Tercer Marco de política de CTI (Schot & Steinmueller, 2016; Chataway et al., 2017; Schot & Steinmueller, 2018). El Tercer Marco es un nuevo concepto o mecanismo para el diseño de políticas públicas de CTI con enfoque transformador (Schot & Steinmueller, 2016; Schot, Boni, Ramirez, & Steward, 2018), que parte de la necesidad de replantear las actuales políticas de CTI que no solo resuelvan los actuales problemas que enfrenta la humanidad, sino que también oriente el desarrollo y crecimiento económico hacia la inclusión y sostenibilidad (Amaro & Gortari, 2016; Ramírez, 2016; Dutrenit, 2017).

Desde hace algunas décadas se vienen gestando, en diferentes lugares del mundo, movimientos y organizaciones en los que se desarrollan innovaciones orientadas a los desafíos y necesidades persistentes que enfrenta la humanidad (Smith, Fressoli, Abrol, Arond & Adrian, 2016). Estas iniciativas han alimentado e impulsado un nuevo marco de innovación que dio vida al Consorcio de Política de Innovación Transformativa (TIPC, por sus siglas en inglés) (Chataway et al., 2017; Schot & Steinmueller, 2016); el TIPC propone un novedoso concepto de innovación para la reconfiguración de las actuales políticas de CTI orientadas hacia la sostenibilidad social, económica y ambiental.

Dicho consorcio es coordinado por la Unidad de Investigación en Política Científica (SPRU), de la Universidad de Sussex en el Reino Unido, y del cual hacen parte diferentes países y agencias de financiamiento e innovación alrededor del mundo, entre los que se destacan Colombia (Colciencias), Finlandia (National Research Council), México (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México - CONACYT), Noruega (Research Council of Norway), Sudáfrica (The South African National Research Foundation - NRF) y Suecia (Swedish Governmental Agency for Innovation Systems - VINNOVA). A la fecha, se han asociado otros países con iniciativas similares, como China, Panamá y Brasil. El TIPC proporciona a estos países, lineamientos para el diseño de políticas de CTI cuyo objetivo sea contribuir al logro de los desafíos globales y problemas que padece la humanidad (Schot & Steinmueller, 2016; Schot, Boni, Ramirez, & Steward, 2018; Colciencias, 2018).

Para esto, proponen un Tercer Marco de política de innovación, el cual enuncia la necesidad de cambiar la concepción de la innovación de manera diferente a los dos marcos anteriores (Primer Marco: Investigación y Desarrollo, I+D; Segundo Marco: Sistemas

Nacionales de Innovación, SNI) en los cuales, las políticas de CTI se han enfocado en estimular actividades industriales, crecimiento económico y consumo en masa, lo cual ha sido parte de la generación de tensiones sociales, inequidad, aumento de la brecha social, problemas ambientales, entre otros (Thomas, Bortz & Garrido, 2015; SPRU, 2016).

El origen de este nuevo concepto de política de CTI con enfoque transformador, surge a partir de las discusiones realizadas en la OCDE entre los meses de junio y julio de 2016 en París a través de trabajos académicos sobre Políticas de Innovación Transformativa, donde se manifestó la necesidad de diseñar nuevas políticas de innovación que permitieran un cambio transformador de los actuales sistemas sociotécnicos (Schot & Steinmueller, 2016). Este concepto plantea un marco en el cual la CTI no necesariamente genera resultados positivos, en términos de sus efectos socio- ambientales, por lo cual hay que direccionar adecuadamente sus iniciativas a través de políticas públicas generadas con esta intención (social y ambientalmente benéficas), generando cambios profundos que permitan el surgimiento de nuevos sistemas sociotécnicos sostenibles (Colciencias & SPRU, 2018).

3. La Política de Innovación Transformativa en Colombia

A partir de la Ley 1286 de 2009, en Colombia se empezó a orientar la política de CTI hacia la innovación; Colciencias, su principal institución o agencia de innovación se transformó institucionalmente, pasando de ser un instituto adscrito al Departamento Nacional de Planeación, a convertirse en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, cambio que a su vez fue una apuesta por convertir la CTI en ejes transversales de la política económica y social del país (Departamento Nacional de Planeación, 2009)

Por otro lado, con la puesta en marcha de la “Agenda 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)” como estrategia para el desarrollo sostenible y equitativo de los países en vía de crecimiento por parte de las Naciones Unidas (United Nations, 2016), Colombia se enfrenta a grandes retos que implican la reconfiguración de las actuales políticas de CTI, con la finalidad de que estas impacten positivamente en el contexto social, económico y ambiental (Colciencias 2018). Para ello, se ha adoptado una postura de participación y transformación, vinculando los procesos de CTI con los actores académicos, gremios empresariales, la sociedad civil y demás actores del sistema nacional de innovación (SNI) (Colciencias & SPRU, 2018).

Tanto en el nivel nacional como regional no existen políticas claras de CTI que tengan un enfoque transformativo; es por esto que por medio de Colciencias, Colombia se adhiere al Consorcio de Política de Innovación Transformativa (TIPC), el cual cuenta con la participación de otros países como Finlandia, México, Noruega, Sudáfrica y Suecia por medio de sus agencias de política pública de CTI, quienes a su vez, buscan adoptar alternativas de tratamiento diferentes a los problemas y necesidades que enfrentan sus respectivas regiones apoyándose en la CTI (TIPC, 2018). Este consorcio ha venido ofreciendo al país asistencia para la construcción conjunta de lineamientos de política de CTI que contribuyan a impulsar un nuevo modelo de desarrollo y crecimiento sostenible (Colciencias, 2018).

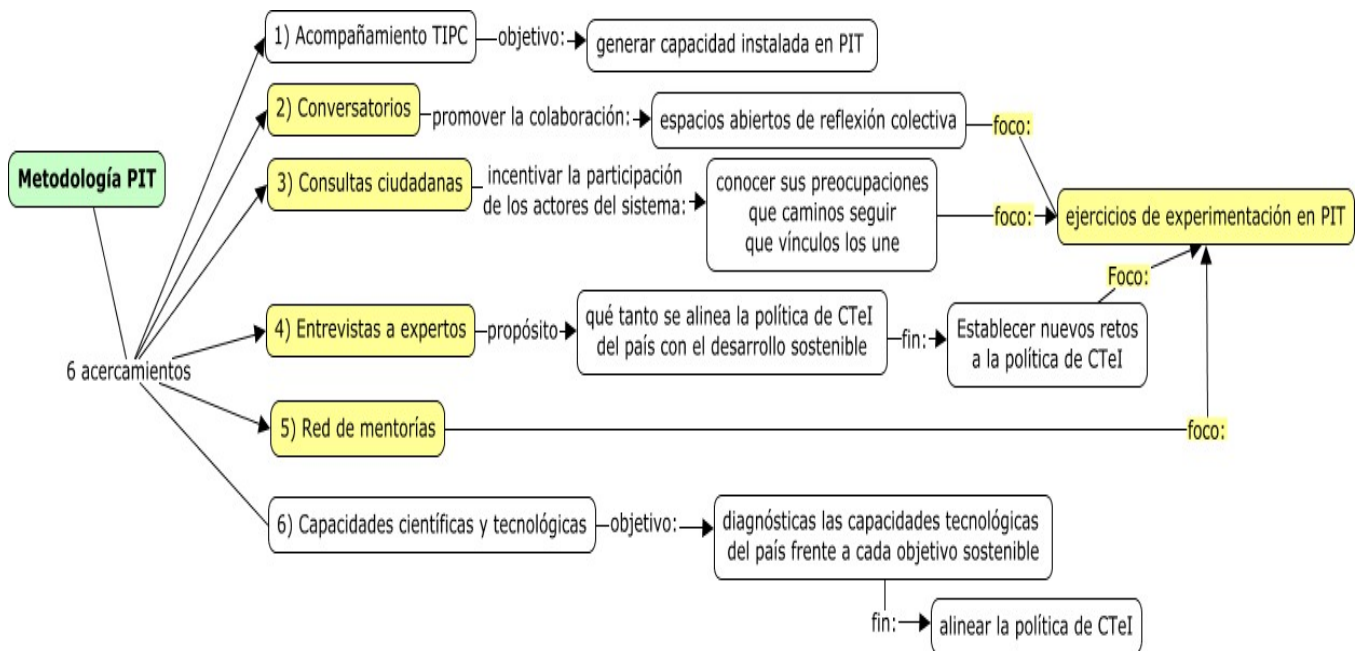
En el marco de este proceso, se han desarrollado varios ejercicios y acercamientos con los diferentes actores del país (Estado, IES, Empresas, Sociedad civil, entre otros) con la finalidad de identificar por medio de la participación y colaboración, estrategias que, apoyadas de CTI, permitan un proceso de transición sostenible y equitativo para la sociedad

colombiana. En las siguientes secciones, se describe la metodología desarrollada y los principales resultados obtenidos a nivel nacional, haciendo énfasis en los ejercicios de experimentación y, en especial, en uno de los casos desarrollado en Instituciones de Educación Superior (IES) en Antioquia, con el fin de identificar el rol que estas deben asumir a partir de este nuevo marco de innovación y algunas propuestas para el replanteamiento de las actuales políticas de investigación universitaria en la región.

3.1 Metodología de Política de Innovación Transformativa

Desde el año 2016, se desarrolló un acercamiento metodológico desde el consorcio y la Unidad de Política de CTI de Colciencias, para proponer esta nueva política, a partir de diferentes procesos, como se esquematiza en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Metodología PIT



Fuente: Elaboración propia con base en TIPC (2018)

La metodología del TIPC logró generar espacios de experimentación colectiva, reflexiones y aprendizajes, colaboración y participación activa entre diversos actores (gobierno, sociedad civil, academia, empresarios, organismos internacionales) a partir de conversatorios, entrevistas y consultas ciudadanas, así como acompañamientos y asesorías mediante redes de mentoría a nivel local. En el caso de los conversatorios, las consultas ciudadanas y las entrevistas, se reflexionó con expertos temáticos sobre las PIT y los objetivos de desarrollo sostenible, y se consultó a la sociedad en general (empresarios, académicos y comunidad) para conocer y entender sus preocupaciones alrededor de la CTI; a su vez, se realizó una serie de entrevistas a conocedores de las actuales políticas de CTI, con el fin de identificar sus alcances y limitaciones frente a los nuevos desafíos del país en su compromiso de transición hacia el desarrollo sostenible (Hernández et al., 2018; Colciencias & SPRU, 2018).

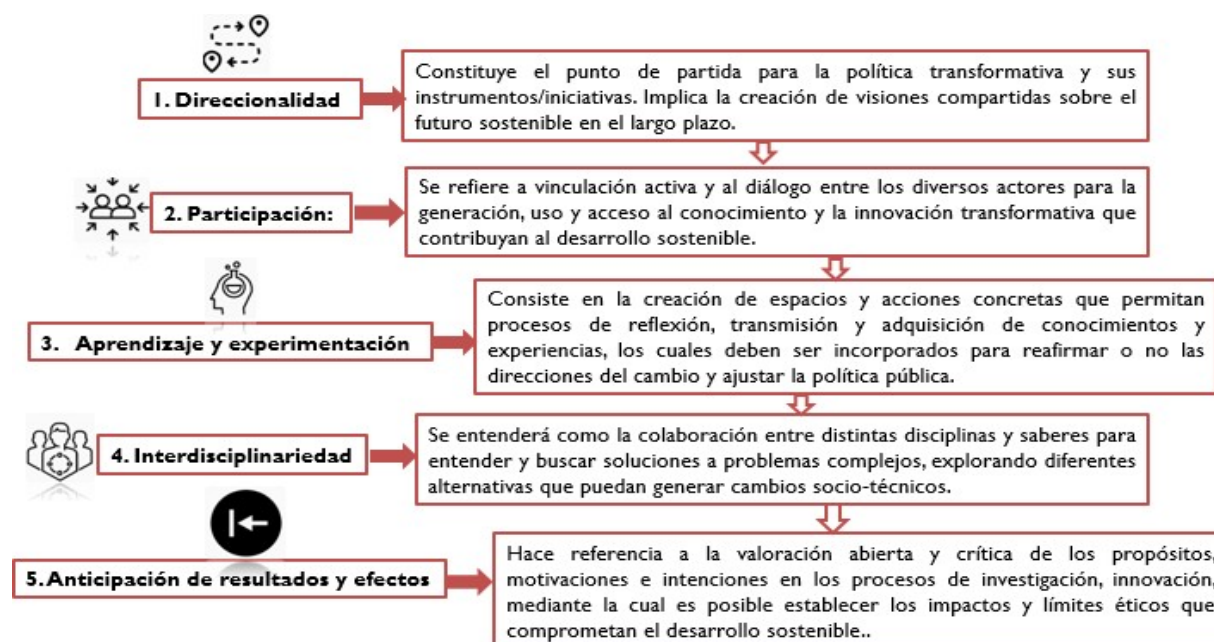
Posteriormente, se creó una red de mentorías, las cuales resaltaron los distintos desafíos y retos que típicamente enfrenta la política pública regional de CTI al abordar un enfoque diferente, además de discutir con actores locales frente a la propuesta de un marco nuevo de políticas de innovación (TIPC, 2018). Para estas mentorías se contó con la asesoría y acompañamiento del consorcio para ejecutar siete proyectos en departamentos diferentes del país, en los cuales se promovió el diálogo con instancias de gobierno y agentes de la CTI en el nivel local sobre cómo podría abordarse una política de Marco Tres. Los casos analizados y ejecutados fueron (Colciencias & SPRU, 2018; Hernández et al., 2018; TIPC, 2018):

- Obteniendo apoyo de los actores de política regional para el desarrollo de instrumentos de Innovación Transformativa: Valle del Cauca.
- Laboratorios de Creatividad en el Tolima: Potenciando la Innovación Transformativa desde las escuelas rurales: Tolima.
- Los laboratorios digitales, nuevos escenarios de innovación social transformativa: El caso de los Vivelabs: Bogotá.
- Evaluación basada en características del Marco Tres de iniciativas seleccionadas de política de CTI del Municipio de Medellín: Antioquia.
- Cambios en la producción y el consumo de alimentos en el departamento del Atlántico:
- ¿una oportunidad de innovación transformativa?: Atlántico.
- Hacia la construcción de una agenda de política de innovación transformativa para la agro-cadena del café en el marco del acuerdo de paz para el departamento del Cauca: Cauca.
- Co-creando políticas públicas regionales de CTI para la transformación: El rol de las instituciones de educación superior. Medellín: Antioquia. En este caso profundizaremos más adelante en el presente estudio.

Como resultado de estos ejercicios se encontró que, tanto en el nivel nacional como regional, no existían políticas claras de CTI que tuvieran un enfoque transformador; aunque en algunos casos se pudieron identificar iniciativas que parcialmente incluían elementos de la PIT. Adicionalmente, el enfoque de la formulación de estas políticas, actualmente está orientado de arriba – hacia abajo (top-down), lo cual es totalmente diferente al enfoque del Tercer Marco de innovación.

Por otro lado, se identificó la necesidad en adoptar este enfoque transformador para el rediseño de las actuales políticas de CTI en las regiones; además, se estableció la necesidad de cambiar la forma de elaborar estas políticas, así como de crear y fortalecer espacios de reflexión y aprendizaje colectivo para buscar nuevas soluciones a los problemas y necesidades del país. Se concluye que, para que exista adopción de este enfoque, se requiere la coexistencia de los principios identificados en la Gráfica 2.

Gráfica 2. Principios para el enfoque transformador de CTI



Fuente: Elaboración propia con base en Colciencias & SPRU (2018)

3.2 . Red de mentorías: orientación del estudio

Como parte de la metodología de Política de Innovación Transformativa desarrollada y propuesta por el consorcio en Colombia, en este estudio, se resalta los principales resultados de uno de los enfoques fundamentales en todo el proceso, relacionado con la construcción de red de mentorías. Dicho enfoque metodológico, se centró en la creación de espacios de reflexión colectiva entre los diversos actores del sistema frente a una nueva concepción de política pública de CTI para abordar los problemas y necesidades que enfrenta el país (Colciencias & SPRU, 2018).

Para estas mentorías se contó con la asesoría y acompañamiento del consorcio para analizar 7 casos de proyectos en Departamentos diferentes del país, en los cuales se promovió el diálogo con instancias de gobierno y agentes de la CTeI a nivel local sobre cómo podría abordarse una política de marco 3 como alternativa para atender las principales problemáticas del país. A continuación, se presentan los resultados de uno de los casos abordados desde este enfoque metodológico aplicado en IES, y se proponen los lineamientos necesarios para la gestión una Política de Innovación Transformativa de investigación universitaria en la región.

4. Análisis de resultados: Caso Factoría de Política Pública Regional de CTI para la Innovación Transformativa en IES- Departamento de Antioquia

En el marco de los ejercicios de experimentación en PIT (Red de Mentorías Regionales), se llevó a cabo un proceso de construcción colectiva entre representantes del estado, la universidad, el sector empresarial y la sociedad civil, durante el 17 de febrero y 10 de marzo de 2018, en el que un equipo multidisciplinario de investigadores y académicos denominado ‘Factoría de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para la

Transformación’ (Gráfica 3), desarrolló un experimento fundamentado en los principios del Tercer Marco de innovación, en el cual se buscó identificar, analizar y proponer una PIT orientada a las IES para el Departamento de Antioquia.

El equipo organizador construyó la metodología y contenidos académicos en un espacio de participación colaborativa con alrededor de 40 asistentes del ámbito académico, empresarial, estado y sociedad civil, que aportaron, desde sus conocimientos, realidades y experiencias, a la generación de propuestas y lineamientos para una nueva política de CTI para la transformación. Fueron cuatro sesiones presenciales, en las que se intercalaron exposiciones sobre conceptos relevantes de política pública transformativa, con juegos y talleres. Por último, se realizó específicamente un análisis de política pública de CTI regional desde el Marco Tres de innovación y un taller de co-creación de propuestas y recomendaciones para que la política CTI incorpore elementos de política de innovación transformativa (Villa et al., 2018).

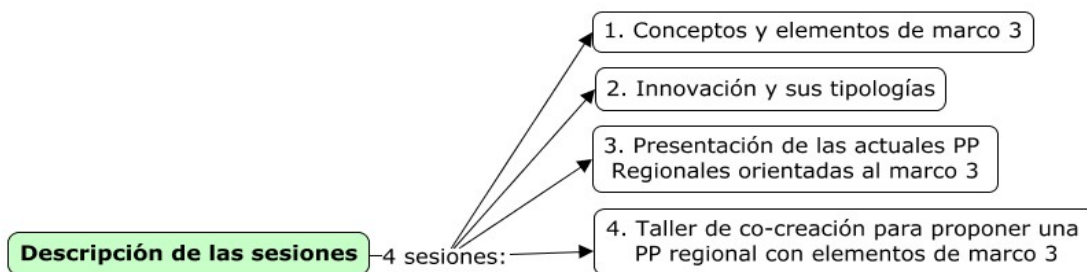
Gráfica 3. Logo Mentoría ‘Factoría de Política de CTI’



Fuente: Elaboración de los investigadores participantes (Villa et al., 2018)

La mentoría fue seleccionada en el marco del Consorcio TIPC y apoyada para ser ejecutada en el Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (ITM); fue bautizada como Factoría de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Transformación (Factoría) (Villa et al., 2018), en un intento de resaltar el espíritu colaborativo de la experiencia. Fue apoyada también por el Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI) de Antioquia en compañía de universidades e instituciones públicas como el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín (UN), Universidad de Antioquia (UdeA) y la Universidad Católica de Oriente, entre otras. La Factoría se desarrolló durante cuatro encuentros en sesiones teórico – prácticas de la PIT, como se muestra en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Metodología de la Factoría de Política Pública de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Transformación – Medellín – Antioquia



Fuente: Elaboración de los investigadores participantes (Villa et al., 2018)

El proceso de la “Factoría” consistió en un “experimento” que puso en debate el rol de las IES para la construcción de políticas de innovación transformativa a través de la capacitación de diversos agentes. Con estas sesiones se logró identificar una gran preocupación de los actores que participaron del ejercicio, por los actuales cambios que están fragmentando las sociedades y generan desequilibrios económicos y ambientales, afectando la calidad de vida.

Con base en estos ejercicios, se planteó la urgencia en encontrar más espacios desde los cuales se escuchen propuestas e ideas relacionadas con la edificación de una mejor sociedad. Además, se identificó el interés en redefinir los mecanismos por los cuales se diseñan las actuales políticas públicas, de modo que se orienten más hacia la inclusión y en resolver los problemas específicos. Finalmente, se sugirió crear, de manera prioritaria, una Cultura de Innovación Transformativa que permee el aparato productivo, e incentivar esta cultura en todos los niveles de la educación; en investigación, incentivar procesos dirigidos a Marco Tres, que permitan entender el fenómeno y que los resultados de estas investigaciones sean divulgados ampliamente en el contexto local y nacional (Colciencias & SPRU, 2018).

5. Propuesta: enfoque transformativo de la política de investigación universitaria Antioquia: un análisis de la política de CTI actual y cómo orientarla hacia la PIT

A partir del marco establecido en el Libro Verde 2030 (Colciencias, 2018), teniendo en cuenta las orientaciones para la implementación de la PIT y con base en los resultados de la “Factoría”, a continuación se presenta un análisis para proponer lineamientos que impulsen el enfoque transformativo de la política de investigación universitaria en Antioquia (Colciencias & SPRU, 2018):

La Política de Innovación Transformativa pretende promover cambios a nivel socio-técnico, considerando la complejidad e interrelación que existe entre las problemáticas a resolver e inspirando a la acción a partir de cinco principios que promueve la política de CTI con enfoque transformador (Colciencias, 2018):

- Aprendizaje y experimentación: Creación de espacios y acciones prácticas que generen procesos de reflexión, transmisión y adquisición de conocimientos y experiencias que permita ajustar la política pública y fundamentar los cambios necesarios.
- Direccionalidad: Proceso colectivo para considerar diferentes alternativas y orientar acciones hacia cambios necesarios y deseables para el desarrollo sostenible.
- Participación: Vinculación activa y diálogo entre los diversos actores para la generación, uso y acceso al conocimiento y la innovación que contribuyan al desarrollo sostenible.
- Interdisciplinariedad: Colaboración entre distintas disciplinas para resolver problemas complejos como los de la agenda de Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.
- Anticipación de resultados y efectos: Hace referencia a la valoración abierta y crítica de los propósitos, motivaciones e intenciones en los procesos de investigación e innovación,
- mediante la cual es posible establecer los impactos y límites éticos que comprometan el desarrollo sostenible.

Asimismo, se requiere de procesos estructurados y sistémicos, que permitan desarrollar la PIT a través de la política pública. En este sentido se definen las siguientes etapas:

- Profundización: Para aquellos instrumentos/programas que actualmente propenden por la gestión y transferencia del conocimiento, en tanto sean iniciativas que contemplan algunos de los principios de la política transformativa como participación, aprendizaje y

experimentación, interdisciplinariedad y anticipación de resultados. Se requiere de esfuerzos adicionales para aumentar su potencial transformador. Para ello, las entidades responsables deben trabajar en la incorporación de los principios faltantes de la PIT.

- **Expansión:** Para aquellas iniciativas en marcha, como los programas de formación de alto nivel, vocaciones científicas (becas/convenios), programas de inclusión en IES, en los que se ha evidenciado su utilidad para resolver los principales problemas de los sistemas sociotécnicos. Para apoyar su expansión, se sugiere que las entidades responsables trabajen para ampliar su alcance y/o cobertura.
- **Aceleración:** Esta forma de trabajo aplica para aquellas iniciativas que tienen un potencial transformador, como el caso de los grupos y semilleros de investigación y los programas de inclusión al interior de las IES. Para estimular este potencial transformador, se recomienda a las entidades responsables trabajar para generar incentivos o eliminar barreras que permitan aumentar la velocidad y profundidad del proceso de cambio.

5.1. Análisis de la política CTI – Antioquia con respecto al enfoque del Tercer Marco

A continuación, se presentan resultados de la evaluación del Plan Departamental de CTI de Antioquia (PEDCTI) (Gobernación de Antioquia, 2010), como política pública regional de CTI que rige a las IES. El ejercicio realizado pretendió identificar la existencia de elementos, principios y procesos transformadores de este plan.

El PEDCTI fue revisado y analizado por diversos actores académicos, empresariales, agencias de innovación y sociedad civil. Dicho análisis fue construido teniendo en cuenta la política de innovación transformativa propuesta para Colombia y orientado por los interrogantes presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Preguntas Orientadoras

PRINCIPIO	PREGUNTAS ORIENTADORAS
Direccionalidad	¿El instrumento/programa/proyecto se orienta a desafíos sociales o ambientales específicos, por ejemplo, algún ODS? ¿Fueron contempladas diferentes alternativas para abordar el desafío o proveer soluciones? ¿Fueron contempladas las implicaciones de esas posibles alternativas?
Participación	¿Se generan espacios para la vinculación de todos los actores interesados a lo largo del proceso? ¿Hay espacio para la participación de la sociedad civil y usuarios finales de la solución o cambio pretendido? ¿Se han contemplado mecanismos para facilitar el diálogo y la inclusión de todos los actores?
Aprendizaje y experimentación	¿Hay espacios para la reflexión sobre el avance del proceso de cambio? ¿Cómo lecciones aprendidas, fracasos, aportes de múltiples funciones son incorporados permanentemente para el mejoramiento del instrumento, programa o proyecto?
	¿Se considera cómo las creencias y formas de pensar pueden influenciar el ritmo del cambio o el avance de las soluciones?
Interdisciplinariedad	¿Se generan espacios para el diálogo entre diferentes disciplinas y saberes? ¿Se reconoce la complejidad de los problemas y se analizan desde diferentes perspectivas? ¿Se promueve la conformación de grupos de trabajo interdisciplinarios para el desarrollo de los procesos de transformación?

Anticipación de efectos	¿Se han identificado las posibles implicaciones que, a nivel social, ambiental y económico tendría el avance de una solución o transformación? ¿Se informa a la sociedad sobre los posibles efectos y se toman medidas? ¿Los posibles efectos son tomados en cuenta a la hora de decidir sobre la continuidad de los procesos de cambio?
-------------------------	--

Fuente: Elaboración propia con base en Colciencias y SPRU (2018)

En la Tabla 2 se presenta las perspectivas de los actores frente a la política pública regional de CTI para IES y se realizan observaciones en cuanto a la identificación de elementos transformativos en la política de investigación universitaria en Antioquia.

Tabla 2. Perspectivas de los actores frente a la política pública regional de CTI para IES

Política de CTI – Antioquia	SI/NO	Observaciones
Metas enfocadas a los ODS	NO	No está explícito en la política orientaciones hacia ODS o ODM
Cambio sistémico (apunta a cambios en el sistema social o tecnológico)	NO	La política no busca el cambio del régimen establecido. No hay integración entre política económica y política social
Aprendizaje y reflexión	NO	Existen los espacios de aprendizaje, pero no hay lugar para reflexión en la política
Conflicto y consenso	NO	No se reconocen ni se fomentan los espacios para conflictos
Inclusión	SI Contradicción	Hay contradicciones porque se incluyen los actores, pero al final quien toma las decisiones, es la Gobernación
Redes y cambios en redes	SI Contradicción	No hay cambios en las redes establecidas, no hay proyectos priorizados
Programas de formación/becas/convenios	SI	Se apuesta por la formación para el trabajo, se financian estudios a nivel de pregrado y posgrados a través de convenios y becas.
Labor ambiental	NO	No está explícito la responsabilidad y no hay proyectos priorizados
Elementos IES/Ejes misionales	NO	Esta política, no incluye una propuesta en los cambios en los ejes, ni en su alcance
Intencionalidad	NO	La política no incluye o sugiere cambios, remodelaciones del actual sistema, no es inclusiva
Cambio de dirección	NO	
Elementos de innovación transformativa/cambio de intención	NO	Es clara la orientación de la política hacia desarrollo tecnológico y economía de capital, no hay innovación hacia lo social.
Nuevos actores	NO	La política está basada en la estructura actual de actores, no contempla en la inclusión de nuevos actores.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la experimentación en PIT en IES

En la Tabla 3 se analizan las fortalezas de las acciones de política que permitan la incorporación de los principios de la PIT para instrumentos o programas en curso.

Tabla 3. Acciones de política para iniciativas nuevas o en curso

Instrumento /programa	Direccionalidad	Participación	Aprendizaje y experimentación	Interdisciplinariedad	Anticipación de resultados
Formación de alto nivel	Baja	Baja	Media	Media	Baja
Programas de formación	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Gestión y transferencia del conocimiento	Baja	Alta	Media	Media	Media
Vocaciones científicas (/becas/convenios)	Baja	Baja	Media	Baja	Baja
Inclusión IES	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Grupos y semilleros de investigación	Baja	Baja	Baja	Media	Baja

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la experimentación en PIT en IES

Luego de haber realizado este análisis con una revisión del alcance y resultados de los instrumentos/programas de la política regional de CTI, se identificaron los procesos que deben ser llevados a cabo, partiendo de la creación de mecanismos para fortalecer aquellos principios que se muestran con presencia baja o media (Tabla 4).

Tabla 4. Formas de trabajo para la adopción de una política de investigación transformativa

Instrumento/programa	Profundizar	Expandir	Acelerar
Formación de alto nivel		✓	
Programas de formación		✓	
Gestión y transferencia del conocimiento	✓		
Vocaciones científicas (/becas/convenios)		✓	
Inclusión IES		✓	✓
Grupos y semilleros de investigación			✓

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de la experimentación en PIT en IES

En este sentido, como aporte fundamental de este estudio, se recomienda emprender acciones para la adopción de una política de investigación universitaria con enfoque transformativo, en las siguientes direcciones:

- a) Adopción del enfoque transformativo de los instrumentos/programas en curso y nuevos
 - Acciones de políticas que impulsen el desarrollo de nuevas iniciativas con potencial para contribuir con transformaciones socio-técnicas.
 - Acciones de políticas que contribuyan con el fortalecimiento y/o implementación de iniciativas a partir de los principios transformativos.
- b) Gestión de nichos
 - Identificación de las áreas de aplicación (sistemas sociotécnicos) que se desean transformar prioritariamente, a partir del plan de desarrollo departamental.
 - Creación y/o fortalecimiento de grupos para la transición.
 - Integrar diversos actores con el propósito de sensibilizarlos frente al cambio, haciéndolos partícipes en los procesos de visualización de la transformación.
 - Impulso a experimentos y experiencias piloto donde la universidad pueda interactuar con otros usuarios o diseñadores de programas y políticas con el fin de construir

- redes de aprendizaje.
- c) Gestión de condiciones del Sistema Regional de CTI
- Fortalecimiento de espacios como los comités universidad-empresa-estado, consejo departamental de CTI y comisión regional de competitividad, para promover el enfoque transformativo y la construcción / implementación de instrumentos/ programas de política de investigación universitaria.

Esta política pública de investigación universitaria con enfoque transformativo, busca generar espacios en los cuales se empiece a repensar en nuevas alternativas de innovación, en nuevos instrumentos/programas o la orientación de los ya existentes hacia este nuevo paradigma de innovación, que tenga en cuenta los diferentes contextos, complejidades, problemas y necesidades que enfrentan y demandan los actores del sistema (Estado, Universidad, Sector Privado y Sociedad Civil)

Para ello es fundamental que los actuales procesos, mecanismos y/o acciones desarrolladas se integren con este nuevo marco de innovación, que generen cambios significativos en los sistemas socio-técnicos, y que estos cambios puedan ser social, ambiental y económicamente sostenibles.

Dichos cambios deben ser producto de la investigación, la experimentación y de la colaboración entre los actores del sistema, se requiere realizar además ejercicios de reflexión colectiva sobre las alternativas de innovación en los territorios e implementarlas, se deben incluir reflexiones sobre procesos o iniciativas que ya se están llevando a cabo en los territorios pero que no necesariamente han sido apoyados desde la política nacional o departamental. Propiciar y apoyar procesos de este tipo es, por tanto, una prioridad para las nuevas políticas de investigación universitarias.

Por último, se propone incluir las siguientes acciones para incorporar la PIT en la investigación universitaria:

- Crear centros de investigación en innovación social, inclusiva, transformadora.
- Proponer otros esquemas evaluativos en las IES hacia el enfoque transformador.
- Generar capacidades científico – tecnológicas con enfoque transformador.
- Visibilizar espacios de cocreación para diseñar la política de investigación universitaria.
- Impulsar cátedras de innovación transformativa.
- Incluir elementos de “medición” (valoración, valuación, evaluación), de la innovación transformativa.

6. Conclusiones

La humanidad está abocada a afrontar los retos del mundo actual (ambientales, sociales, culturales, políticos y económicos), para lo cual requiere la colaboración de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI), para hacer frente a estos desafíos. Las Instituciones de Educación Superior juegan hoy en día un papel preponderante en la sociedad, como actores fundamentales para la formación, la investigación y la apropiación social de la CTI. Es por esto que se debe orientar la política pública de CTI, especialmente en temas de investigación universitaria, en torno a un marco incluyente y sostenible. Es decir, en torno a la política de innovación transformativa o de Marco Tres.

La CTI como dinamizadora de la economía, ha desempeñado un papel fundamental, convirtiéndose en un elemento diferenciador que genera riqueza, crecimiento, industrialización y crecimiento económico a nivel de empresa, industria y región. Sin embargo, su alcance debe ir más allá, no solamente a aportar en aspectos económicos (industrialización, consumo y generación de riqueza), ya que la sociedad actual está expuesta a problemas políticos, económicos, sociales y ambientales como la inequidad, la pobreza, la migración, la exclusión, la desigualdad y la contaminación ambiental, situaciones que, hasta el momento, la concepción de innovación tradicional no ha sido capaz de afrontar.

Ante esto, la emergencia de un cambio de paradigma en términos de política de ciencia, tecnología e innovación se ha hecho evidente; y para dar respuesta a esta necesidad se propuso lo que ha sido denominado como Política de Innovación Transformativa o Tercer Marco de política de CTI. Esta iniciativa ha impulsado un nuevo marco de innovación que dio vida al Consorcio de Política de Innovación Transformativa (TIPC, por sus siglas en inglés) que proporciona lineamientos para el diseño de políticas de CTI cuyo objetivo sea contribuir al logro de los desafíos globales y problemas que padece la humanidad.

Como respuesta a estas prioridades, Colombia se adhiere a este Consorcio de Política de Innovación Transformativa, el cual pretende promover cambios a nivel socio-técnico, considerando la complejidad e interrelación que existe entre las problemáticas a resolver e inspirando a la acción a partir de cinco principios que promueve la política de CTI con enfoque transformador: a) Aprendizaje y experimentación; b) Direccionalidad; c) Participación; d) Interdisciplinariedad; y e) Anticipación de resultados y efectos. Asimismo, se requería de procesos estructurados y sistémicos, que permitan desarrollar la PIT a través de la política pública, teniendo en cuenta las etapas de a) Profundización; b) Expansión y c) Aceleración; basándose en una metodología que permitió generar espacios de experimentación colectiva, reflexiones y aprendizajes, colaboración y participación activa entre diversos actores del SNI, así como acompañamientos y asesorías mediante redes de mentorías en el nivel local.

Como resultado de estos ejercicios se encontró que, tanto en el nivel nacional como regional, no existían políticas claras de CTI que tuvieran un enfoque transformador; aunque en algunos casos se identificó iniciativas que parcialmente incluían elementos de la PIT. Por otro lado, se evidenció la necesidad de adoptar este enfoque transformador para el rediseño de las actuales políticas de CTI en las regiones; así como de crear y fortalecer espacios de reflexión y aprendizaje colectivo para buscar nuevas soluciones a los problemas y necesidades del país.

En el proceso de la “Factoría”, particularmente, se puso en debate el rol de las IES para la construcción de políticas de innovación transformativa a través de la socialización con diversos agentes. Con estas sesiones se logró identificar una gran preocupación de los actores que participaron del ejercicio, por los actuales cambios que están fragmentando las sociedades y generan desequilibrios económicos y ambientales, afectando la calidad de vida. Además, se identificó el interés en redefinir los mecanismos por los cuales se diseñan las actuales políticas públicas, de modo que se orienten más hacia la inclusión y en resolver los problemas específicos.

También se sugirió crear, de manera prioritaria, una Cultura de Innovación Transformativa que permee el aparato productivo, e incentivar esta cultura en todos los niveles de la educación; en términos de investigación, se propuso incentivar procesos dirigidos a Marco Tres, que permitan entender el fenómeno y que los resultados de estas investigaciones sean divulgados ampliamente en el contexto local y nacional. Finalmente,

según los resultados del presente estudio, el reto es seguir aprendiendo y experimentando, generando espacios interdisciplinarios de participación, en los cuales se dirijan y enfoquen las iniciativas desde la investigación universitaria a la solución de problemas de la humanidad que aquejan a las comunidades de base, previendo resultados y efectos de estos procesos. Lo anterior, con la finalidad de promover los cambios sociotécnicos necesarios para crear soluciones reales a problemas reales, a partir de la adopción del enfoque transformativo, de la protección de los nichos y de la gestión de condiciones apropiadas para este enfoque en el Sistema Regional de CTI.

7. Agradecimientos

Los autores manifiestan su profundo agradecimiento a las siguientes entidades que apoyaron este proceso: Consorcio TIPC, Colciencias, SPRU, CODECTI de Antioquia, Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Universidad de Antioquia y Universidad Católica de Oriente.

Adicionalmente, se agradece de manera sincera a todas aquellas personas que acompañaron el proceso de la “Factoría” quienes, con su visión, preguntas y compromiso, hicieron posible este espacio interdisciplinar de reflexión, aprendizaje, experimentación, dirección y anticipación de efectos. Todos son totalmente transformadores.

8. 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. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.09.006>
- Chataway, J., Daniels, C., Kanger, L., Ramirez, M., Schot, J., & Steinmueller, E. (2017a). Developing and Enacting Innovation Policy. *Developing and Enacting Transformative Innovation Policy*, 18–21.
- Chataway, J., Daniels, C., Kanger, L., Ramirez, M., Schot, J., & Steinmueller, E. (2017b). Developing and enacting transformative innovation policy a comparative study.
- Coenen, L., Hansen, T., & Rekers, J. V. (2015). Innovation Policy for Grand Challenges . *An Economic Geography Perspective*, 9, 483–496.
- Colciencias. (2018a). Libro Verde 2030_ Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible.
- Colciencias. (2018b). *Política de ciencia e innovación para el desarrollo sostenible política nacional de ciencia e innovación*.
- Colciencias, & SPRU. (2018). *Orientaciones para la formulación de políticas regionales de innovación transformativa en Colombia*.
- CONPES. (2015). Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2025. *Documento Borrador CONPES*, 1–161.
- Departamento Nacional de Planeación. Conpes 3582 - Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2009).
- Dutrenit, G. (2017). Innovaciones inclusivas: un modelo basado en agentes, (March).
- Echeverría, J. (2008). El manual de Oslo y la innovación social. *ARBOR, Pensamiento y Cultura*, CLXXXIV(732), 609–618. <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i732.210>
- Fressoli, M. (2015). Movimientos de base y desarrollo sustentable: la construcción de caminos alternativos. *Ciencia e investigación*, 65, 56–68.
- García, M., J., Villa E., E., & Cardona., V. (2018). Innovación inclusiva. revisión a partir de redes de colaboración: Caso Colombia. *Universidad Nacional de México*.
- Gobernación de Antioquia. Plan Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación, Antioquia (2010).
- Hernandez, A., Chavarro, D., Isabel Vélez, M., Niño, A., Tovar, G., Montenegro, I., & Olaya, A. (2018). Percepciones sobre la Agenda 2030 y su relación con la Política Pública de CTel en Colombia.
- Hernández, J. L. S., & Pérez, C. D. (2016). Innovación para el desarrollo inclusivo: Una propuesta para su análisis. *Economía Informa*, 396, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.01.002>
- Kaplinsky, R. (2013). Innovation Knowledge Development: Early 21 st century in low and middle income

- economies. Pérez, A. (2007). *Ciencia y tecnología al alcance de todos*.
- Ramírez, M. (2016). Inclusive Innovation , Capacity Building and Social. *Palmas*, 37, 151–158.
- Schot, J., Boni, A., Ramirez, M., & Steward, F. (2018). Through transformative innovation policy, 1–8.
- Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2016). Framing Innovation Policy for Transformative Change : Innovation Policy 3.0, (September), 0–26.
- Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy : R & D , systems of innovation and transformative change, 47(October 2016), 1554–1567. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>
- Smith, A., Fressoli, J. M., Abrol, D., Arond, E., & Adrian, E. (2016). Introducing Grassroots Innovation Movements. In *Grassroots Innovation Movements*.
- SPRU. (2016). Designing Innovation Policy for Transformative Change in Paris and Seoul.
- Thomas, H., Bortz, G., & Garrido, S. (2015). Enfoques y estrategias de desarrollo innovación y políticas públicas para el desarrollo inclusivo.
- TIPC. (2018). Home - Transformative Innovation Policy.
- United Nations. (2016). Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible.
- Villa, E., Osorio, L. J., Boni, A., Robledo, J., Gómez, M. E., Villalba, M. L., García, M., Hormecheas, K. (2018). Factoría de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Transformación.

Interação entre empresas e instituições de ciência e tecnologia: O caso de uma Agência de Fomento

Daniel Pereira de Almeida
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Brasil
dpalmeida@id.uff.br

Thiago Borges Renault
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Brasil
thiagorenault@gmail.com

Sergio Yates
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Brasil
syatesbz@gmail.com

Guilherme de Oliveira Santos
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Brasil
guilhermedeoliveirasantos.gos@gmail.com

Marcus Vinícius de Araújo Fonseca
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Brasil
vfonseca@labrintos.coppe.ufrj.br

Resumo

No início dos anos 2000, a política de inovação começou a fazer parte do contexto brasileiro de ciência e tecnologia. Por ser formulada neste ambiente, esta política mostrou pouca conexão com o meio empresarial. Dessa forma, o financiamento de atividades de inovação a partir de um conselho de pesquisa pode apresentar nuances que requerem um olhar crítico. Este artigo traz um panorama geral sobre a evolução do ambiente de ciência, tecnologia e inovação no Brasil e contextualiza questões observadas na análise do caso da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro no período de 2007 a 2017. A referida fundação foi criada como uma agência de financiamento para atividades científicas e, duas décadas após a sua criação, incorporou uma nova diretoria para cuidar especificamente de ações voltadas para a inovação. A análise apresentada traz 50 editais com foco em inovação em empresas e 2.217 projetos contemplados ao longo desse período. Em uma análise aprofundada sobre esses projetos, verifica-se que apenas 6% são projetos executados por empresas em parceria com ICTs. A imensa maioria das propostas trazem os atores de forma isolada, dificultando o processo de inovação tecnológica. Nas conclusões, são refletidas as decisões estratégicas tomadas pela fundação no financiamento destas atividades, optando por alargar o conceito de inovação para aumentar o alcance das políticas realizadas. Por consequência, as sinergias entre atividades científicas e de inovação se embaçam, gerando impactos na governança do processo como um todo.

1. Introdução: inovação e suas interpretações

A inovação sempre fez parte da história da humanidade. Ao longo dos anos, passou por diversas modificações de definição, classificação e interpretação. Sua importância ficou marcada para a sociedade no período pós-guerra, onde foram levantadas diferentes questões sobre sua relevância. O desempenho de países que possuíam tecnologias mais avançadas como

Global Position System (GPS), radar, transmissões criptografadas, e a bomba atômica chamou atenção da população mundial. Nesse período, acreditou-se que apenas um maior investimento em atividades de pesquisa básica era suficiente, para assim gerar um estoque de conhecimento que, naturalmente, seria absorvido pelo mercado. Convencionalmente, esse conceito foi chamado de abordagem linear de inovação (Bush, 1945). Para Freeman e Soete (1997, p.317), “a introdução, a difusão e o melhoramento contínuo de novos produtos e processos foram importantes fatores por trás dos ganhos em eficiência, registrados em diversos setores industriais no período pós II Guerra Mundial”. Não se tratava apenas de maiores exércitos, mas sim do mais “evoluído”.

Uma das premissas dessa abordagem diz que a pesquisa básica deve ser realizada sem nenhum viés de aplicação, mas que com o passar do tempo, ela pode se tornar aplicada e, conseqüentemente, uma inovação. A lógica é que o investimento constante do estado em atividades científicas é benéfico para a sociedade porque esses conhecimentos formam um estoque de saberes que naturalmente são apropriados pelo setor empresarial gerando desenvolvimento. Era natural imaginar que a pesquisa básica daria origem a uma pesquisa aplicada, e que o seu resultado necessariamente resultaria em uma inovação. A lógica era simples: quanto mais investimento em pesquisa, mais resultados em inovação (Figueiredo, 2015). Porém esse conceito começou a ser contestado na década de 90.

Diversos atores (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997) acreditavam que a inovação não é linear. Dessas discussões, surgiu o conceito de sistemas de inovação. Para a Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD, 1997) a inovação é sistêmica, e não depende apenas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), mas da interação de pessoas, empresas e instituições. Isso mostra que a constituição do ambiente de inovação foi gradual, que essas transformações são regulares, e demonstram como a inovação conecta-se com o crescimento sustentável da economia. No caso brasileiro, a inovação entrou na agenda do governo a partir dos anos 2000. Entretanto, sendo gerada a partir de uma abordagem linear, com base no suporte do seu ambiente de Ciência e Tecnologia, acabou se distanciando do mercado.

Para o processo de inovação ocorrer, podem surgir diversos obstáculos. Pequenas e médias empresas, podem ter dificuldades de manter um setor dedicado ao desenvolvimento de novos produtos e processos. Áreas de dedicadas exclusivamente P&D são ainda mais raras, estando presente, em maioria, em grandes empresas. As empresas possuem mais facilidade na inserção no mercado e de comercialização de novos produtos. Entretanto, atuando de uma forma isolada, dificilmente conseguirão alcançar uma inovação de abrangência nacional ou mundial, ficando restrita, muitas vezes, apenas a pequenas modificações e/ou alterações dentro da empresa. Já as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), possuem diversos pesquisadores e doutores experientes na condução de projetos de P&D. Porém, quando atuando de forma isolada e sem contato com empresas, esses projetos possuem mais dificuldade de comercialização, sendo caracterizados, como invenções. Para que o processo de inovação ocorra, é necessário que o projeto seja inserido no mercado (OECD/EUROSTAT, 2005). Esse fato reforça o trabalho apresentado por Longo (2009), que retrata a dificuldade de iniciativas singulares e isoladas de inovação possuírem o resultado esperado.

2. papel do governo na inovação

Sendo assim, é necessário que a esfera pública esteja presente no processo de criação de políticas nos campos de ciência, tecnologia e inovação, incentivos fiscais, econômicos e na

interação do setor público com o privado, atuando como indutor do desenvolvimento socioeconômico de países e de regiões (Rocha; Ferreira, 2004; Mazzucato, 2014).

Os movimentos em busca de práticas e políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação têm sido pauta de agendas ao redor do mundo. A OECD tem feito um esforço considerável no desenvolvimento de estudos sobre políticas de inovação em todo o mundo. Um exemplo pioneiro desses estudos é o Manual de Frascati. Desde sua primeira edição, em 1962, até a sua sétima versão, em 2015, o manual tem sido uma referência para mensuração de atividades científicas, tecnológicas e de inovação. O manual busca padronizar as estatísticas, para que seja possível uma comparação desses dados entre países, tornando-se uma forte ferramenta de análise para pesquisadores, empresas e formuladores de políticas públicas mundiais. Da mesma forma, para complementar esse material, a OECD lançou, em 1992, a primeira edição do Manual de Oslo, uma vez que as versões do Manual de Frascati abrangiam apenas até a aplicação de uma pesquisa no mercado. Já o Manual de Oslo vai além dessa etapa, descrevendo procedimentos para coleta, apresentação e utilização de dados sobre inovação, cobrindo, inclusive, principalmente em suas versões mais recentes, inovações que não utilizam P&D. Atualmente em sua quarta edição (OECD, 2018), o Manual de Oslo já teve três outras edições (1992, 1997 e 2005) trazendo uma considerável bagagem de conhecimento e discussões de pesquisadores renomados e especialistas no assunto.

No Brasil, essas pesquisas tomaram forma no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que iniciou, no ano 2000, a primeira edição da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), cobrindo o triênio 1998-2000. A PINTEC teve como objetivo identificar quais atividades, iniciativas e esforços foram realizados pelas empresas em inovação, assim como obstáculos para essa ação. A pesquisa ocorre a cada três anos, por meio de entrevistas às empresas (presenciais e, mais recentemente, por telefone), tendo como a mais recente a do triênio 2011 a 2014, utilizada no cerne deste trabalho. A base principal para a coleta de dados e elaboração desses indicadores está presente na terceira edição do Manual de Oslo (OECD/EUROSTAT, 2005). A PINTEC tem sido uma importante ferramenta para análise de dados no país, destacando-se por cobrir, individualmente, todos os estados da federação e os setores da indústria, serviços, eletricidade e gás. As especificidades dessa pesquisa permitem uma reflexão mais profunda sobre cada estado brasileiro e o seu desempenho no desenvolvimento de inovações quando comparados aos demais entes da federação ou ao país como um todo.

Para o Estado do Rio de Janeiro, essas análises foram essenciais para a formulação e acompanhamento de políticas públicas na área de Ciência, Tecnologia e Inovação. Tais políticas foram representadas com a criação da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) em 1980. O objetivo da instituição era o de promover e amparar a pesquisa, bem como a formação – tanto científica quanto tecnológica – necessária ao desenvolvimento sociocultural e econômico do Estado. Apesar disso, ela passou por diversas modificações ao longo dos anos, tanto nos seus objetivos e missões como em sua estrutura organizacional. Atualmente, é reconhecida, de forma popular, pelos pesquisadores do Estado, como “A Casa dos Cientistas” ou “A Casa da Ciência”.

Por outro lado, apesar de seguir alguns conceitos de inovação do Manual de Oslo, a flexibilidade presente no Manual acaba gerando dúvidas, tanto no corpo técnico da FAPERJ como na comunidade. Os conceitos de inovações não tecnológicas, bem como pequenas inovações com abrangência apenas dentro da empresa, são importantes para o seu desenvolvimento particular, pois retratam um esforço feito para inovar. Entretanto, elas podem não estar alinhadas com a missão da FAPERJ, uma Fundação de Amparo à Pesquisa,

vinculada à Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação (SECTI). Reflexo dessas dificuldades, os diversos editais, apresentados ao longo dos anos, trazem diferentes abordagens e finalidades que se alternaram no percurso do tempo, conduzindo um fluxo de heterogeneidades nos projetos contemplados em inúmeros sentidos.

A partir desse contexto, o objetivo deste artigo é refletir sobre como o fomento a inovação foi inserido na missão institucional da FAPERJ, como foi implementado entre o período de 2007 a 2017 e como a interação entre empresas e ICTs foi tratada nesse processo.

3. Modelo de financiamento da FAPERJ

A FAPERJ, agência de fomento ligada a SECTI, atua com diferentes modelos de financiamento à Ciência, Tecnologia e Inovação no Estado do Rio de Janeiro. Sua origem pode ocorrer tanto na Diretoria Científica, como na Diretoria de Tecnologia, com cada um possuindo suas particularidades. Todos os programas são divulgados através do endereço eletrônico da FAPERJ através de editais, onde são descritos os critérios de elegibilidade, utilização de recursos financeiros, obrigações, entre outros. Esses formatos são divididos, basicamente, em três modalidades: Bolsas, Bolsas de Bancada e Auxílios.

As Bolsas se caracterizam como programas de iniciação científica e tecnológica, mestrado, doutorado, pós-doutorado, entre outros. Esses recursos financeiros são uma forma de gratificação aos contemplados, e não tem obrigatoriedade de serem utilizados na pesquisa.

As Bolsas de Bancada foram modeladas como um financiamento de subsistência para os pesquisadores. Esse programa busca, em grande parte, a manutenção de equipamentos, compra de materiais de consumo, principalmente de laboratórios, e pequenos gastos constantes. A transferência de recursos é feita mensalmente, em pequenas quantias, e podem variar entre um a três anos. Os programas mais reconhecidos pela Fundação são os Jovens e Cientistas do Nosso Estado (programa de cunho científico, voltado à cientistas referências do Estado do Rio de Janeiro), e o Startup RIO (programa de aceleração de startups).

Os auxílios são programas mais robustos, que concedem recursos financeiros a Instituições de Ciência e Tecnologia (através de pesquisadores), Incubadoras, Parques tecnológicos, empresas, inventores independentes (figura de inventor que não possui vínculos com ICTs ou empresas). A principal característica desse programa está na possibilidade de financiamento a empresas (através do Cadastro nacional de Pessoa Jurídica, CNPJ). Entretanto, esse financiamento é limitado a Despesas de Custeio, não sendo permitido gastos com Despesas de Capital (como máquinas e equipamentos).

4. Método

Ao longo do período de 2007 a 2017, a FAPERJ atuou com quase 400 editais (apenas na modalidade auxílios), tendo contemplado um pouco mais de 20 mil projetos. O investimento total, nesse período foi de aproximadamente 2,7 bilhões de reais (valor corrigido para moeda presente). Como forma de selecionar a amostra pesquisada, foram realizadas duas etapas de análise.

A primeira etapa envolveu a análise dos editais. Neles estão descritos as regras de financiamento e uso desses recursos financeiros, critérios de elegibilidade dos proponentes, e processo de avaliação. Essa etapa traz uma devida compreensão sobre os projetos contemplados, uma vez que eles passaram por um processo de seleção específico, descrito em cada edital. Conforme descrito anteriormente, esses programas podem ser lançados tanto pela

Diretoria Científica, como pela Tecnológica, possuindo público alvo, objetivos e critérios de seleção específicos para cada modalidade.

Em um segundo momento, foi realizada a análise dos projetos contemplados. A intenção é de identificar e público-alvo envolvido nos projetos, e dessa forma, classificar os projetos que envolveram, em alguma de suas etapas, o relacionamento entre empresas e ICTs. Foi realizado um trabalho de leitura dos resumos dos projetos submetidos à Fundação, bem como uma apreciação de vários outros itens, a saber: resultados esperados, orçamento solicitado, cadastros das empresas, pesquisadores envolvidos, relacionamento empresa/ICT e, em alguns casos, relatórios técnicos parciais e/ou finais, além de histórico de projetos anteriormente contemplados.

A análise de dados da FAPERJ e das empresas foi feita por meio de coleta de dados primários e secundários. Dados primários, segundo Mattar (2005), são aqueles que não foram coletados anteriormente. Esses dados foram coletados em visitas técnicas, entrevistas com os diretores científico e de tecnologia, servidores e assessores da Fundação, algumas empresas contempladas bem como com os pesquisadores envolvidos. Os dados secundários foram obtidos a partir de pesquisa ao banco de dados da FAPERJ, o qual inclui cadastro das empresas e pesquisadores, relatórios técnicos parciais e finais e propostas submetidas para solicitação de auxílio financeiro. Foram analisados os projetos solicitados pelas empresas e aprovados pela FAPERJ; relatórios técnicos – parciais e finais; cadastro das empresas no banco de dados da FAPERJ (SisFAPERJ); histórico de P&D; parceria com ICT e, por fim, objetivos do orçamento solicitado.

- Amostragem dos projetos analisados

Os editais dividem-se por Diretoria responsável (Científica ou de Tecnologia), e por forma de pagamento (bolsa, bolsa de bancada e auxílio). A FAPERJ já financia projetos de inovação desde 1990. Inclusive, a Diretoria de Tecnologia foi criada em 2002. Porém, esses editais são anteriores à criação do primeiro sistema da FAPERJ, tendo sido armazenados apenas em processos físicos, de papel, e que não estavam de posse da Fundação. Sendo assim, optou-se por analisar somente os editais que já possuíam submissão digital. A seguir, apresenta-se o Quadro 1, com o volume de financiamento de auxílios da FAPERJ no período de 2007 a 2017.

Quadro 1: Volume de projetos, editais e total concedido no período de 2007 a 2017

DIRETORIA RESPONSÁVEL	EDITAIS (QUANTITATIVO)	PROJETOS (QUANTITATIVO)	TOTAL CONCEDIDO (R\$)*
Científica	301	19.528	2.017.107.914,44
Tecnologia	76	2.651	698.061.025,57
Total	377	22.179	2.715.168.940,01

*Valores trazidos para valor presente em 2018

Fonte: Base de dados da FAPERJ (2018)

- Identificação de editais com foco em inovação

Como forma de manter ainda mais homogêneas as propostas analisadas, optou-se pela

escolha de alguns editais específicos da Diretoria de Tecnologia para compor a amostra estudada. Sendo assim, antes de se classificar os projetos inovadores das empresas, é essencial que sejam analisados os objetivos e finalidades de cada edital. A possibilidade de um edital abordar dois focos distintos está relacionada com os critérios de seleção abrangentes, os quais permitem que diferentes tipos de empresa disputem e sejam contempladas no mesmo edital. É possível que, apesar dos critérios de seleção adotados anteriormente, alguns editais sejam mais específicos para projetos que envolvam inovação de baixo nível tecnológico. Desse modo, apenas uma parte dos editais criados pela Diretoria de Tecnologia foram analisados, tendo sido adotados os seguintes critérios: (i) foco em financiamento de empresas; (ii) destinado a empresas com fins lucrativos; (iii) esperado retorno financeiro. Desta forma, editais com foco em criação, reforço e modernização de infraestrutura de instituições vinculadas ao Governo do Estado, competições discentes, popularização de C&T&I e programas sem fins lucrativos, não foram incluídos na pesquisa, pois não tinham como finalidade e objetivo o financiamento de inovações em empresas.

- Identificação de projetos de inovação em empresas

O principal quesito analisado foi o envolvimento de empresas e ICTs nos projetos. Essa relação pode ocorrer através de parcerias, compra ou utilização de P&D ou transferência de tecnologia. A partir dessa análise, foi possível identificar as interações feitas entre empresas, ICTs, pesquisadores e outros membros da comunidade que interagem com a FAPERJ. Os projetos foram classificados em quatro categorias de proponentes: (i) empresa em parceria com ICT; (ii) apenas empresa; (iii) apenas ICT; (iv) inventor independente (não envolve empresa ou ICT).

Foi analisada também a presença de P&D em alguma das etapas dos projetos. Foram utilizados os critérios de pesquisa da OECD (2015). Essa análise identifica a existência de atividades sistemáticas de pesquisa (por exemplo, parceria com ICTs), desenvolvimento de recursos humanos (treinamentos, formação acadêmica dos funcionários em nível de mestrado e doutorado, histórico profissional, entre outros) e depósitos de propriedade intelectual (presentes em grande parte de projetos de P&D). A distinção entre projetos de P&D e de inovação é comum e pode gerar dúvidas. Como a Diretoria de Tecnologia é nova, quando comparada à Diretoria Científica, é possível que a comunidade não esteja tão familiarizada com o perfil de projetos que ela busca financiar. Ainda que a Diretoria Científica possua um volume de projetos em ciência mais generoso, é esperado que alguns projetos na área de ciência acabem buscando financiamento na Diretoria de Tecnologia, acreditando se enquadrar nos objetivos dos editais. Entende-se que esses projetos, dificilmente, serão aprovados, tendo uma possível presença maior nas submissões. Por outro lado, diante das dificuldades de classificação citadas, é provável que existam no histórico de contemplados.

Foram analisados, ainda, os objetivos dos projetos. Os orçamentos solicitados podem envolver bens de capital, como atualização da infraestrutura da empresa ou ICT proponente, compra ou desenvolvimento de software, ou simples reposição ou extensão de capital (compra de equipamentos e pequenas reformas). Já as despesas em custeio envolvem material de consumo, serviços de terceiros e diárias e passagens. Não são previstos nesses editais pagamento de pessoal administrativo nem recursos para atividades comerciais que devem ser contrapartida do proponente no projeto solicitado. Foram identificados também, projetos com o objetivo de melhorar uma linha de produção, compra de softwares de gestão para indústria, incremento de infraestrutura e/ou reforma de galpões.

5. Resultados

Inicialmente, foram considerados apenas os editais da Diretoria de Tecnologia, imaginando que apenas esses envolvessem relacionamento com empresas. Entretanto, durante a análise, foram identificados cinco editais lançados pela Diretoria Científica que possuíam os requisitos necessários para enquadramento nesta pesquisa. Esses editais tiveram versões lançadas tanto pela Diretoria de Tecnologia como pela Científica. Era esperado que os primeiros anos da inserção da inovação na missão da FAPERJ gerasse esse tipo de confusão. A fronteira de editais de “ciência, tecnologia e/ou inovação” é complexa, tanto na comunidade que, possivelmente, não sabe em qual deles se enquadra melhor, quanto na própria Fundação, que possui dificuldades de estabelecer objetivos relacionados com sua missão. Após a filtragem, 50 editais e 2.217 projetos cujo foco principal é o financiamento de empresas e inovação, de acordo com o Quadro 2: a seguir.

Quadro 2: Quantitativo de editais, projetos e total concedido por diretoria responsável

DIRETORIA RESPONSÁVEL	EDITAIS (QUANTITATIVO)	PROJETOS (QUANTITATIVO)	TOTAL CONCEDIDO (R\$)*
Científica	5	308	49.645.808,66
Tecnologia	45	1.909	570.525.255,99
TOTAL	50	2.217	620.171.064,65

Fonte: Base de dados da FAPERJ (2018)

O Quadro 3 traz informações sobre os proponentes dos projetos. Apesar de não ser um único indicador, ele assinala o relacionamento entre empresas e ICTs, que são de imensa importância para o desenvolvimento de inovações (Longo, 2009).

Quadro 3: Total de contemplados, valor concedido e envolvimento de empresas e ICTs em projetos

PROONENTE DO PROJETO	ENVOLVE EMPRESA	ENVOLVE ICT	TOTAL DE CONTEMPLADOS	TOTAL CONCEDIDO (R\$)
Relacionamento empresa e ICT	Sim	Sim	132	36.356.758,59
Empresa	Sim	Não	1097	214.894.246,08

ICT	Não	Sim	923	361.639.225,93
Inventor independente	Não	Não	65	7.280.834,04

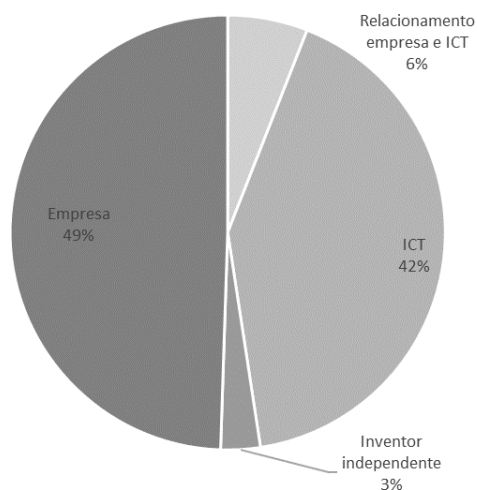
Fonte: Base de dados da FAPERJ (2018)

6. Análise e discussão

A primeira etapa da análise traz os resultados referentes aos editais e seus critérios de elegibilidade. Apenas oito editais exigiam a presença de empresas para a submissão. De forma semelhante, sete exigiam a presença de ICTs. Curiosamente, apenas 13 editais exigiam a presença de inovação no projeto. Apenas dois editais exigiam a presença de empresas em interação com ICTs. Como resultado, percebe-se que critérios de elegibilidade amplos geram resultados difusos e avaliações confusas. Ou seja, diferentes tipos de projetos, tanto de empresas quanto de ICTs acabaram sendo analisados juntos, com critérios de seleção únicos e resultados heterogêneos.

Como consequência, a segunda etapa da pesquisa, a análise dos projetos, traz resultados amplos, e de diferentes proporções. Os dados podem ser conferidos no Gráfico 1, onde fica evidente que a maior parte dos projetos contemplados, em quantidade, envolve somente a participação de empresas (49%) ou somente a participação de ICTs (42%). Projetos que envolvem a parceria entre ICTs e empresas são uma minoria de 6% do total. Por último, os projetos de inventores independentes, que não possuem relações nem com empresas nem com ICTs, representam apenas 3% do total.

Gráfico 1: Proporção de contemplados por proponente

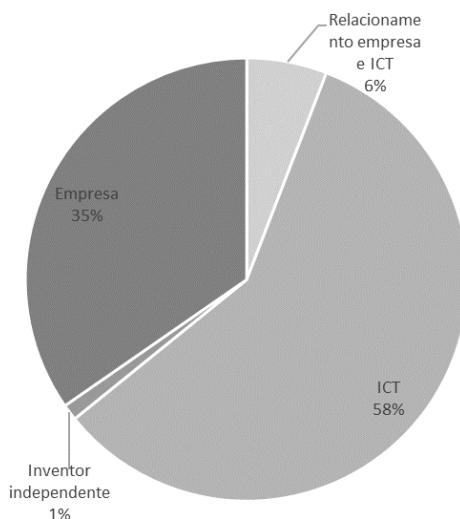


Fonte: Base de dados da FAPERJ (2018)

Em termos de total financiado, o Gráfico 2 retrata como foi feita essa distribuição

proporcionalmente. Apenas 35% foram investidos em projetos de empresas. Já para projetos que envolvem apenas ICTs, essa fatia representou 58% desse total. O relacionamento entre empresas e ICTs englobou 6% do total financiado, sendo seguido pelos projetos de inventores independentes, com aproximadamente 1%.

Gráfico 2: Proporção de contemplados por valor contemplado



Fonte: Base de dados da FAPERJ (2018)

De modo semelhante, não é comum que pequenas ou médias empresas possuam capacidade de manter, de forma isolada e própria, setores de P&D (OECD, 2015). O volume de recursos financeiros utilizados para tal inviabilizaria sua manutenção. Em grande parte, apenas grandes empresas possuem competência para tal. Como a FAPERJ não atua com financiamento de grandes empresas, isso torna improvável que esses projetos envolvam P&D em alguma de suas etapas. Sendo assim, é possível que a inovação ocorra em algum momento nesses projetos, porém, sem envolver Ciência e Tecnologia, acabam ficando distantes das competências da Fundação.

Apenas uma pequena parcela de 132 projetos apresentou, em alguma de suas etapas, uma parceria entre ICTs e empresas, principal foco dessa pesquisa. Essa interação não representa uma garantia de sucesso dos projetos, tampouco uma certeza de que irá ocorrer a inovação. Entretanto, considerando a missão institucional da FAPERJ de financiamento a Ciência, Tecnologia e Inovação, sua ligação com a SECTI, e sua restrição de apoio a pequenas e médias empresas, é de se esperar que esses projetos possuam um potencial maior.

É notório que, mesmo após a aplicação de filtros para definição de editais e projetos que são voltados para a inovação, selecionaram-se 50 editais dentre quase 400 e 2.217 projetos em mais de 20 mil. A esta pesquisa adita-se uma reflexão um pouco mais aprofundada sobre os motivos que levam uma agência de financiamento de ciência, tecnologia e inovação, que explicita em seus documentos de constituição e atualização a missão oficial de financiar inovação, a instituir uma diretoria para tal e mesmo após uma década de atuação, ainda apresenta dificuldades em financiar projetos com o perfil adequado.

Esse artigo reforça a importância do financiamento de inovações que envolvem P&D, entretanto, não teve como objetivo fortalecer o uso da abordagem linear de Bush (1945). Pelo

contrário, é contestado quando esses projetos não possuem interação com empresas. A primeira edição do Manual de Frascati, da década de 60 (OECD, 1963), já se antecipava ao dizer que inovações não possuem apenas origem em projetos de P&D. Por outro lado, quando surgem, têm mais chances de possuir um maior impacto. Quando não têm interação com o mercado, dificilmente chegam a se tornar uma inovação. O próprio caso da FAPERJ reforça a importância da interação entre empresas e ICT. Se a inovação possuísse apenas origem em projetos de P&D, o Estado do Rio de Janeiro estaria entre os mais inovadores do Brasil. Bastaria considerar o volume de projetos aprovados pela Diretoria Científica desde sua fundação. Porém a realidade é outra. A Fundação enfrentou diversos problemas nos últimos anos durante a execução de sua missão institucional, sendo essa uma das principais discussões deste trabalho.

7. Conclusão

O foco central deste artigo foi o estudo do caso da FAPERJ, conselho de pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, na incorporação da missão de financiamento de atividades de inovação. Para tal, analisou-se uma década de financiamento de projetos de inovação para refletir sobre o perfil da inovação que foi financiada pela FAPERJ neste período. A análise leva em consideração os editais e propostas contemplados no período de 2007 a 2017. Com essas informações, foram ilustrados perfis de projetos de acordo com seus objetivos, proponentes envolvidos, estágio de desenvolvimento e envolvimento de P&D.

Primeiramente, é interessante observar que as estatísticas nacionais de inovação apontam para uma taxa de inovação nacional de 36% (IBGE, 2016), mas, entre as empresas que inovaram, menos de 5% realizam atividades de P&D. É razoável afirmar que uma agência que funcionou como conselho de pesquisa por vinte anos possua mais competências para avaliar projetos científicos. Da mesma forma, era esperado que projetos de inovação envolvessem claramente insumos (P&D, recursos humanos, equipamentos, patentes) advindos do ambiente de C&T. Entretanto este não foi o caminho escolhido pela agência. A imensa maioria dos projetos submetidos, seja por empresas seja por ICTs, não possui interação um com o outro. Uma possível explicação para essa escolha é que a agência não desenvolveu competências para analisar questões de interação mercadológica e empresarial, o que a levou a se concentrar em projetos isolados. Uma outra interpretação, talvez mais realista, é que são tão poucas as empresas que realizam inovação tecnológica que não se justifica a atuação de uma diretoria que, em uma década, atingiu somente 132 projetos (são os que, de fato, se configuram como interação entre ICT e empresas, podendo dar origem à inovação tecnológica entre os 2.217 analisados). Ou seja, uma agência pública vinculada ao ambiente de ciência e tecnologia tem competências para focar sua atuação em projetos de inovação, que envolvem P&D em alguma de suas etapas, mas esse universo é tão pequeno que, politicamente, se torna inviável. Na verdade, um volume expressivo de recursos tem sido alocado em atividades que sequer representam atividades inovativas.

No esforço de aumentar o alcance das políticas desempenhadas pela Diretoria de Tecnologia da FAPERJ, foi preciso alargar o conceito de inovação, para, então, conseguir atingir um número maior de beneficiados. Este processo de alargamento do conceito de inovação adotado distancia a comunidade científica das ações da diretoria de tecnologia da FAPERJ. Ela acaba sobrepondo competências de outras instituições, como por exemplo, do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, atuante nesse setor. Quando a FAPERJ abandona o conceito estrito de inovação, assumindo um conceito mais alargado, as

sinergias entre as ações da diretoria científica e de tecnologia são dissipadas. Por outro lado, adotando-se o conceito estrito, as sinergias entre as

duas diretorias aumentam, mas a escala de projetos é reduzida de tal maneira que talvez não justifique a existência de uma diretoria específica para tratar do tema.

De fato, a homogeneização dos processos é uma das grandes causas desses problemas. As diretorias são diferentes e devem possuir mecanismos e formas de executar sua missão diferentes. Enfrentar o financiamento de projetos inovadores, por exemplo, da mesma forma que pesquisa básica, contribui para o baixo índice de fomento a inovação, como pode ser visto pelos resultados apresentados. Considerando o financiamento feito nos últimos anos, pode-se dizer que a Diretoria de Tecnologia atuou, em parte, da mesma forma que a Diretoria Científica, financiando ICTs sem o relacionamento com empresas; do outro lado, esteve próxima à atuação do Sebrae, financiando empresas, sem o relacionamento com ICTs.

Neste sentido, a adoção de um conceito ambíguo de inovação é forjado nesta proposta: de um lado, se busca entrosamento com a comunidade científica e, por outro, legitimidade junto à sociedade, no sentido de promover um maior alcance das políticas desempenhadas. Curiosamente, essa discussão não aparece nos documentos de planejamento da FAPERJ. Trata-se de uma decisão implícita que só pode ser, de fato, revelada a partir do trabalho de pesquisa realizado. Ademais, se o país trilhou até aqui um caminho pontuado de ações sem embasamento sistêmico e estratégico no que tange efetivamente à inovação (Longo, 2009), na FAPERJ não foi diferente.

Por fim, a pesquisa realizada traz elementos relevantes para uma futura análise de impacto dos projetos financiados pela FAPERJ. A partir das categorias encontradas, pode-se identificar resultados esperados e impacto potencial para os diferentes perfis de projetos, podendo verificá-los a partir de uma *survey* junto às empresas e laboratórios (Grupos de P&D) que foram contemplados com recursos na última década. O volume de dados que a FAPERJ possui é estrondoso, porém poucos são transformados em informação. Muitos dos dados obtidos durante esta pesquisa não foram abordados nesta dissertação, pois serão utilizados em trabalhos futuros e de forma mais aprofundada.

8. Referências

- Bush, V. (1945). *Science, the endless frontier: A report to the President*. US Government Printing Office.
- Figueiredo, P. (2015). *Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: lesson from Japan*. London: Frances Pinter.
- Freeman, C.; Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation*. 3. ed. Cambridge: The MIT Press.
- Lundvall, B. A. (1992). *National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter, London.
- Nelson, R. (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press.
- Edquist, C. (2013). *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. London: Pinter.
- OECD. (1997). *National Innovation System*. Paris: OECD Publications. Disponível em: <<https://www.oecd.org/science/inno/2101733.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2019.
- OECD, European Commission (EUROSTAT) (2005). *Oslo Manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data*. 3rd Edition, The Measurement of Scientific and Technological Activities, Paris: OECD Publishing, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/9789264013100-en>>. Acesso em: 01 mai. 2019.
- Longo, W. P. (2009). De um passado glorioso a um futuro brilhante. *Inovação em Pauta*, n. 7, ago./out. Disponível

em: <<http://www.finep.gov.br/images/revistas-finep/edicao-763/index.html>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

Rocha, E. M. P. D., & Ferreira, M. A. T. (2004). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CTel nos estados brasileiros*. Brasília, Ciência da Informação, v. 33, n. 3, p. 61-68.

Mazzucato, M. (2014). *O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. Portfolio-Penguin.

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, Paris/Eurostat, Luxembourg: OECD Publishing.

IBGE (2016). *Pesquisa de inovação: 2014*. Coordenação de Indústria, IBGE, Rio de Janeiro. Mattar, F. N. (2005). *Investigação de Marketing: metodologia e planejamento*. (v6). São Paulo: Atlas.

OECD (2015). *Frascati Manual 2015: guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development, the measurement of scientific, technological and innovation activities*. Paris: OECD Publishing. Disponível em: <<http://www.maltaenterprise.com/sites/default/files/Frascati%20Manual%202015.pdf>>. Acesso em: 28 mar 2019.

OECD (1963). *Proposed standard practice for surveys of research and development, directorate for scientific affairs*, DASJPD/62.47, Paris. Disponível em: <<https://www.oecd.org/sti/inno/Frascati-1963.pdf>>.

Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil: uma discussão sobre as PDPs da saúde e as encomendas tecnológicas

Pollyana de Carvalho Varrichio
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Departamento de Administração, Brasil
pollyana.carvalho@unifesp.br

Resumo

As políticas de inovação pelo lado da oferta tem se esgotado sem demonstrar os efeitos esperados mesmo com um montante significativo de recursos públicos investidos no Brasil. Diante da crise econômica recente e da escassez de recursos públicos para tais políticas, surge a necessidade de demonstrar a efetividade das políticas públicas e empregar com maior eficácia as compras públicas, por isso, as políticas de inovação pelo lado da demanda emergem com um horizonte repleto de oportunidades para o Brasil nos diferentes setores e órgãos públicos.

Com esta preocupação, este trabalho discute uma política que se insere no bojo das políticas de inovação pelo lado da demanda – as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs), com destaque para a modalidade das PDPs de P&D&I, aquelas em que há de fato uma novidade mundial e um risco tecnológico elevado, que tem sido implementadas pelo Ministério da Saúde (MS) no Brasil. Assim, o objetivo deste trabalho foi discutir e analisar a trajetória evolutiva de uma das políticas de inovação pelo lado da demanda existentes no Brasil, as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo, especificamente na modalidade das PDPs de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) para que seja possível compará-las com as possibilidades do instrumento de encomendas tecnológicas (ETECs) recém-viabilizado pelo decreto de 2018. A metodologia foi essencialmente exploratória e descritiva com sistematização e exame dos dados publicados pelo Ministério da Saúde que são atualizados periodicamente. A pesquisa demonstrou que as PDPs de P&D&I se reduziram ao longo do período entre 2012 e 2019, diante de suas características específicas e da ausência de legislação detalhada. Isso, por outro lado, abre um horizonte de expansão para a adoção das encomendas tecnológicas (ETECs) na saúde, mas é necessário avançar em critérios norteadores, além do nível de maturidade tecnológica, diante da complexidade tecnológica e dinamismo acelerado intrínsecos da indústria farmacêutica.

Palavras-chaves

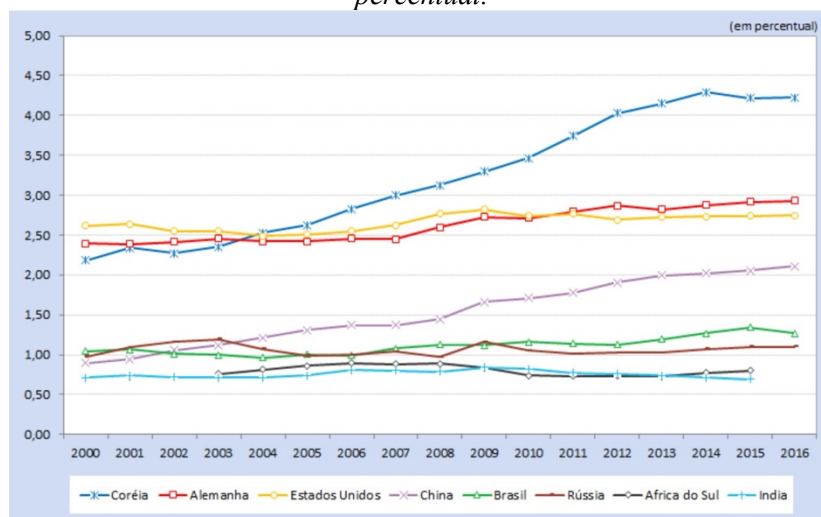
Políticas de inovação pelo lado da demanda – Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs) - indústria farmacêutica – Política Industrial – Encomendas Tecnológicas (ETECs)

1. Introdução

Os anos 2000 marcaram um incremento significativo das políticas de ciência, tecnologia e inovação com o propósito de elevar o grau de sofisticação do aparato da infraestrutura de pesquisa no país e encorajar o empresariado local para que o país, de fato, alcançasse novos patamares de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como percentual de participação do Produto Interno Bruto (PIB). Foi nesse período que foram aprovadas legislações importantes como a Lei de Inovação (Lei 10.973/2004, atualizada pela Lei 13.243/2016) e a Lei do Bem (Lei 11.196/2005). Além disso, as políticas industriais avançaram nos instrumentos e mecanismos de promoção pelo lado da oferta, como incentivos fiscais, isenções tributárias setoriais e até subvenção econômica a projetos. Entretanto, tais esforços não tiveram o resultado na magnitude esperada, já que o Brasil não deu o “salto”, como demonstra a figura a seguir,

mantendo sua posição internacional marginal com gastos da ordem de aproximadamente 1% do PIB enquanto países desenvolvidos como Coreia do Sul gastam mais de 4% do seu PIB e a China já alcançou o patamar de 2%.

Figura 1. Dispendios nacionais em P&D em relação ao PIB de países selecionados, 2000-2016, em percentual.



Fonte: Indicadores MCTIC, 2018.

Por outro lado, reconhece-se que o Sistema Nacional de Inovação (SNI) mudou, avançou em alguns aspectos, como a formação de recursos humanos e produção científica, mas a integração e gestão das políticas públicas permanece deficitária (Nelson 1993, Freeman, 1995; Lundvall 2010). Uma evidência disso é que Brasil em 1998 tinha cerca de 4 mil doutores, sendo que somente em 2017 foram titulados cerca de 22 mil. Por outro lado, menos de 4% das empresas relatam que realizam atividades contínuas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em 2014 em um total de 117 mil segundo os dados da PINTEC (Pesquisa de Inovação Tecnológica) do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) segundo MCTIC (2018). Uma análise da evolução dos indicadores sobre produção científica, patentes e dados da PINTEC é capaz de mostrar que o “país está em posição intermediária em praticamente todos os indicadores de produção e utilização de conhecimento e de novas tecnologias.” (De Negri, 2018: 33). Há gargalos e distanciamentos entre os agentes do sistema que devem ser enfrentados e mensurados de forma apropriada ao longo do tempo.

Tabela 1. Principais instrumentos federais de apoio à ciência, tecnologia e inovação no Brasil em 2015 ou último ano disponível

Políticas	Instrumentos	Valores em milhões de reais correntes de 2015
Isenção fiscal ⁽¹⁾	Lei de informática (Leis nº 8.248/1991, nº 10.176/2001 e nº Lei 11.077/04)	5.022
	Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005)	1.835
	PD&I no setor automotivo (Leis nº 12.407/11 e nº 12.715/12 e Decreto nº 7.819/12)	2.850
	Outras isenções ⁽²⁾	877
Crédito subsidiado para a inovação (desembolsos)	Operado pela FINEP	2.603
	Operado pelo BNDES ⁽³⁾	4.501
Investimento público em C&T	Dispêndios totais do governo federal em C&T	33.845
P&D obrigatório de setores regulados	P&D ANEEL	392 ⁽⁴⁾
	P&D ANP	1.030

Fonte: De Negri, 2018: 108.

O fato é que as políticas de inovação pelo lado da oferta não foram capazes de demonstrar os efeitos esperados mesmo com um montante significativo de recursos públicos investidos, como sintetiza a tabela 1 apresentada acima. Agora surge a necessidade de demonstrar uma maior efetividade das políticas públicas e empregar com maior eficácia as compras governamentais, por isso, as políticas de inovação pelo lado da demanda emergem com um horizonte repleto de oportunidades para o Brasil nos diferentes setores industriais e órgãos públicos para enfrentar os desafios.

Com esta preocupação, este trabalho discute uma política que se insere no bojo das políticas de inovação pelo lado da demanda – as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs), com destaque para a modalidade das PDPs de P&D&I, aquelas em que há de fato uma novidade mundial e um risco tecnológico elevado. O trabalho está estruturado em cinco seções além desta introdução. A seguir, o referencial teórico trata das publicações recentes sobre as PDPs e a preocupação dos órgãos de controle, como o Tribunal de Contas da União (TCU), com o acompanhamento e métricas de impacto das mesmas. A terceira seção apresenta brevemente a metodologia adotada, essencialmente de caráter exploratório, qualitativa e descritiva, sendo que os dados analisados foram dados secundários e publicados pela SCTIE/MS (Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos do Ministério da Saúde) em seu *website*. A análise e discussão de resultados concentra-se no diagnóstico atual das PDPs no Brasil e a evolução das PDPs de P&D&I de 2012 a 2019. Ainda nesta seção se discute as possibilidades e dificuldades para que haja a adoção das ETECs na saúde, como um instrumento separado da lógica das PDPs. Por fim as considerações que podem ser apreendidas e as referências bibliográficas que nortearam o trabalho.

2. Referencial Teórico

O período recente do país tem trazido à tona inúmeros questionamentos sobre a capacidade de mensuração dos efeitos das políticas industriais ‘tradicionais’ para promoção da inovação tecnológica no Brasil, as chamadas políticas de inovação pelo lado da oferta. Como

exemplo de tais políticas temos a Lei do Bem (Lei no. 11.196/2005), a Lei de Informática (Lei 8.248/1991), incentivos fiscais ou renúncias tributárias, oferta de bolsas e recursos para pesquisa e a atuação da Finep e do BNDES nas linhas de financiamento destinada a inovação.

O Tribunal de Contas da União, tem efetuado periodicamente auditorias neste mecanismos e realizou algumas recomendações aos gestores públicos a partir dos riscos identificados, dentre as quais podemos destacar: “informalidade na concessão, avaliação e aprovação dos incentivos fiscais; deficiências na fiscalização da movimentação financeira do FNDCT; deficiências nas fiscalizações dos projetos executados pelas empresas; dificuldades em estruturar sistemas informatizados de suporte às atividades de controle e a ausência de mecanismos de avaliação de resultados e impactos da política nacional (TCU, 2013).

Além disso, a restrição orçamentária do governo federal, imposta pela Emenda Constitucional no. 95/2016 (“PEC do Teto dos Gastos Públicos”) combinada com o período de retração econômica do país, vivenciado desde 2014, tem conduzido a uma busca por instrumentos, políticas e programas que não estejam relacionados a aumento dos gastos públicos ou redução de arrecadação. Tem surgido esforços para avaliação de efeitos nas empresas e impactos econômicos, sociais e ambientais de políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil com múltiplas metodologias, enfoques e base de dados (Garcia e Roselino, 2004; Avellar, 2008; Zucoloto, 2010; Salles Filho *et al.*, 2012, Kannebley Júnior & Porto, 2012; Avellar e Botelho, 2016; Peclat e Rauen, 2019). Mais recentemente, surge a preocupação com a mensuração dos efeitos nas empresas das políticas pelo lado da demanda (Squeff, 2014; Rauen, 2017; Rocha, 2019).

A partir dos dados dos microdados coletados pela PINTEC/IBGE (Pesquisa de Inovação Tecnológica, realizada pelo IBGE), Rocha (2019) buscou aferir os efeitos das compras públicas para inovação sobre os gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das empresas brasileiras. A análise dos dados das empresas participantes do survey que relataram se beneficiar de apoio governamental, demonstrou que as Políticas Públicas para Inovação (Public Procurement for Innovation) tem sido capaz de alcançar as pequenas empresas. As pequenas empresas (10 a 29 funcionários) corresponderam por 60% das atendidas por PPI, ao passo que menos de 5% são grandes (mais de 500 funcionários), diferentemente do observado em outros instrumentos, o que é uma sinalização importante para a construção e avaliação de políticas.

Neste contexto, as políticas para saúde desempenham um papel importante já que um dos direitos garantidos ao cidadão brasileiro é a assistência à saúde, por meio do Sistema Único de Saúde (SUS), conforme garantido no artigo 196 da Constituição Federal de 1988, ao definir que “A saúde é direito de todos e dever do Estado”. Tal obrigatoriedade impõe uma série de desafios, mas também uma enorme possibilidade “intervenções inteligentes” do governo por meio deste montante significativo de compras públicas para o SUS, principalmente no que se refere ao déficit do Complexo Econômico, Industrial e de Serviços da Saúde (CEIS) que já alcançou US\$ 10 bilhões em 2014. Este termo foi cunhado por Gadelha em um artigo de 2012 ao demonstrar as inter-relações da indústria farmacêutica com os demandantes de produtos e serviços relacionados a mesma.

Neste sentido, o Ministério da Saúde (MS) tem se mostrado como um dos órgãos federais mais audaciosos na adoção de instrumentos relacionados às compras públicas destinadas à promoção do desenvolvimento científico e tecnológico da indústria farmacêutica brasileira. Esse pioneirismo fundamentado na legislação existente no Brasil evidencia-se em instrumentos como a adoção das margens de preferência, a Política das Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs) e a primeira compra civil com o mecanismo offset na aquisição dos equipamentos para o Plano de expansão da Radioterapia do SUS. Para demonstrar a importância

relativa das compras públicas para inovação do MS é interessante analisarmos seu orçamento comparativamente aos demais Ministérios. O MS é o segundo maior orçamento segundo a provisão da Lei Orçamentária Anual (LOA) 2019, com uma dotação estimada em cerca de R\$ 132 bilhões, sendo que ocupa a segunda posição em termos de recursos empenhados no período entre 2011 e 2018, atrás somente do extinto Ministério da Cidadania nesta evolução do orçamento. Isso significa que o MS tem um orçamento superior ao Ministério da Educação e mais de treze vezes a magnitude do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações entre 2011 e 2019, como ilustra a tabela 2 a seguir. O MS estima que, em 2015, os gastos públicos responderam por 43% do financiamento da saúde.

Neste contexto, o fortalecimento do SUS apresenta-se como um programa estratégico e prioritário do MS, já que deteve 87,36% dos recursos aplicados em 2018ⁱ, por isso, torna-se necessário fundamentar com maior profundidade e construir recomendações para a adoção de determinados instrumentos das políticas de inovação pelo lado da demanda diante do enorme potencial das compras para saúde no Brasil efetuadas pelo MS.

Tabela 2. Orçamento público empenhado, por Ministérios, entre 2011 e 2018 e provisionado na Lei Orçamentária Anual (LOA), em 2019, em milhões de reais (valores nominais).

Órgão	Empenhado								LOA 2019	Acumulado 2011-19
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
1:Ministério da Previdência Social	295.169,3	331.682,2	371.746,4	416.146,4	455.049,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1.869.793,8
2:Ministério da Cidadania	45.916,6	56.525,7	64.075,0	70.766,5	74.107,2	80.784,7	661.813,0	694.008,5	60.169,8	1.808.167,0
3:Ministério da Saúde	78.536,9	86.806,3	92.702,0	101.855,6	110.221,9	116.805,9	126.907,7	130.473,2	132.561,1	976.870,5
4:Ministério da Educação	64.031,7	75.876,0	84.536,2	92.590,5	97.861,6	100.263,8	105.669,3	109.600,8	122.951,2	853.381,1
5:Ministério do Trabalho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	606.881,2	80.090,6	80.838,0	0,0	767.809,7
6:Ministério da Economia	19.539,8	20.536,2	21.833,4	23.312,6	22.849,8	23.879,4	26.230,1	28.517,4	579.288,6	765.987,3
7:Ministério da Defesa	61.788,0	66.378,8	70.881,0	76.874,2	81.873,5	84.508,9	93.120,1	102.938,3	106.274,7	744.637,5
8:Ministério do Trabalho e Emprego	54.001,8	61.436,8	66.954,9	72.312,7	84.043,3	0,0	0,0	0,0	0,0	338.749,5
9:Ministério da Infraestrutura	18.432,0	18.941,3	18.999,3	17.757,9	13.647,9	12.707,7	19.041,4	16.254,2	16.400,6	152.182,4
10:Ministério das Cidades	17.277,3	18.988,9	22.088,4	22.329,5	22.050,0	11.185,4	9.021,8	10.156,5	0,0	133.097,9
11:Ministério da Justiça e Segurança Pública	9.654,2	10.538,0	11.259,8	11.276,0	11.285,7	13.273,1	14.578,4	14.956,9	15.839,5	112.661,4
12:Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	8.107,6	8.237,3	9.426,0	9.066,5	9.124,6	9.689,1	10.758,4	10.862,3	16.616,5	91.888,1
13:Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações	6.545,8	7.337,6	9.216,2	8.923,5	8.174,0	7.142,8	9.141,0	9.350,0	8.878,6	74.709,5
14:Ministério do Desenvolvimento Regional	4.843,4	7.334,7	9.209,7	8.213,8	5.563,8	6.541,2	7.795,2	6.995,1	14.693,0	71.189,8
15:Ministério Público da União	3.810,9	3.874,9	4.515,7	4.966,6	5.703,7	5.845,0	6.458,6	6.571,6	7.054,2	48.801,2
16:Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão	3.954,7	5.860,3	5.260,9	5.169,0	4.965,8	5.576,7	6.509,8	6.560,5	0,0	43.857,8
17:Ministério de Minas e Energia	1.495,7	1.608,3	1.944,1	2.012,5	2.810,6	5.642,3	2.864,5	12.510,7	8.107,3	38.995,9
18:Ministério do Desenvolvimento Agrário	3.729,9	5.550,5	8.196,9	4.688,2	4.138,8	3.781,7	0,0	0,0	0,0	30.086,0
19:Ministério das Relações Exteriores	2.176,5	2.572,9	2.530,0	2.722,9	3.456,2	3.134,3	3.205,8	3.629,0	3.684,9	27.112,5
20:Ministério do Meio Ambiente	2.263,7	2.337,8	2.563,0	2.760,3	2.779,7	2.839,4	3.324,1	2.912,7	2.778,0	24.558,7
21:Ministério da Cultura	1.644,7	1.964,6	2.279,4	1.979,3	1.921,6	1.990,5	1.979,0	2.088,2	0,0	15.847,2
22:Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços	1.295,2	1.634,6	1.614,8	1.777,4	1.945,9	1.940,6	1.849,0	2.324,9	0,0	14.382,3
23:Ministério do Esporte	1.189,5	1.303,8	2.338,8	2.422,0	2.051,2	1.419,2	1.302,2	1.251,2	0,0	13.277,9
24:Ministério das Comunicações	1.753,6	1.851,4	1.960,9	2.087,6	2.133,1	2.389,5	0,0	0,0	0,0	12.176,0
25:Ministério do Turismo	1.307,7	1.243,2	2.199,4	827,8	650,1	842,1	884,6	1.221,8	917,2	10.094,0
26:Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	419,8	947,4	1.367,2
27:Ministério da Pesca e Aquicultura	206,3	252,3	303,0	242,2	160,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1.164,2
28:Ministério das Mulheres, da Igualdade Racial, da Juventude	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	331,1	0,0	0,0	0,0	331,1

Notas: 1) Não foi possível identificar o orçamento empenhado no antigo Ministério da Integração Nacional, já que em 2018 existia 28 Ministérios.2) O antigo Ministério da Cidadania foi extinto e se tornou parte da Secretaria Especial de Desenvolvimento Social, junto com os antigos Ministérios da Cultura e do Esporte.3)

O detalhamento da estrutura organizacional da Presidência da República foi definido na Medida Provisória nº 870 de 01 de janeiro de 2019, a qual reduziu para 22 o número de Ministérios.

Fonte: Elaboração da autora a partir dos dados coletados no website do Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento do Governo Federal (SIOP) em 02/05/2019.

Embora o orçamento do Ministério da Saúde seja expressivo, ainda há poucas empresas no setor que utilizam-se das compras públicas como mecanismo de promoção dos seus esforços em inovação tecnológica, como ilustra a tabela a seguir com os dados da PINTEC/IBGE (2014). Apenas 19 empresas envolvidas na fabricação de produtos farmacológicos e farmacêuticos relataram o uso de compras governamentais, dentre as 604 do total da indústria de transformação. Das 128 da indústria farmacêutica que tiveram apoio governamental, a maioria emprega incentivos para P&D (54 empresas) e financiamento em parceria com universidades (52 empresas), como sintetiza a tabela 3 abaixo.

Tabela 3. Empresas que implementaram inovações e que receberam apoio do governo para as suas atividades inovativas, por tipo de programa e apoio, na indústria de transformação e indústria farmacêutica, Brasil, entre 2012 e 2014 segundo a PINTEC (2014).

Atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionados	Empresas que implementaram inovações									
	Que receberam apoio do governo, por tipo de programa									
	Total	Total	Incentivo fiscal		Subvenção econômica	Financiamento			Compras públicas	Outros programas de apoio
			À Pesquisa e Desenvolvimento (1)	Lei da informática (2)		A projetos de Pesquisa e Desenvolvimento e inovação tecnológica		À compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar		
Sem parceria com universidades						Em parceria com universidades				
Indústrias de transformação	41 850	16 705	1 351	457	233	651	369	13 047	604	3 238
Fabricação de produtos farmacológicos e farmacêuticos	212	128	54	2	24	11	52	20	19	19
Fabricação de produtos farmacológicos	9	8	4	-	2	3	1	3	1	1
Fabricação de produtos farmacêuticos	204	120	50	2	22	9	50	18	17	18

Fonte: PINTE/IBGE (2014).

Neste contexto, são adotadas as PDPs – Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo na saúde. As PDPs são uma política industrial realizada pelo MS, institucionalizada por meio da Portaria 2.531 de 2014, que atualizou a Portaria 837 de 18 de abril de 2012. Em 2017 a Portaria de consolidação no. 05, de 28 de setembro de 2017, em seu anexo XCV, sintetizou os critérios para a definição dos produtos estratégicos e o estabelecimento das PDPs e suas normas administrativas bem como mecanismos de monitoramento e avaliaçãoⁱⁱ. Vale destacar ainda que tal legislação deve ser alterada, já que foi realizada a consulta pública no. 72 de 26 de novembro de 2018 pelo MS.

As PDPs envolvem modelos tripartites entre agentes públicos e privados para a transferência de tecnologia dos produtos estratégicos para o SUS. Seu objetivo é promover uma maior racionalização do poder de compra público, a ampliação do acesso da população aos produtos estratégicos e redução da vulnerabilidade do SUS. Como as PDPs envolvem 4 fases a partir da lista de produtos estratégicos do SUS, trata-se de um mecanismo extremamente dinâmico, que se altera permanentemente ao longo do tempo por meio dos repasses aos laboratórios públicos por meio dos convênios e dos acordos com os agentes privados. Em trabalho anterior, Varrichio (2017) propôs uma tipologia das PDPs segundo o grau de inovação

tecnológica dos produtos: PDPs orientadas à absorção de tecnologias, PDPs orientadas à criação de tecnologias e PDPs de P&D&I, as encomendas tecnológicas propriamente ditas. Há estudos recentes sobre a política das PDPs com impactos em termos de capacidades produtivas nas empresas e nas instituições públicas envolvidas (Silva e Elias, 2017; Almeida, 2018; Messias, 2018; Moreira, 2018).

Após o decreto de 2014, foram publicados mais dois decretos que influenciam indiretamente as PDPs e a atuação da SCTIE/MS por meio do SUS. O primeiro é o decreto no. 9.245 de 20 de dezembro de 2017 que institui a Política Nacional de Inovação Tecnológica na Saúde (PNITS), sendo que os instrumentos dessa política seriam (artigo 4º): i) as PDPs, ii) as encomendas tecnológicas na área da saúde (ETECs) e, por último, as medidas de compensação tecnológica na área da saúde (MECs). Já em 2018, foi publicado o Decreto no. 9.307 de 15 de março de 2018 que altera o decreto anterior, especificamente ao garantir que a vigência da PNITS não alteraria os processos administrativos de PDPs, ETECs e MECs vigentes até a publicação do mesmo.

Tal legislação é fundamental para permitir um maior leque de instrumentos de políticas de inovação pelo lado da demanda ao MS diante do enorme potencial de compras do SUS, embora seja adequado aprofundar ainda mais os critérios e norteadores deste processo de tomada de decisão na gestão pública para garantir sua eficácia e monitoramento permanentemente.

Mesmo assim, no Brasil a indústria farmacêutica apresenta uma balança comercial deficitária e caracteriza-se como um oligopólio concentrado com elevadas barreiras a entrada, fato que reforça a importância das políticas públicas para que haja o enfrentamento de tais desafios. A produção nacional de fármacos e medicamentos se expandiu bastante em função da Política e desenvolvimento dos genéricos nos anos 1990. Mas agora, com o surgimento dos biossimilares percebe-se novamente um novo marco no setor, no Brasil e no mundo, em termos de capacidades produtivas e tecnológicas juntamente com o estímulo das compras governamentais do SUS por meio da política das PDPs desde 2012.

É interessante observar que, partir da aplicação de questionários em agentes envolvidos em PDPs, Silva e Elias (2017) identificaram que a principal recomendação ao MS seria associada ao aprimoramento dos processos de gerenciamento e monitoramento dos projetos de PDPs. Adicionalmente, surge a preocupação com o horizonte de amadurecimento da tecnologia e sua perspectiva de adoção de fato junto ao SUS:

“O Monitoramento do Horizonte Tecnológico (MHT) ou alerta precoce é conhecido internacionalmente como horizon scanning ou early awareness and alert. Segundo Gomes et al. o MHT traz como benefícios: a antecipação das demandas por tecnologias a serem incorporadas no SUS, a indução à inovação tecnológica e a previsão da obsolescência de tecnologias em uso, podendo auxiliar gestores públicos na tomada de decisão. O Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde (DGITS) da SCTIE é responsável pelo MHT no MS e deve se articular com o Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde (DECIIS), responsável pela coordenação da estratégia, a fim de se identificar tecnologias promissoras para o estabelecimento de PDP” (Silva & Elias, 2018: 320).

As PDPs são condicionadas pela publicação da lista de produtos estratégicos do SUS, já que tal lista irá nortear e estimular a construção das parcerias que fundamentam as PDPs. Embora a legislação de 2014 tenha definido que tal lista seria publicada anualmente, isso não ocorreu. As listas de produtos estratégicos para o SUS iniciaram sua publicação em 2008. Não

foram publicadas listas em 2009, 2011, 2012, 2015, 2016 e até o presente momento não há a lista de 2018 e 2019. Segundo Messias (2018) até a lista de 2017 o total envolvia 658 itens dispostos em 450 medicamentos e 208 produtos para saúde.

Com isso observa-se que as PDPs são instrumento importante para a criação de novos mercados e estímulo à indústria nacional farmacêutica. Isso converge com o argumento do Estado empreendedor de Mariana Mazzucato (2014), aquele em que o poder público tem, por do seu financiamento, de forma corajosa e audaciosa, com reconhecimento de riscos incentiva o surgimento de novos mercados, produtos e processos.

Entretanto, as PDPs impõem um grande protagonismo nos laboratórios públicos para condução do processo de transferência de tecnologia ao longo das 4 fases das PDPs. Moreira (2018) examinou as capacidades geradas na Fiocruz/Biomanguinhos, um dos laboratórios públicos com maior número de PDPs, para verificar sua capacitação tecnológica e produtiva no decorrer do tempo mesmo com o cumprimento dos compromissos assumidos junto ao MS. De 13 PDPs que envolviam Biomanguinhos – de vacinas a biofármacos entre 2010 e 2013 com termos de compromisso assinados (vacina tetra V, alfataliglicerase, betainterferona, etanercepte, rituximabe, infliximabe, filgastrima, trastuzumabe, somatropina, adalimumabe, bevacizumabe e certoluzumabe) conclui-se que todas geraram inovação para a empresa e para o mercado nacional, exclusivamente. Isso demonstra que um dos laboratórios públicos líderes ainda não desenvolveu competência tecnológica própria para o desenvolvimento de produtos em nível internacional.

3. Metodologia

A metodologia da pesquisa foi essencialmente exploratória e descritiva, fundamentada na revisão da literatura e na sistematização e análise dos dados secundários disponíveis e públicos no *website* da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE) do Ministério da Saúde.

A pesquisa teve um caráter exploratório, o qual possui como objetivo principal propiciar uma maior compreensão do assunto estudado, torná-lo mais explícito e com um maior aprimoramento de ideias e pensamentos que o acercam (Gil, 1991). As fontes da pesquisa foram baseadas em pesquisas bibliográficas - desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos – e em pesquisas documentais (Gil, 1991). No que tange à pesquisa documental, houve sistematização de dados coletados a partir de documentos do governo brasileiro, majoritariamente os dados publicados pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE) do Ministério da Saúde e disponíveis em seu *website* para consulta pública. Os dados secundários foram então coletados, sistematizados e analisados criticamente considerando-se o período entre 2012 e 2019. Vale mencionar que tais dados sobre as PDPs são atualizados periodicamente pelo MS, o que reforça o caráter dinâmico e a necessidade de acompanhamento constante da política das PDPs.

4. Discussão e Análise de Resultados

As PDPs constituem-se como um instrumento poderoso de política industrial que combina o poder de compras do SUS para o estímulo à criação de capacidades científicas, produtivas e tecnológicas na indústria farmacêutica nacional, ou seja, no Complexo Econômico-Industrial da Saúde (CEIS). A tipologia proposta em trabalho anterior segundo o grau de

inovação dos produtos, as PDPs podem ser em 3 grandes grupos: i) PDPs orientadas à absorção de tecnologias; ii) PDPs orientadas à criação de tecnologias, iii) PDPs de P&D&I, que se caracterizam “como encomendas tecnológicas com necessidade posterior de *scale up*” (Varrichio, 2017: 41).

No levantamento dos dados publicados pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos do Ministério da Saúde há uma planilha equivocada. Nesta constam todas as PDPs extintas, cujo título é “Projetos de Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP), D&Iⁱⁱⁱ – Medicamentos, Vacinas e Hemoderivados - Extintas”, o que, sem uma análise criteriosa, sugere que todo conjunto dos 36 projetos de PDP extintos se enquadram como PDPs de P&D&I, uma categoria específica com características bastante peculiares. Na realidade, as PDPs de P&D&I, foco do presente trabalho referem-se apenas a 3 PDPs do conjunto acima, então primeiramente a SCTIE/MS deve retificar tais dados com a maior brevidade possível a fim de evitar divergências em seu entendimento e interpretação por pesquisadores e até órgãos de controle.

A Portaria no. 2.531/2014, que normatizou o funcionamento das PDPs, era determinado que as PDPs na categoria de P&D&I seriam detalhadas em normativa específica ao declarar que “Art. 73. Ato específico do Ministro de Estado da Saúde disciplinará as diretrizes e os critérios referentes às PDP sobre pesquisa, desenvolvimento e inovação”. Até o presente momento não há tal documento para direcionar este importante instrumento de política pública e, provavelmente por isso, diante desta instabilidade, as PDPs de P&D&I tem se reduzido ao longo do tempo, como demonstram as tabelas e figuras apresentadas a seguir.

A Tabela 4 ilustra o cenário existente para as PDPs em execução a partir dos dados coletados no website da SCTIE/MS em maio de 2019. Observa-se que há 92 PDPs em vigência, das quais a maior parte esta em fase de celebração do termo de compromisso, na fase II em um total de 47 PDPs e PDPs em produção, de fato, com entregas ao Ministério da Saúde, as quais totalizam 25 PDPs do total. Na fase IV há 6 PDPs que constam como encerradas, ou seja, já ocorreu a transferência de tecnologia e 4 que estão em verificação da internalização da tecnologia, ou seja, provavelmente sendo analisadas pelo MS. Há ainda a projeto tecnológico da vacina de influenza com o Instituto Butantan, que embora não seja um PDP propriamente dita consta como “projeto tecnológico” em função das parcerias estabelecidas para o seu desenvolvimento.

Tabela 4. Distribuição das PDPs, por fase, entre 2009 e 2019.

Fase	Quantidade*	Medicamentos, Vacinas e Hemoderivados	Produtos	Característica da Fase	Última atualização do dado
Fase I	9	8	1	Propostas de projetos de PDP em análise	18/01/2019
Fase II	47	45	2	Projeto de PDP: proposta aprovada e celebrado Termo de Compromisso	02/05/2019 medicamentos e 17/01/2019 produtos
Fase III	25	22	3	PDP em produção: contrato de aquisição entre MS e a instituição pública	02/05/2019 medicamentos e 17/01/2019 produtos
Fase IV	6	6	0	PDP encerrada com internalização da tecnologia	18/01/2019
	4	4	0	PDP encerrada com verificação da internalização da tecnologia	18/01/2019

	1			Projeto tecnológico - vacina influenza	18/01/2019
P&D&I	0				
PDPs Extintas	48	36	12		18/01/2019
PDPs Suspensas	7	6	1		
TOTAL	147				
VIGENTES	92				02/05/2019

Fonte: Elaboração da autora com base nos dados da SCTIE/MS atualizados em 07/05/2019.

Notas: As PDPs vigentes (Fases II, III e IV) totalizam 92 PDPs, o que se alinha com o total apresentado pelo MS com o somatório das PDPs vigentes "planilha geral" com Fase IV encerradas e Vacina Influenza.

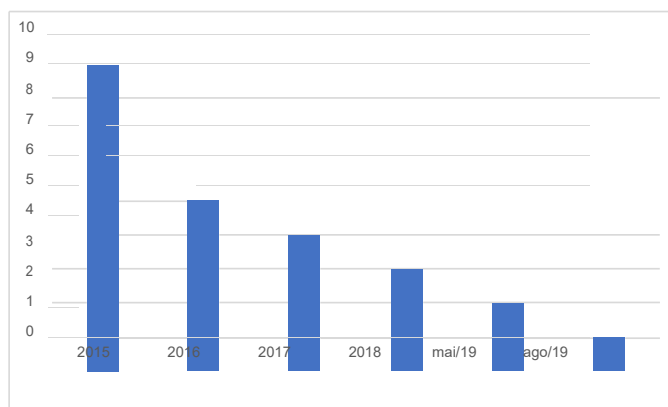
* A quantidade (total) refere-se à soma dos medicamentos, vacinas e hemoderivados com os produtos para saúde.

** Planilha geral PDPs vigentes atualizada MS em 02/05/2019 consta 85 PDPs porque desconsidera as Fase IV e o projeto tecnológico da Vacina de Influenza.

*** Tais dados foram atualizados pelo MS em agosto/2019, mas não foram sistematizados para este artigo.

As tabelas 5 e 6, juntamente com a figura 2, analisam especificamente as PDPs de P&D&I, ou seja, aquelas que necessitavam de legislação específica e poderiam agora ser classificadas como as Encomendas Tecnológicas (ETECs) diante da mudança na legislação de 2018 (decreto 9.283/2018). A tabela 5 apresenta todas as PDPs de P&D&I existentes e identificadas em 2015 (Varrichio, 2017), segundo dados atualizados pelo MS no presente momento. Em 2015 havia 9 projetos de PDPs de P&D&I, os quais foram gradativamente sendo reduzidos ao longo do tempo, provavelmente em virtude dos riscos tecnológicos e da insegurança jurídica decorrentes do incentivo e garantida de compra a um produto ainda inexistente. Em 2016 eram 5, em 2017 - 4 PDPs, em 2018 eram 3 PDPs, ou seja, há uma redução progressiva deste instrumento no âmbito das políticas das PDPs. Em 2019 só restavam 2 PDPs de P&D&I em maio, ambas na fase II e em agosto somente 1, sendo que se observa mudança nos parceiros envolvidos no projeto nos dois casos. Já a tabela 6, a seguir, apresenta os motivos de extinção ou suspensão das respectivas PDPs.

Figura 2. Evolução do total das PDPs de P&D&I entre 2012 e agosto de 2019.



Fonte: Elaboração da autora com base nos dados da SCTIE/MS atualizados em 30/08/2019.

Tabela 5. Evolução das PDPs de P&D&I entre 2012 e 2019

Item	Ano	Medicamento ou Produto	Classe terapêutica	Instituição Pública	Entidade Privada	Situação atual
1	2009	Fator VII Recombinante	Hemofilia	Hemobrás	Cristália	Extinto em 2018
2	2011	Adalimumabe	Antirreumático	IVB	PharmaPraxis	Fase II Agora instituição pública é Biomanguinhos e privada é Bionovis
3	2011	Teste diagnóstico	Saúde da mulher – Rede Cegonha	Fiocruz/ Tecpar	Lifemed	Fase II Agora Instituição Pública é Fiocruz/IBMP Suspensa em junho/2019
4	2013	Cetuximabe	Oncológico	Butantan	Libbs/ Mabxience	Extinto em 01/10/2015
5	2013	Cetuximabe	Oncológico	IVB/ Biomanguinhos	Bionovis/ Merck Serono	Extinto em 16/02/2016
6	2013	Cola Fibrina Recombinante	Cicatrizante	Hemobrás/ IBMP	Cristália	Extinto em 01/10/2015
7	2013	Insulina Humana Recombinante	Diabetes	Farmanguinhos	Biommm	Extinto - PDP Farmanguinhos e Indar em 2015
8	2013	Extrato Alergênico	Imunoterapia	Bahiafarma	Biocen	Extinto em 2017
9	2013	Plataforma Multiteste para detecção de Sepsis	Kit diagnóstico	IBMP/ Fiocruz	Lifemed/ Cristália	Extinto em 01/10/2015

Fonte: Elaboração da autora com base nos dados da SCTIE/MS atualizados em 07/05/2019iv. Nota: o ano refere-se ao ano de aprovação da proposta de PDP.

Tabela 6. PDPs extintas e motivação

PDP medicamento ou produto	Ação	Justificativa
Fator VIIa Recombinante	Extinção	CD extinguiu já que a instituição pública informou não ter mais interesse na continuidade da parceria face às dificuldades no desenvolvimento do produto
Cetuximabe	Extinção	CD extinguiu já que o produto não foi incorporado pela CONITEC para o tratamento do câncer colorretal metastático.
Cetuximabe	Extinção	CD extinguiu já que o produto não foi incorporado pela CONITEC para o tratamento do câncer colorretal metastático.
Cola fibrina recombinante	Extinção	CD extinguiu porque instituições informaram desistência
Insulina humana recombinante	Extinção	CD extinguiu porque não houve adequação ao formato exigido da proposta (artigo 14 da Portaria GM/MS 2.531/2014)
Extrato alergênico	Extinção	CD extinguiu em função da impossibilidade de centralização da compra deste medicamento.

Kit multiteme diagnóstico para identificação de patógenos. Causadores de sepsis	Extinção	CD extinguiu porque não houve adequação ao formato exigido da proposta (projeto executivo segundo a Portaria GM/MS 2.531/2014) e instituição pública informar desistência
Kit para diagnóstico – Rede cegonha (produto)	Suspensa	Não declarado

Fonte: elaboração da autora a partir de dados de produtos suspensos e extintos com atualizados em 21/06/2019 e medicamentos suspensos e extintos, de 01 e 08/07/2019, respectivamente.

Em agosto de 2019 existia somente a PDP de P&D&I do medicamento do Adalimumabe, todas as demais foram extintas ou suspensas, pelos diversos motivos, como ilustra 2 acima. No caso do medicamento observa-se que houve uma reconfiguração dos parceiros envolvidos. A PDP de P&D&I entre Biomanguinhos e Bionovis, criada em 2014, se manteve com 40% da demanda e foram firmados termos de compromissos com outras instituições, com novas PDPs neste mesmo produto (Adalimumabe) em 2017 e 2018, como mostra a tabela 7 abaixo. Neste caso, a Libbs, como detentora da tecnologia, firmou parceria para transferência ao Butantan e a Pfizer se comprometeu em realizar a transferência ao Tecpar, com participação na demanda de 30% em cada um destas “novas” PDPs firmadas entre 2017 e 2018. Entretanto, tais PDPs foram suspensas em 2019, restando, portanto, só a PDP inicialmente firmada em 2014 e com questionamentos frente à capacidade de Biomanguinhos atender à totalidade da demanda.

Tabela 7. PDP de P&D&I: o caso do Adalimumabe

Ano de Submissão / Termo de Compromisso (TC)	Produto	Apresentação	Instituição Pública	Detentora ou desenvolvedora da Tecnologia do Produto	Entidade Privada - IFA	Fase	Plataforma	% demanda
TC nº 19/2013 TA nº 08/2014 TC nº 03/2017	Adalimumabe	Solução Injetável (40mg/0,8 mL)	Bio-manguinhos	-	Bionovis S.A - Companhia Brasileira de Biotecnologia Farmacêutica	II	Bioteológico	40
TC nº 13/2017 TC nº 05/2018	Adalimumabe	Solução Injetável (40mg/0,8mL)	Butantan	Libbs Farmacêutica Ltda.	-	II (Suspensa)	Bioteológico	10 20
TC nº 07/2017	Adalimumabe	Solução Injetável (40mg/0,8mL)	TECPAR	Pfizer Incorporated	Orygen Biotecnologia S/A	II (Suspensa)	Bioteológico	30

Fonte: elaboração da autora a partir de dados da SCTIE/MS atualizados em 08/07/2019^v.

Deve-se mencionar ainda que a maioria das PDPs interrompidas ocorreu justificada na sua extinção (tabela 6), então provavelmente associada a problemas decorrentes ao cronograma ou motivação dos envolvidos, ao passo que apenas uma parte menor de PDPs foi suspensa por identificação de desacordo com os requisitos e orientações estabelecidos nos mecanismos de monitoramento, como apresentado na figura abaixo. Por isso, deve-se mencionar que embora ambas resultem na interrupção da PDP, as PDPs extintas e as PDPs suspensas são pautadas em motivações distintas, conforme apresentado no decreto 2.531/2014. A extinção (artigos 64 e 65) é pautada no descumprimento do cronograma e as instituições públicas e privadas poderão ser sujeitas a medidas administrativas e judiciais. Já a suspensão (artigo 64) é caracterizada pelo desacordo com os requisitos, critérios, diretrizes e orientações, mas não há penalidade prevista.

Por um lado, a redução do número das PDPs de P&D&I demonstra um esgotamento/incapacidade do seu estímulo à criação de novos produtos, processos e serviços em saúde, no desenho concebido pelas PDPs, com o protagonismo e centralidade nos laboratórios públicos oficiais existente no modelo atual. Por outro lado, se apresenta como uma oportunidade no período recente para o país, principalmente se considerarmos o avanço na regulamentação das Encomendas Tecnológicas (ETECs), as quais poderiam desenvolver medicamentos, fármacos e produtos em saúde ainda inexistentes em condições mais competitivas, que permitissem assim a maior centralidade nas empresas diante da acelerada dinâmica tecnológica da indústria farmacêutica.

Em 2018, o decreto regulamentador (Decreto no. 9.283 de 7 de fevereiro de 2018) da “Nova Lei de Inovação ou comumente chamada de Código Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei 13.243 de 11 de janeiro de 2016) avançou significativamente no detalhamento das possibilidades de encomendas tecnológicas (ETECs) passíveis de realização pelos órgãos públicos mediante a dispensa de licitação, em seus artigos 27 a 33).

Esta possibilidade já existia desde a Lei de Inovação (Lei 10.973/2004) conforme o disposto em seu artigo 20, mas ainda pairavam dúvidas sobre sua interpretação junto aos órgãos de controle, o que resultava em uma grande insegurança jurídica para os gestores públicos. Mesmo assim, tem sido utilizada em alguns órgãos federais e foi por meio deste mecanismo que o governo federal em 2014 lançou o Programa Nacional de Plataformas do Conhecimento (Decreto no. 8.269 de 25 de junho de 2014). Este programa tinha como objetivos:

“I - Realizar a encomenda tecnológica destinada à solução de problema técnico específico ou à obtenção de produto ou processo inovador, de bens ou serviços, que envolva risco tecnológico, e, II – estimular a parceria entre as empresas e instituições de pesquisa científica e tecnológica” (Brasil, decreto 8.269/2014: 01).

Para alcançar seus objetivos, o Programa possibilitava a criação de consórcios entre as entidades envolvidas e convergia no sentido das *mission-oriented policies*, fortemente defendidas por Mariana Mazzucato. O Programa acabou não avançando face às mudanças políticas e econômicas que o país enfrentou neste período, mas já se fundamentava no mecanismo das ETECs. Mas há inúmeros outros casos de ETEC identificados dentro o conjunto das políticas de inovação pelo lado da demanda já empregadas no Brasil, como o caso do projeto Sirius para a nova fonte de luz síncrotron em Campinas e o caso do KC-390 comprado pela Força Aérea Brasileira (FAB) da Embraer (Rauen, 2017; Ribeiro 2017). Neste sentido, a publicação de Rauen & Barbosa (2019) avança ao detalhar os critérios e os mecanismos de operacionalização das ETECs para os gestores públicos e inicialmente já definirem e sinalizarem o que não é uma ETEC, como um problema de nacionalização de algo que já existe no exterior. Por isso, as ETECs devem, necessariamente, envolver risco tecnológico:

“A ETEC é uma compra pública voltada para encontrar solução para determinado problema por meio de desenvolvimento tecnológico. Ou, formalmente, as ETECs são tipos especiais de compras públicas diretas voltadas a situações muito específicas nas quais exista risco tecnológico” (Rauen & Barbosa, 2019: 15).

Portanto, a existência de risco tecnológico é condição necessária para que haja uma ETEC e é isso que motiva o seu compartilhamento com o ente governamental para equacionar um problema da sociedade por meio do estímulo ao setor privado com a possibilidade de compra pública.

Para fundamentar tal decisão e tornar o risco tecnológico passível de mensuração, os autores sugerem a adoção da classificação TRL (*Technology Readiness Assessment*), ou nível de maturidade tecnológica, que varia entre TRL 1 a TRL 9. Os TRLs de 1 a 4 geralmente estão em escala laboratorial, já os 5 a 6 em uma aplicação específica em ambiente simulado e, por último, os TRLs 7 a 9 sua aplicação no mundo real. Neste sentido, a necessidade do demandante deve atuar na mesma direção da maturidade, ou seja, quanto maior o risco, maior o ensejo da ETEC.

Porisso é importante tentar aplicar o conceito de TLR, desenvolvido no âmbito das engenharias para os produtos e medicamentos da indústria farmacêutica a fim de nortear a sua adoção junto a um instrumento de ETEC que possa ser utilizado pelo Ministério da Saúde. É exatamente o risco tecnológico que irá fundamentar a precificação da ETEC diante das 5 modalidades possíveis na legislação, como sintetizado na figura 2 a seguir: i) preço fixo, ii) preço fixo mais remuneração variável de incentivo, iii) reembolso de custos sem remuneração adicional, iv) reembolso de custos mais remuneração variável de incentivo e, por último, v) reembolso de custos mais remuneração fixa de incentivos. Assim, se houver muito alto risco tecnológico recomenda-se a adoção do preço fundamentado no reembolso de custo junto com a remuneração fixa de incentivos, a qual pode ser inclusive parte ou a totalidade da própria propriedade intelectual resultante da descoberta da ETEC.

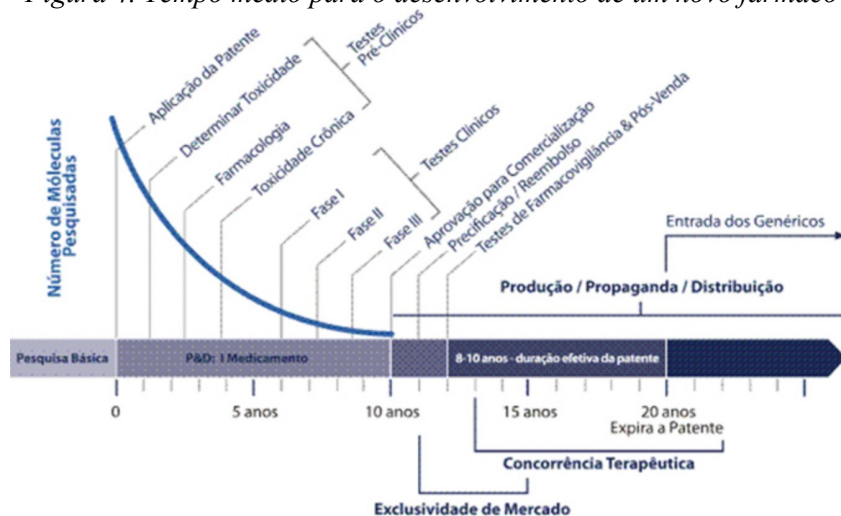
Figura 3. Níveis de maturidade tecnológica e redação legal

TRL	Definição	Redação legal
1	Princípios básicos observados	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)
2	Conceito tecnológico e/ou aplicação formulada	
3	Provas de conceito e/ou funções críticas	
4	Componentes validados em ambiente controlado	
5	Componentes validados em ambiente simulado	
6	Subsistemas demonstrados em ambiente relevante	Protótipos, plantas-pilotos e escalonamento
7	Protótipo demonstrado em ambiente relevante	
8	Solução pronta demonstrada em ambiente relevante/real	
9	Solução aplicada	Produtos, processos e serviços

Fonte: Rauen & Barbosa, 2019: 25-26.

Porém, na indústria farmacêutica, o processo é multifacetado e envolve as fases de estudos clínicos, além da P&D para a descoberta de novas moléculas propriamente dita. Posteriormente ainda há a fase de aprovação junto às autoridades regulatórias e sanitárias, no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no caso, como sintetiza a figura 4 abaixo.

Figura 4. Tempo médio para o desenvolvimento de um novo fármaco



Fonte: Interfarma.

Portanto, é necessário um esforço maior junto ao MS e especialistas da indústria farmacêutica para complementar e detalhar a escala TRL para que a mesma seja capaz de ser aplicada ao setor e as ETECs possam ser operacionalizadas pelo MS, com a inclusão de parâmetros relacionados a propriedade intelectual e testes clínicos, por exemplo, dentre outros elementos. Este elemento deve ser considerado fundamentalmente na revisão do marco regulatório das PDPs em andamento no governo federal.

5. Conclusão

A pesquisa demonstrou que, infelizmente, as PDPs de P&D&I se reduziram ao longo do tempo diante de suas características específicas e da ausência de legislação detalhada. Tal fato se explica pelo elevado risco tecnológico embutido nesta modalidade de PDPs que se restringe diante do protagonismo das PDPs se reduzir aos laboratórios públicos, os quais nem sempre conseguem incrementar sua capacitação tecnológica e pelas inseguranças jurídicas envolvidas na garantia de compra para algo, que de fato, ainda não existe.

Isso, por outro lado, abre um horizonte de expansão para a adoção das encomendas tecnológicas (ETECs) na saúde, mas é necessário avançar em critérios norteadores acompanhamentos do nível de maturidade tecnológica, diante da complexidade tecnológica e dinamismo acelerado intrínsecos da indústria farmacêutica para fundamentar a adoção deste instrumento de política de inovação pelo lado da demanda. Portanto, o presente trabalho cumpriu seu objetivo ao examinar a trajetória das PDPs de P&D&I no período recente e demonstrar que sua redução ao longo do tempo está associada ao modelo das PDPs e sua centralidade nos laboratórios e das incertezas jurídicas que existiam. No presente momento, com a possibilidade das ETECs na saúde surgem oportunidades fundamentais que devem ser concretizadas por meio de modelos mais sofisticadas que permitam a inserção de outros agentes no processo de capacitação tecnológica localmente junto com as políticas inovação pelo lado demanda.

6. Referências bibliográficas

- Almeida, A. C. S. (2018). Análise dos efeitos das Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo nos laboratórios farmacêuticos oficiais. *Tese (doutorado em economia)*. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro.
- Avellar, A.P. (2008). “Avaliação do impacto do PDTI sobre o gasto em atividades de inovação e em P&D nas empresas industriais”. In: De Negri, J.A.; Kubota, L. C. *Políticas de incentivo à inovação tecnológica*. IPEA. Brasília: Ipea.
- Avellar, A.P.; Botelho, M. R. (2016). A. Efeitos das políticas de inovação nos gastos com atividades inovativas das pequenas empresas brasileiras. *Estudos Econômicos*, vol. 46, no.3, 2016.
- Brasil (2004). *Lei 10.973 de 02 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre os incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm. Acesso em: 07 de mai. 2019.
- Brasil (2014). *Decreto 8.269 de 25 de junho de 2014*. Institui o Programa Nacional de Plataformas do Conhecimento e seu Comitê Gestor. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8269.htm. Acesso em 07 de mai. 2019.
- Brasil (2016). *Lei 13.243 de 11 de janeiro de 2016*. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm. Acesso em 07 de mai. 2019.

- Brasil (2018). Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. *Indicadores consolidados*. Disponível em https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/inovacao/consolidados/inovacao_7.6.html. Acesso em 07 de mai. 2019.
- De Negri, F. (2018). Novos caminhos para a inovação no Brasil. Wilson Center/Interfarma/Ipea. Disponível em <https://www.interfarma.org.br/public/files/biblioteca/novos-caminhos-para-a-inovacao-no-brasil-interfarma2.pdf>. Acesso em 07 de mai. 2019.
- Freeman, C. (1995) The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, no. 19, p. 5-24.
- Gadelha, C.A.G., Costa L.S., Borges T.R., Maldonato J.M.S.V. (2012). O complexo econômico-industrial da saúde: elementos para uma articulação virtuosa entre saúde e desenvolvimento. *Saúde Debate*, no. 36, p. 21-30.
- Garcia, R.; Roselino, J. E. (2004). Uma avaliação da Lei da Informática e de seus resultados como instrumento indutor de desenvolvimento tecnológico e industrial. *Gestão e Produção*. Vol. 11, no. 2, 2004.
- Gil, A. C. (1991). Métodos e técnicas de pesquisa social. Rio de Janeiro, Editora Atlas.
- IBGE/PINTEC (2014). *Pesquisa de Inovação (PINTEC)*. <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pintec/tabelas>> Acesso em 15 de jul. 2019
- Kannemby Junior, S.; Porto, G. (2012) *Incentivos fiscais à pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil: uma avaliação das políticas recentes*. InterAmerican Development Bank. (Documento para discussão IBD-DP-236).
- Mazzucato, M. (2014). *O Estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. São Paulo: Portfolio-Penguin.
- Lundvall, B. A. (2010). *National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Anthem Press.
- Messias, J. R. A. (2018). *Compras governamentais como política de incentivo à inovação por demanda: experiência recente com Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo – PDP na área de saúde pública*. Dissertação (mestrado em desenvolvimento, sociedade e cooperação internacional). Brasília: UnB.
- Moreira, M. S. (2018). *As Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP) no setor da saúde: o poder de compra do Estado como política de indução à inovação e à capacitação tecnológica da Fiocruz no campo das biotecnologias*. Tese (doutorado em políticas públicas), UFPR, Curitiba.
- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: a comparative analysis*. Oxford University Press.
- Peclat, R.N.; Rauen, A.T. (2019). Práticas avaliativas em políticas de CT&I: análise comparativa do caso nacional. *Monografia/TCC*, Escola Nacional de Administração Pública, Brasília/DF, <<http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3916>>. Acesso em: 13 de jul de 2019.
- Rauen, C. V. (2017). O projeto Sirius e as encomendas tecnológicas para a construção da nova fonte de luz síncrotron brasileira. In: Rauen, A. T. *Políticas de Inovação pelo lado da demanda no Brasil* (org.). Brasília: IPEA.
- Rauen, A. T. (2017). *Políticas de Inovação pelo lado da demanda no Brasil* (org.). Brasília: IPEA.
- Rauen, A. T.; Barbosa, C. M. M, (2019). *Encomendas Tecnológicas no Brasil: Guia geral de boas práticas*. Brasília: IPEA.
- Ribeiro, C. G. (2017). Desenvolvimento tecnológico nacional: o caso do KC-390. In: Rauen, A. T. *Políticas de Inovação pelo lado da demanda no Brasil* (org.). Brasília: IPEA.
- Rocha, F. (2019). Does Public Procurement for Innovation increase innovative efforts? The case of Brazil. *Revista Brasileira de Inovação*, vol. 18, no. 1, p-37-62.
- Salles Filho, S.; Stefanuto, Mattos, C.; Zeitoum, C.; Campos, F.R. (2012). Avaliação de impactos da Lei de Informática: uma análise da política industrial e de incentivo à inovação no setor de TICs brasileiro. *Revista Brasileira de Inovação*, no. 11.
- Silva, G. O.; Elias, F.T. (2017). *Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo: um estudo de avaliabilidade*. Com. Ciências Saúde, vol. 28, no. 3/4, p. 313-325.
- Soares, R. P. (2005). *Compras governamentais: características das firmas industriais e participação*. In: Negri, J.A.; Salerno, M.S. *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das empresas brasileiras*. Brasília: IPEA, p.299-234.
- Squeff, F.D. (2014). O poder de compras governamental como instrumento de desenvolvimento tecnológico: o caso brasileiro. *Texto para discussão*, no. 1922, Brasília: IPEA.

Varrichio, P. C. (2017). As Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo. In: Rauen, A. T. *Políticas de Inovação pelo lado da demanda no Brasil* (org.). Brasília: IPEA.

TCU (2013). *Contribuição dos Tribunais de Contas para os governantes eleitos*. Disponível em <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId>. Acesso em 06 de mai. 2019.

Zucoloto, G. (2010). Lei do Bem: impactos nas atividades de P&D no Brasil. *Radar de Inovação*, IPEA.

-
- i. Conforme dados publicados no website do Ministério da Saúde, disponível em <http://www.portaltransparencia.gov.br/funcoes/10-saude?ano=2018>. Acesso em 03 de mai. 2019.
- ii. A Portaria pode ser consultada na íntegra em A íntegra pode ser consultada em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html#ANEXOXCXV (acesso em 31/08/2019).
- iii. Dados disponíveis em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/09/Medicamento--Vacina-e-Hemoderivados---Parcerias-Vigentes---Parcerias-Extintas.pdf>> Acesso em 15 de jul. 2019.
- iv. Com relação a processo de extinção das PDPs apresentado na tabela 5, vale mencionar que foi identificada uma Nota Técnica da empresa Bionovis submetida à Consulta Pública no. 26/2018 do CONITEC/SCTIE em que se menciona que a Conitec recomendou a incorporação de 3 medicamentos para o tratamento da psoríase moderada grave ao SUS: infliximabe, etanercepte e adalimumabe. Este relatório aponta ainda que as patentes do infliximabe e do etanercepte já expiraram no Brasil, portanto, não haveria barreira para a comercialização por terceiros.
- v. Dados disponíveis em <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/09/Medicamento--Vacina-e-Hemoderivados---Parcerias-Vigentes---Parcerias-Vigentes.pdf>>. Acesso em 15 de jul. 2019.

Evolución de los Centros de Desarrollo Tecnológico en Colombia y su relacionamiento con los respectivos sectores de la producción

Fernando Chaparro
Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia
f.chaparro@alumni.princeton.edu

Abstract

Este artículo analiza la evolución de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) relacionados con sectores de la producción en Colombia, desde el modelo de Instituto de Investigación público que predominó en la segunda mitad del siglo XX, hasta los Centros Tecnológicos relacionados con cadenas de producción específicas que hoy existen. Actualmente se confrontan dos grandes desafíos a nivel mundial que están reviviendo el interés en los CDTs: el desafío del desarrollo sostenible, por un lado, y la cuarta Revolución Industrial con una amplia gama de nuevas tecnologías que de ella se derivan, por el otro. Esto requiere que las empresas y cadenas de producción en Colombia evolucionen hacia niveles tecnológicamente avanzados y sostenibles, para lo cual se requiere apoyo tecnológico que facilite la innovación. El artículo analiza las características que tienen los CDTs del sector agropecuario y los CDTs del sector industrial. Con base en el análisis realizado en este artículo de la evolución de los CDTs en Colombia y de los factores que han incidido en ella, se plantean tres opciones estratégicas para fortalecer los CDTs en el próximo futuro.

Keywords

Centro de Desarrollo Tecnológico; Sectores productivos; Estrategia Tecnológica

1. El papel de los Centros de Desarrollo Tecnológico

Hay dos grandes desafíos que dominan el entorno actual: el surgimiento de la Cuarta Revolución Industrial y las nuevas tecnologías que de ellas se derivan, en primer lugar; y el desafío del desarrollo sostenible, incluyendo el Cambio Climático Global y la transición a un nuevo patrón energético que sea sostenible, en segundo lugar. De la Cuarta Revolución Industrial se derivan una amplia gama de nuevas tecnologías y una intensa interacción entre ellas, tales como el internet de las cosas (IoT), Big Data, movilidad, Blockchain, digitalización y computación masiva, impresión 3D, robótica y automatización, inteligencia artificial y tecnologías cognitivas, con base en las cuáles se está desarrollando un sistema de producción “ciber-físico” que fusiona el mundo real con el mundo virtual¹.

En segundo lugar, los desafíos de la sostenibilidad están cuestionando patrones de desarrollo urbano, patrones de consumo y patrones de uso energético, tal como se refleja en los ODS de la Agenda 2030. El efecto acumulado de estos dos desafíos que caracterizan el entorno actual lleva a la necesidad de que las empresas y las cadenas de producción en Colombia deben evolucionar hacia niveles tecnológicamente avanzados y sostenibles, tanto en el sector industrial, como en el sector agropecuario y el minero-energético. La necesidad de dar este paso ha despertado de nuevo interés en los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) relacionados con cadenas de producción, por el papel que ellos pueden desempeñar en facilitar

¹ “The Fourth Industrial Revolution”; Klaus Schwab, World Economic Forum, 2016.

el acceso a las nuevas tecnologías y en solucionar los problemas de sostenibilidad de los sistemas de producción.

Es importante destacar que hay una diversidad de tipos de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico, que, si bien tienen características en común entre ellos, también tienen diferencias y especificidades importantes que no se pueden desconocer. Cuando hablamos de CDTs nos referimos a los siguientes tipos de entidades científicas y tecnológicas:

1. Centros de Investigación en áreas específicas del conocimiento (v.gr. biotecnología, física, política económica, estudios antropológicos), u orientados a una Misión (v.gr. los Centros de Investigación del Sistema de Investigación Ambiental -SIMA, tales como INVEMAR, el Humboldt y el Sinchi).
2. Los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) Sectoriales vinculados a cadenas de producción del sector productivo, en la Industria, en el sector Agropecuario y en el sector Minero-Energético.
3. Los Centros de Investigación e Innovación de Empresas concretas, tanto públicas como privadas.
4. Las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica que apoyan la creación de nuevas empresas (emprendimientos), sobretodo en el campo de las nuevas tecnologías.

En el presente documento nos vamos a concentrar en el caso de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) Sectoriales vinculados a cadenas de producción del sector productivo, en la Industria, en el sector Agropecuario y en el sector Minero-Energético, y en los Ecosistemas Territoriales de CT&I en los cuáles se insertan los CDTs. Por lo tanto, el análisis se concentrará en el fomento a la innovación empresarial en los diversos sectores de la producción.

2. Evolución de los Centros de Desarrollo Tecnológico en Colombia

Los primeros Centros de Desarrollo Tecnológico se establecieron en Colombia en la década de los sesenta del siglo XX, con base en el modelo de Instituto de Investigación totalmente financiado por el Estado, para responder a las oportunidades y desafíos que se confrontaban en sectores importantes de la economía nacional (sector agropecuario, industria, minería), o en sectores relacionados con necesidades básicas de la sociedad (v.gr. salud). Este modelo caracterizó el desarrollo de la CT&I durante la segunda mitad del siglo XX en casi todos los países de América Latina.

En la evolución de los Centros de Desarrollo Tecnológico durante la segunda mitad del siglo XX se pueden claramente observar tres fases:

- a) 1957 - 1989: Durante los años en los cuáles predominaron las políticas del Proteccionismo y de una incipiente industrialización basada en sustitución de importaciones en América Latina, predominó el modelo de instituto tecnológico basado en la financiación del Estado, encargado de servir todo un sector de la producción (v.gr. industria, agricultura, minería). En el caso del sector industrial existió en Colombia el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), cuya financiación se aseguró con el apoyo de entidades públicas (Ministerio de Desarrollo, Caja Agraria, IFI y Banco de la República). Este Instituto fue responsable de apoyar el desarrollo tecnológico de todo el sector industrial durante todo el período del Proteccionismo. En el sector agropecuario predominó el mismo modelo en el caso del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), aunque en

este caso su financiación provino en su totalidad del presupuesto nacional. En los dos casos se trata de grandes institutos públicos que se constituyeron en institutos únicos cubriendo todo un sector (muy diferente al enfoque de sistemas y redes interinstitucionales que hoy predomina).

b) 1990 - 1994: Al final de los ochenta e inicios de los noventa surge en Colombia y en América Latina la denominada “Apertura Económica”, al abandonarse las políticas proteccionistas de las décadas anteriores. En este período surge un proceso de privatización de la investigación tecnológica ligada a sectores de la producción, como consecuencia de los cambios en las políticas macroeconómicas. En este período el Estado comienza a disminuir el apoyo a los Institutos de Investigación Públicos vinculados con sectores de la producción, supuestamente con el propósito de comprometer al sector privado en su financiamiento. Como consecuencia de este nuevo entorno el IIT se cierra, considerándose que en este nuevo entorno el Estado no debía seguir desempeñando un papel de financiación directa de Centros Tecnológicos. En el caso del sector industrial, estos últimos se dejan totalmente en manos del sector privado, como parte de la decisión de privatizar la investigación tecnológica. Se propusieron varios proyectos de CDT’s en diversos sectores de la producción, y el primero en despegar fue el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho, el cual inició actividades en febrero de 1993. En el caso del sector agropecuario el Estado continuó desarrollando un papel activo, pero asociándose con el sector privado en la creación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), supuestamente para ser cofinanciada entre el Estado y el sector productivo. En este sector no se insistió en la tesis de la privatización total, sino en la necesidad de desarrollar una alianza público-privada para cofinanciar la investigación tecnológica que el sector productivo requiere.

c) 1995 en adelante: Para responder a la situación que surgió como consecuencia de los cambios en la política macroeconómica, en este período se definió la nueva Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico, basada en el fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación. Con base en esta nueva política, los empresarios son los líderes del desarrollo tecnológico pero el Estado tiene un papel activo en la promoción y creación de condiciones de apoyo a la investigación tecnológica y a la innovación. La responsabilidad del desarrollo de una infraestructura tecnológica nacional la comparte el Estado con el sector productivo privado, buscándose que las iniciativas no se tomen unilateralmente desde el Estado, como antes con la creación de Institutos Públicos, sino con base en la participación y compromiso empresarial, en cada uno de los sectores de la producción.

A la anterior decisión se llega después de analizar diversos modelos organizacionales que estaban surgiendo tanto en América Latina como en países desarrollados, como parte de un profundo proceso de cambio que se estaba dando en las instituciones tecnológicas a nivel mundial. Se vio la necesidad de establecer organizaciones más flexibles y dinámicas que ofrecieran respuestas rápidas a los requerimientos de las empresas. Adicionalmente, se encontró de gran interés la tendencia de centros tecnológicos de articularse en redes y consorcios tecnológicos, como parte de una estrategia global de monitoreo y apropiación de conocimiento en todo el mundo. En algunos países surgieron experiencias interesantes con Centros de Investigación Tecnológica parcialmente virtuales, al crearse nuevos centros con base en una red de grupos de investigación trabajando en un campo específico, que se asociaban y se comprometían a desarrollar una “Agenda Compartida” de Investigación sobre temas

complementarios.² El estudio comparativo de modelos de centros tecnológicos y de análisis de tendencias de cambio organizacional, realizado en varios países bajo el patrocinio del CIID (IDRC), ONUDI y ALTEC, permitió identificar nuevas estrategias para el establecimiento de los centros tecnológicos en Colombia.³

3. Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1994-1998: Entorno en el cual surge la nueva Estrategia de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT)

En 1994 surge la nueva Política de CT&I 1994-1998 para responder al nuevo entorno creado por la apertura económica y por el cambio en el papel del Estado en financiar la investigación tecnológica relacionada con los sectores de la producción. Esta nueva política de CT&I se adoptó por medio del CONPES 2739 de 1994 y del CONPES 2848 de 1996, y se pudo implementar gracias a los recursos aportados por el Crédito con el BID (el llamado BID-3).

Desde el punto de vista del tema de este artículo relacionado con la evolución de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) en Colombia, hay cinco elementos importantes en esta nueva política de CT&I que se deben destacar:

- a) Se creó formalmente el Sistema Nacional de Innovación (SNI), como parte del Sistema Nacional de CT&I. El Sistema Nacional de Innovación se concibió como la dimensión del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCT&I) que se focaliza en interactuar con el sector productivo para mejorar su productividad y sostenibilidad. El SNCT&I se venía construyendo a lo largo de los años anteriores con base en la Ley 29 de 1990, y de los Decretos Reglamentarios 393, 591 y 585 de 1991. Al plantearse la creación del Sistema Nacional de Innovación, se destacó que dicho sistema está constituido por Ecosistemas Regionales o Territoriales de CT&I; es decir, se dio el primer paso en la dirección de descentralizar la política de CT&I y de asignarle una gran importancia a la dimensión territorial.
- b) Para fomentar la colaboración entre las universidades y las empresas, se creó una nueva línea de financiación: la Cofinanciación de proyectos Universidad-Empresa o proyectos Centro Tecnológico-Empresa. Por medio de este instrumento de financiación se apoyaron un importante conjunto de proyectos diseñados por las empresas, que ellas contrataron con universidades o con centros tecnológicos. Este es uno de los instrumentos más efectivos para fomentar la relación Universidad-Empresa.
- c) Se inició la financiación de proyectos de innovación exclusivamente de empresas, por medio de crédito fuertemente subsidiado (baja tasa de interés y un plazo de gracia antes de comenzar a pagar la deuda). Con base en esta nueva línea de financiación directamente a la empresa se financiaron los principales procesos de innovación en el sector productivo de Colombia, tales como la introducción de la tecnología de laminado en frío en la nueva planta de ACESCO en Barranquilla (donde se realizó un importante “scaling-down” de la

² Dos casos exitosos de Centros Virtuales que se analizaron en esta etapa de selección de opciones organizacionales son el del Consorcio PRECARN en Canadá y el del Instituto de Tecnología de Alimentos de Malasia. Sobre el primero ver James Mullin: “The PRECARN Model: A New Organizational Approach”; CIID/LARO, Montevideo, febrero de 1993.

³ Sobre los resultados de este Proyecto de análisis comparativo a nivel internacional, y los diversos modelos que en él se identifican, ver Fernando Machado (ed.): “Institutos de Investigación Industrial en América Latina: Su Rol en los Años Noventa.” Proyecto CIID/ONUDI/ALTEC. Julio de 1993.

tecnología existente para adecuarla a la escala de producción posible en Colombia); se diseñó y se construyó el primer y único avión totalmente colombiano (el Gavilán 350) que obtuvo licencia para vuelos comerciales por la FAA de los Estados Unidos y que actualmente se fabrica en el Canadá en una empresa que adquirió la licencia; se apoyó el desarrollo de los diversos equipos para el procesamiento industrial de productos agrícolas de la empresa SuperBrix de Barranquilla; y una diversidad de proyectos de innovación empresarial, tanto en el sector industrial como agropecuario.

d) Como parte de la nueva política, se adoptó un nuevo modelo de Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) del Sector Productivo en alianza con el respectivo sector empresarial, en remplazo del modelo anterior basado en Institutos Públicos que había funcionado durante varias décadas (v.gr. el IIT y el ICA). Este es el origen de los CDTs que se analizan en este artículo.

e) Con base en los nuevos CDTs y el papel que ellos desempeñan en los Sistemas Regionales de Innovación, se planteó el fomento a “Redes de Innovación”, que son los antecesores de los “Clusters Regionales” que hoy existen, y de los Ecosistemas Territoriales de Innovación que están surgiendo, a menudo vinculados a Cadenas de Producción Agroindustrial.

En 1998 se publicó un libro que describe bien este proceso y que suministra información sobre los diversos proyectos de innovación que se apoyaron y los resultados que se obtuvieron. El título del libro resume bien esta experiencia: “El Sistema Nacional de Innovación: Nuevo Escenario de la Competitividad.”⁴

4. Primera fase del desarrollo del nuevo modelo de Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) en el período 1995-2001

La nueva Estrategia de Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) se aprobó en el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en noviembre de 1995, con base en un documento que analiza el nuevo entorno creado por la apertura económica y explica el surgimiento y las características de los nuevos CDTs.⁵ Como parte de esta Estrategia se adoptó una práctica de financiación parcial de estos Centros basada en la línea de financiación del Capital Semilla, con el fin de facilitar y apoyar alianzas público-privadas para cofinanciar la investigación tecnológica que el sector productivo requiere, al hacer un aporte a la financiación del “presupuesto básico” de cada Centro.

En los primeros tres años de esta Estrategia se apoyaron 27 CDTs con base en la línea de financiación del Capital Semilla. Al asignar los recursos financieros del Capital Semilla en el tercer año de operación de esta Estrategia (1997) se realizó una primera evaluación de cómo estaba funcionando esta nueva política y sobretodo el nivel de respuesta del sector empresarial en la cofinanciación de estos Centros, en colaboración con COLCIENCIAS. El análisis que se presenta en esta sección se basa en este informe de evaluación de los primeros tres años.⁶ A continuación se destacan las principales conclusiones.

Uno de los desafíos que confrontó el nuevo modelo de los CDT es el de cómo

⁴ Fernando Chaparro (coordinador): “El Sistema Nacional de Innovación: Nuevo Escenario de la Competitividad;” Bogotá, COLCIENCIAS, 1998.

⁵ Ver COLCIENCIAS: “Implantación de la Estrategia de Centros de Desarrollo Tecnológico”; Bogotá, COLCIENCIAS, noviembre, 1995.

⁶ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: “Fortalecimiento de la Estrategia de los Centros de Desarrollo Tecnológico: Asignación de Fondos de Capital Semilla para 1997”; Bogotá, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, octubre 16 de 1997.

desarrollar una Estrategia de Financiación sostenible que asegure un buen funcionamiento de estos centros, buscando un equilibrio entre la financiación con recursos públicos, y una mayor financiación privada por parte del respectivo sector o cadena de producción. En el Cuadro No. 1 se puede ver la lista de los 27 CDTs que se apoyaron en los tres primeros años de esta estrategia, representando una inversión de \$72,474,996,000 de pesos. En esta lista de CDTs hay Centros de Investigación en áreas específicas del conocimiento y Centros de Desarrollo Tecnológico del sector productivo vinculados a cadenas de producción.

En términos de cómo funcionó esta Estrategia de Financiación en los tres primeros años, se puede observar que la financiación de estos Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico se logró cubrir con los aportes financieros de las siguientes fuentes de financiación (ver Cuadro No. 1):

- (a) Aporte de COLCIENCIAS: 23 % de la inversión total.
- (b) Aporte de las empresas y de los Gremios del respectivo sector o cadena de producción: 43 %.
- (c) Recursos propios del CDT: 8 %.
- (d) Otras fuentes de financiación: 26 %.

Las cifras exactas aparecen en el Cuadro No. 1. Estas cifras suministran una buena información de cómo realmente funcionó la Estrategia de Financiación de los CDTs durante los primeros años de funcionamiento de esta Estrategia.

Cuadro No. 1 - Contrapartidas movilizadas por 27 CDTs, Centros de Productividad e Incubadoras (Miles de pesos)

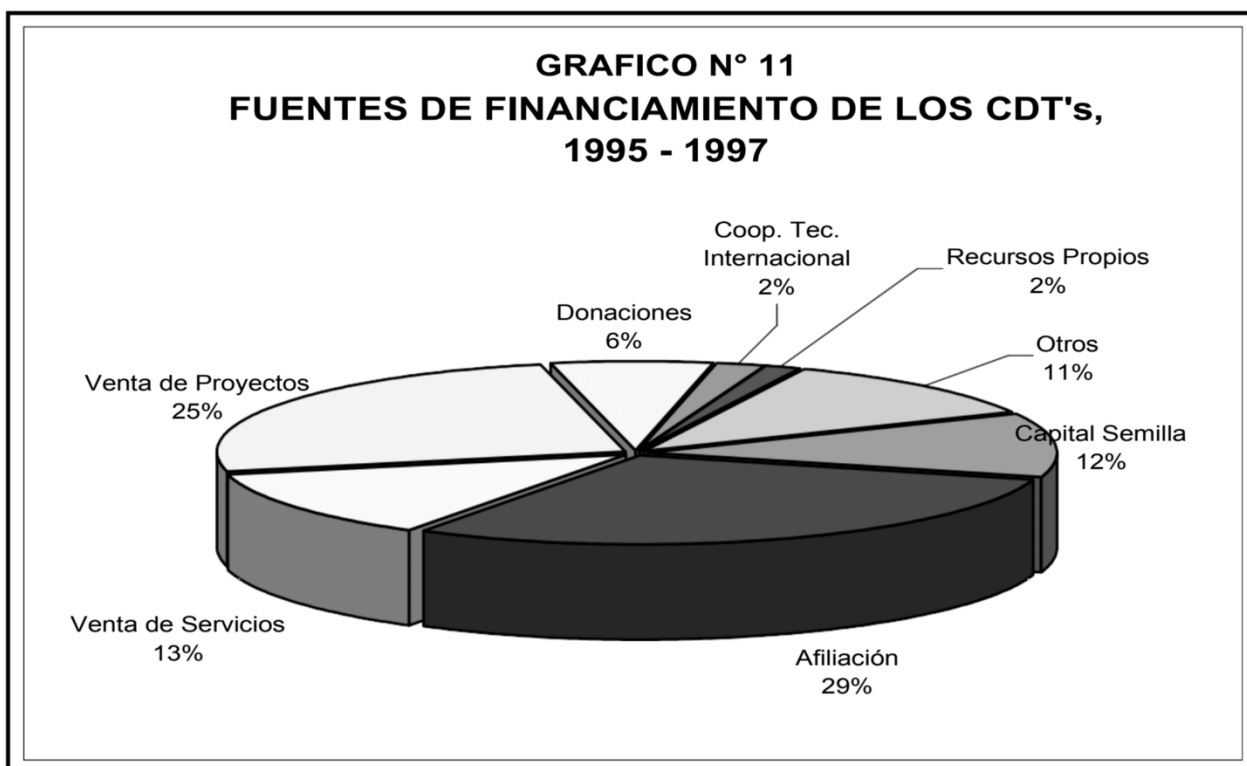
Nº	CENTRO	FUENTES	CONTRAPARTIDAS MOVILIZADAS							TOTAL	
		APORTES	Empresas y Gremios	SENA	IFI	Universidades	Cooperación Tec. Internac.	Entidades Nacionales	Entidades Regionales		Propios ⁽²⁾
1	BIO TEC	380,000	73,501			138,406	48,656	46,181			686,744
2	ICIPC	340,600	1,032,760		30,800		639,560			108,579	2,152,299
3	CENPAPEL	447,000	691,691	410,625	240,000		194,300		280,000		2,263,616
4	CIAL	400,000	105,070			480		250		69,561	575,361
5	C. I. C. (Corrosión)	1,744,000	1,147,149				24,850			383,407	3,299,406
6	CO RASFALTO S	474,406	79,895			37,500		507,000		93,767	1,192,568
7	CEINNO VA	518,000	165,399	23,218			5,000	28,824	8,000	146,279	894,720
8	CIDETEXCO	642,500	172,000	225,000	92,000	6,000	70,000	45,000		371,197	1,623,697
9	IFTAG	338,000	611,575	60,000	88,000					35,788	1,133,363
10	CRTM	250,000	165,000		12,000			35,000		25,000	487,000
11	CO RPO DIB	430,000	44,500	40,000		29,610	32,000	342,820	328,000	92,000	1,338,930
12	CENICAÑA	1,246,000	11,547,881	56,000			55,000				12,904,881
13	CENIACUA	1,480,105	3,157,704				25,000	836,000		334,499	5,833,308
14	CENIUVA	480,000	490,000	150,000		118,000	45,000	105,000	275,000		1,663,000
15	CENIPALM A	271,052	3,833,671	26,174		104,000	56,608	192,590		1,057,000	5,541,095
16	C.C.I.	100,000	461,294					5,695,924	563,806	235,958	7,056,982
17	CIB	2,262,260	1,099,458			9,979	273,474	214,735	88,156	1,824,658	5,772,720
18	CINTEL	350,000	2,911,004	800	10,202	43,725	0	157,743	0	800,608	4,274,082
19	CIF	1,134,858	50,000			146,400	119,893	484,437	150,580		2,086,168
20	CETCO	300,000						300,000			600,000
21	Corporación Calidad	304,500	1,325,437					1,857,939			3,487,876
22	C.P.C.A (C. del Em paque)	250,000	395,000			15,000			50,000	39,175	749,175
23	C.P.P.(Pacífico)	660,000	373,927	200,246		113,000	96,885		500,000		1,944,058
24	C.P.T. (Tolima)	200,000	260,000	15,000		25,000				32,000	532,000
25	Corporación "Bucaramanga	350,475	187,671			42,712		76,795	136,479	85,604	879,736
26	Corporación Incubadora de	300,000	156,476			71,063		14,213	273,763	129,669	945,184
27	Corporación Innovar	1,105,000	736,626			6,131	630,270	79,000			2,557,027
	T O T A L E S	16,758,756	31,274,689	1,207,063	473,002	907,006	2,316,496	11,019,451	2,653,784	5,864,749	72,474,996
	%	23%	43%	2%	1%	1%	3%	15%	4%	8%	100%

1. Incluye el Capital Semilla por \$11.729 Millones período 1995-1996 y el financiamiento de proyectos por \$ 5.030 Millones período 1995-1997
2. Venta de Servicios, Aportes de Socios y otros

Fuente: COLCIENCIAS, SPIDE, Monitoreo Tecnológico de los CDT's, Santa Fe de Bogotá, D. C., Octubre de 1997

El Gráfico No.1 presenta una segunda dimensión de esta estrategia de financiación: el tipo de servicios y de actividades de apoyo a las empresas que lograron movilizar estos recursos financieros.

Gráfico No. 1 - Líneas de Acción o tipos de Servicios que le generaron ingresos a los CDTs durante 1995-1997



Fuente: COLCIENCIAS, SPIDE, Monitoreo Tecnológico de los CDT's, Cuadro N°7, Santa Fe de Bogotá, D.C., octubre de 1997.

Como se puede observar en este gráfico, los recursos financieros fueron movilizados por los siguientes servicios y líneas de acción:

- Pago de membresía (afiliaciones)..... 29%
- Financiación de proyectos de diversas fuentes..... 25%
- Por venta de servicios..... 13%
- Por capital semilla12%
- Por donaciones6%
- Por cooperación técnica internacional.....2%
- Recursos propios2%
- Otros11%

Es importante destacar que la principal fuente de financiación provino de la Afiliación que las empresas de cada cadena de producción aportaron para el sostenimiento de los CDTs (el 29%). Las siguientes dos fuentes de financiación fueron la financiación de proyectos de diversas fuentes (25%) y la venta de servicios a las empresas del respectivo sector de la producción (13%). El Capital Semilla aportado por COLCIENCIAS representó solo el 12%.

Una de las estrategias que se adoptaron para asegurar la sostenibilidad de los CDTs es la de buscar una alianza entre los Centros y una universidad. Esto facilita compartir infraestructuras de investigación y desarrollar proyectos en colaboración entre los CDTs, las

empresas de su sector y las universidades. Algunos de los países de la OECD, como es el caso de Dinamarca, explícitamente promueven este tipo de alianza entre CDTs e instituciones de educación superior.

5. Surgen dos modelos de Centros de Desarrollo Tecnológico vinculados a los sectores de la producción en la Agricultura y en la Industria

Es importante diferenciar los CDTs vinculados a las diversas cadenas de producción del sector agropecuario, y los CDTs relacionados con los principales sectores de la industria colombiana. Estos contrastes reflejan la naturaleza diferente de estos dos grandes sectores de la producción. A continuación, se presenta una breve descripción de los CDTs de estos dos grandes sectores.

5.1 Características y desafíos de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) del Sector Agropecuario

El sector agropecuario tiene un sistema de CDTs que responden a las características de este sector y de la investigación relacionada con la producción agropecuaria. Inclusive es interesante destacar que estas características se observan no solamente en Colombia, sino en prácticamente todos los países del mundo.

En este sector hay tres tipos de CDTs. En primer lugar, hay un Instituto o Centro de Investigación Tecnológica financiado por el Gobierno Nacional, que desarrolla investigación tecnológica relacionada con los principales desafíos que el sector agropecuario enfrenta. Este Centro Nacional tiene una alta proporción de su presupuesto totalmente financiada por el Estado, aunque lo complementa con financiación de proyectos que obtiene de diversas fuentes, nacionales e internacionales. En segundo lugar, existen un conjunto de CDTs relacionados con cadenas de producción específicas, que se financian con base en mecanismos de captación de recursos que provienen de los productores que constituyen cada cadena de producción (v.gr. café, azúcar, palma, etc.), y que en muchos casos se recolectan a través de mecanismos parafiscales. En tercer lugar, empresas nacionales o multinacionales grandes del sector agropecuario pueden tener sus centros de investigación propios. Esta estructura se observa en muchos países del mundo, no sólo en Colombia, ya que responde a las características de este sector.

En Colombia el Centro nacional es Agrosavia, el cual ha evolucionado a lo largo de tres fases: primero existió el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como centro de investigación (de 1968 a 1992); en una segunda fase la dimensión de investigación del ICA se separó de este Instituto, para constituir la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), que funcionó como una corporación mixta de derecho privado, que se buscó cofinanciar entre el sector empresarial del agro y el Estado (de 1993 a 2017); y en una tercera fase este centro de investigación regresó a tener una financiación directamente del presupuesto nacional a partir del 2017, tal como el ICA la había tenido, y pasó a adoptar su nombre actual de Agrosavia.

La reforma del ICA de 1992 que dio lugar a CORPOICA se basó en un intento de desarrollar una estrategia de cofinanciación de la investigación agropecuaria entre el sector público y el sector privado (alianza público-privada). Este enfoque surgió al inicio de los noventa, como consecuencia de la apertura económica que se dio en esos años, la cual llevó a la tesis que surgió en varios países de América Latina de que la investigación tecnológica

ligada a la producción debiera ser una responsabilidad del sector empresarial, o por lo menos compartida con este último. En el caso del sector industrial, esta tesis llevó al cierre total del Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), con una gran pérdida de capacidad de investigación que se había construido en este sector en Colombia. En el caso del sector agropecuario se optó por una opción menos drástica, al tratar de desarrollar una estrategia de cofinanciación entre el sector público y el sector privado. Esta “evolución” se dio en muchos países por la misma razón. Sin embargo, después de un ensayo de más de 20 años, se llegó a la conclusión que la tesis que surgió en 1992 no se aplica al sector agropecuario por diversas razones. El desafío de la seguridad alimentaria, la necesidad de desarrollar tecnologías para las economías campesinas de muy pequeños productores, los desafíos de la gestión sostenible de recursos naturales como agua y suelos, y el surgimiento de desafíos globales tales como los impactos generados por el Cambio Climático Global, llevan a la necesidad de generar conocimiento que es un bien público, para poder responder a estos desafíos de interés general. Por lo tanto, en el 2017 el Gobierno Nacional tomó la decisión de restablecer una línea presupuestal en el presupuesto nacional para poder directamente financiar a CORPOICA, tal como antes se tuvo para financiar el ICA como centro de investigación. Y al dar este paso, se optó por el nombre actual de Agrosavia.

En segundo lugar, además del gran centro tecnológico financiado por el Estado, hay un importante conjunto de Centros de Desarrollo Tecnológico del sector empresarial que se han creado en las principales cadenas de producción agroindustrial del país: Café (CENICAFÉ), Azúcar (CENICANA), Palma (CENIPALMA), etc. Este conjunto de Centros de Desarrollo Tecnológico se lo conoce con el nombre informal de los CENIs. Cada uno de estos CDTs se concentra en hacer investigación y suministrarle apoyo de asesoría tecnológica a los productores o empresarios de cada rama de la producción. Ellos trabajan estrictamente para los productores de cada rama de producción, desarrollando no solamente investigación sino una gran variedad de servicios tecnológicos de apoyo a la producción, incluyendo capacitación de técnicos especializados que las empresas requieren. Casi todos, a su vez, forman parte de cadenas internacionales de investigación y desarrollo tecnológico que existen en cada sector.

Desde el punto de vista de su estrategia de financiación hay dos tipos de estrategias: (a) En algunos casos existe un Fondo de Estabilización de Precios de naturaleza parafiscal, con base en diversos mecanismos de captación de recursos sectoriales que aportan los productores. Y uno de los usos que dichos fondos sectoriales tienen es el de la financiación de investigación y servicios tecnológicos de interés para los productores. Este es el caso de CENICAFÉ y CENIPALMA que se financian con un porcentaje de los recursos que provienen de estos fondos. La estrategia financiera de CENICANA tiene características un poco diferentes que se explican en el siguiente punto. La experiencia de CENIPALMA que es muy innovadora se analiza en la sección 4.1 abajo. (b) En segundo lugar, algunos CENIs se financian con aportes voluntarios pero sistemáticos que hacen los productores de la respectiva rama de producción. Un caso especialmente interesante de este segundo tipo es CENICANA. Este CDT lo financian totalmente los 16 Ingenios que constituyen esta rama de la producción y los cultivadores de caña. Este mecanismo se basa en un “Acuerdo de Caballeros” entre los productores, en el contexto de ASOCANA, que llevó a la creación de CENICANA. CENICANA tiene una Junta Directiva en la que participan los productores, que es el órgano en el cual se aprueba el Plan de Trabajo Anual de CENICANA. Por lo tanto, los productores son los que determinan la orientación de los programas de investigación y asistencia técnica a la producción de este CDT. A lo largo de los más de 40 años que tiene CENICANA, este CDT ha podido entregar productos y servicios a los productores y procesadores de caña de alta calidad que justifica la

inversión que ellos hacen en su funcionamiento. Las variedades de caña desarrolladas por CENICAÑA se encuentran entre las variedades de mayores rendimientos por hectárea a nivel mundial; y las tecnologías de producción desarrolladas por este centro han contribuido a solucionar serios problemas de sostenibilidad que la producción de caña tenía, incluyendo el control integrado de plagas y técnicas de agricultura de precisión utilizando innovaciones basadas en las nuevas tecnologías. Esta última se está aplicando gracias a un sofisticado sistema Georeferencial, que permite lo que se llama “*agricultura- específica-al-sitio*”. CENICAFÉ y CENICAÑA han desempeñado un papel similar en sus respectivas cadenas de producción.

5.2. Características y desafíos de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) del Sector Industrial

En la lista de los 27 CDTs apoyados en 1995-1997 (ver Cuadro No. 1), hay una importante lista de CDTs vinculados con una amplia gama de industrias en Colombia. Se pueden ver CDTs vinculados con la industria de Telecomunicaciones, con la industria de Alimentos, con la industria de Cuero y Calzado, con la industria del Plástico y Caucho, con la industria de Textiles y Confecciones, con la industria Metalmecánica, con diversas aplicaciones de la Biotecnología en la industria, con la industria del Papel, con el control de la Corrosión como problema que muchas industrias confrontan, con la industria de producción de asfaltos y con la industria de jabones y perfumes.

El entorno en el cual operan los CDTs de la industria es muy diferente al entorno de los CDTs del sector agropecuario. En el sector industrial no hay el tipo de Fondo sectorial que se analizó en la sección anterior en el caso del sector agropecuario. Por lo tanto, ha sido mucho más difícil desarrollar una estrategia de financiación sostenible. Y una buena parte de estos CDTs están vinculados a ramas industriales en las que predominan las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Por tal razón, estos CDTs dependen más del apoyo suministrado por el Capital Semilla para poder desarrollar una estrategia de financiación sostenible.

De la dinámica que lleva de 1995 al 2000 en el desarrollo de los CDTs, surge claramente la visión que estos Centros no se deben analizar en forma individual, como entes aislados, sino que ellos se insertan en redes de cooperación que surgen en dos grandes dimensiones:

- la sectorial, relacionada con una cadena de producción específica; y
- la territorial, relacionada con los Ecosistemas Regionales o Territoriales de CT&I en el que está ubicado el CDT.

Al cruzar estas dos dimensiones, en el caso de los CDTs del sector industrial surgen los Clusters Regionales para fortalecer la productividad y competitividad de las empresas de una cadena de producción, en un territorio específico. El surgimiento de los Clusters Regionales como una opción para suministrar el apoyo tecnológico que requieren las empresas del sector industrial se destacó de un estudio realizado por COLCIENCIAS, el DNP, el SENA y el Ministerio de Desarrollo en el 2000.⁷ Este estudio caracterizó la evolución de los CDTs vinculados al sector industrial en cuatro grandes fases cubriendo el período 1995-2010, tal como se puede observar en el Gráfico No. 2.

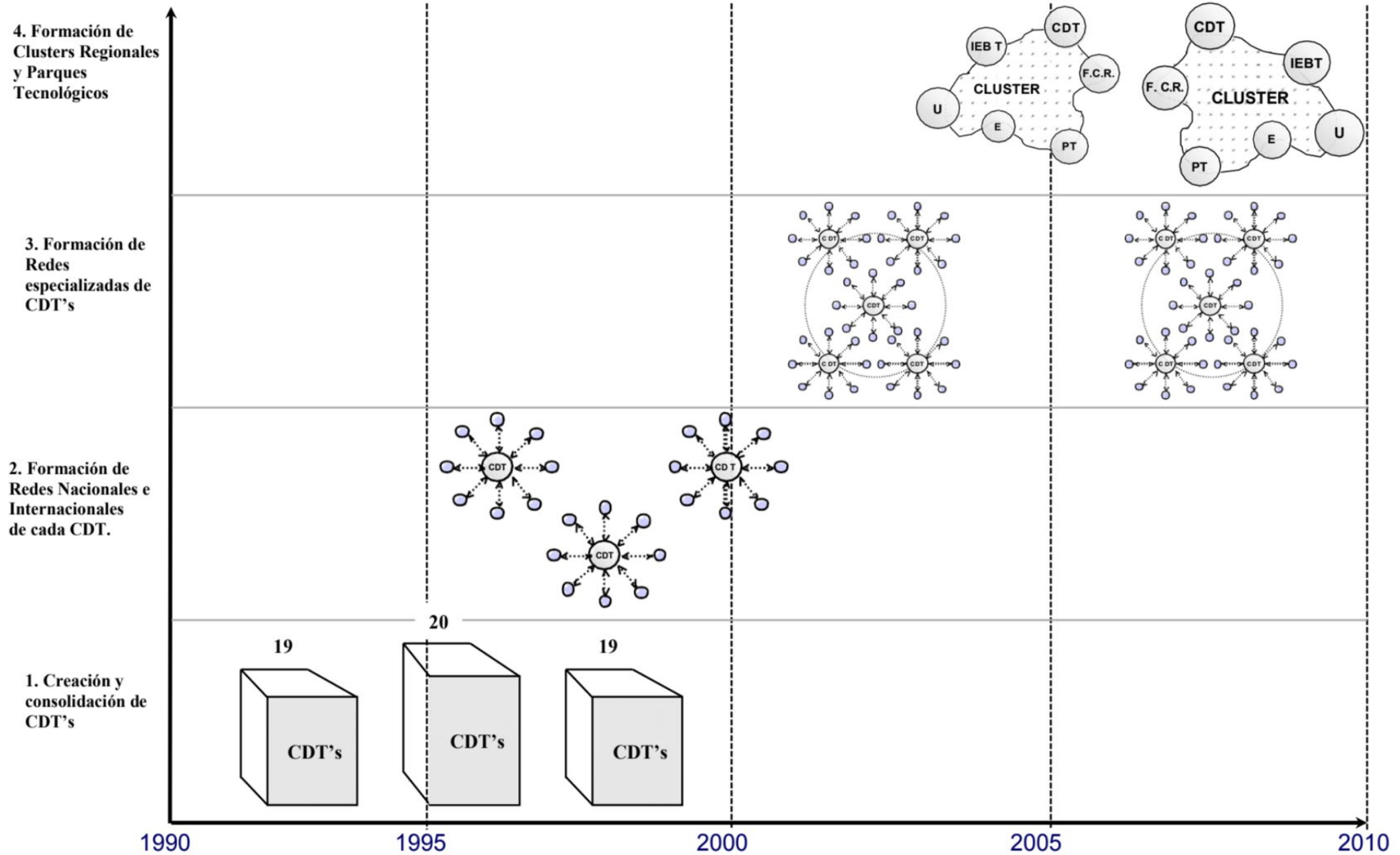
⁷ COLCIENCIAS-DNP-SENA-Ministerio de Desarrollo: “Programa de Apoyo a la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico e Incubadoras de Empresas 2000-2001”; Bogotá, COLCIENCIAS, noviembre de 2000

En el Gráfico No. 2 se describe la evolución de la Estrategia inicialmente orientada al apoyo a CDTs individuales, a una Estrategia más integrada de apoyo a Clusters Regionales. Este nuevo enfoque recibió el apoyo de varias Cámaras de Comercio de diversas ciudades de Colombia a partir del 2005, convirtiéndose en uno de los principales instrumentos para fortalecer la productividad y competitividad de la industria colombiana. Esto llevó a la necesidad de relacionar los CDTs con procesos de articulación y consolidación de “Clusters Regionales” constituidos por redes de cooperación entre CDTs, empresas, universidades y otros actores que puedan apoyar la innovación, de acuerdo con las especializaciones productivas de cada región. Estos Clusters Regionales se basan en innovaciones sociales que buscan generar una gran confianza entre los actores sociales relacionados con cada cadena de producción, y fortalecer la capacidad de comunicación y de colaboración entre ellos, con el fin de fundamentar las ventajas competitivas de cada cadena de producción, en espacios territoriales específicos.

6. La proyección de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) hacia el futuro: Cómo responder a los desafíos que confrontan

Actualmente existen tres tipos de situaciones que caracterizan a los CDTs relacionados con diversos sectores de la producción. En primer lugar, hay un grupo de CDTs que han logrado consolidarse y están actualmente desarrollando una función importante en su respectivo sector de la producción. Hay un segundo grupo de CDTs que tuvieron una fase muy dinámica de desarrollo durante varios años, pero que por una u otra razón han reducido mucho sus actividades, o están prácticamente inactivos. En este segundo grupo hay algunos sectores de la producción que están interesadas en volver a revitalizar su CDT, como parte de su estrategia de fortalecer su productividad y su capacidad de innovación. Hay un tercer grupo de CDTs que se han creado en los últimos siete años, o inclusive en el último año. A continuación, se hará una breve referencia a estos tres tipos de situaciones.

Gráfico No. 2 – Estrategia General para la construcción de la red de grupos, CDTs y Clusters Regionales



* CDT: Centro de Desarrollo Tecnológico; IBT: Incubadora de Empresas de Base Tecnológica; E: Empresa; U: Universidad; PT: Parque Tecnológico; F.C.R.: Fondo de Capital de Riesgo

Diseño y elaboración. COLCIENCIAS, SPIDE. Bogotá D.C., Octubre de 2000

6.1. Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) que se han logrado consolidar y están actualmente desempeñando un papel estratégico en su respectivo sector

En la sección 5.1 analizamos las características y desafíos de los CDTs del sector agropecuario, en la cual se destacó el hecho que, gracias a la adopción de un mecanismo financiero estable apoyado por los empresarios y productores de cada rama de la producción, hay un conjunto de Centros de Desarrollo Tecnológico que se han logrado consolidar y están desarrollando un papel estratégico en el desarrollo de sus respectivas cadenas de producción. Además de las experiencias de CENICAFÉ y de CENICANA que se analizaron en la sección 5.1, hay un tercer caso muy interesante que es el de CENIPALMA, el CDT de la cadena de la Palma (FEDEPALMA). Este Centro también logró desarrollar una estrategia de financiación basada en un mecanismo parafiscal, financiado por los propios productores. Es importante destacar que estos fondos parafiscales se crean a partir de un acuerdo voluntario de los productores de una rama de la producción, para aportar a un fondo que se formaliza por una ley, pero que se basa en un acuerdo voluntario de los productores con el gobierno para aportar a tal fondo. Y los productores acuerdan aportar voluntariamente a este fondo porque reciben productos y servicios del CDT que responde a sus necesidades. En el caso de CENIPALMA, este Centro ha desarrollado investigación y servicios tecnológicos alrededor de cuatro desafíos que este sector enfrenta: (a) problemas fitosanitarios relacionados con el control de la principal plaga que la Palma enfrenta (la Pudrición del Cogollo); (b) manejo del cultivo para incrementar la productividad; (c) lograr un cultivo sostenible que cumpla con estándares internacionales; y (d) mejorar las tecnologías de procesamiento de la palma para los derivados de este cultivo. Estos desafíos requieren esfuerzos sostenidos que lleven a procesos de mejoramiento continuo y de innovación.

Los CDTs del sector industrial no han sido tan exitosos en el desarrollo de una estrategia de financiación sostenible, aunque si hay algunos casos que se han podido estabilizar y desempeñan un papel muy importante en sus respectivos sectores. Dos experiencias importantes son el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho (ICIPC) que se estableció en asocio con la Universidad EAFIT y la Corporación de Investigación en Corrosión (CIC). Adicionalmente en el sector industrial y energético hay empresas grandes que tienen sus propios Centros de Investigación, ya sea dentro de sus propias instalaciones o en asocio con universidades. Algunos ejemplos importantes de Centros de Desarrollo Tecnológico de empresas individuales son: el Centro de Investigación de Argos en la industria del cemento; el Centro de Investigación del Petróleo (CIP) de ECOPETROL; el Centro de Investigación de Nacional de Chocolates; y el Centro de Investigación de Corona.

De la experiencia de estos centros que se logran estabilizar surgen dos lecciones importantes. Para poder consolidarse y desempeñar un papel estratégico en su respectiva rama de la producción, el CDT debe resolver dos desafíos críticos. En primer lugar, desarrollar una estrategia de financiación sostenible, basada en el compromiso de los empresarios y los productores de cada cadena de producción. En segundo lugar, el CDT debe desarrollar una capacidad para generar tecnologías, productos y servicios que respondan a las necesidades de los productores y justifican la inversión. Esto último es indispensable.

6.2. CDTs que tuvieron una fase inicial muy dinámica de desarrollo que por alguna razón se detuvo, y que ahora se busca relanzar

De los 27 CDTs que recibieron apoyo financiero bajo la modalidad del Capital

Semilla que se presentan en el Cuadro No. 1, hay un número importante de ellos que tuvieron una fase inicial de su desarrollo muy dinámica en la cual desarrollaron líneas de investigación y ofrecieron una gama de servicios técnicos a los empresarios del respectivo sector, respondiendo a las necesidades de estos últimos. Pero que por alguna razón perdieron su dinamismo y entraron en una fase de inactividad, o desaparecieron.

Un estudio que está pendiente, el cual se podría realizar con la ANDI, es el de analizar la experiencia de estos centros que, después de una fase dinámica de apoyo a las empresas de su cadena de producción, fueron gradualmente perdiendo dinamismo y tendieron a desaparecer.

6.3. Nuevos Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) recientemente establecidos

El tercer tipo de situación que hoy se confronta es la de los nuevos Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) que se han establecido en los últimos años. Hay dos casos importantes que se pueden destacar: uno del sector industrial y otro del sector agropecuario: El caso del sector industrial es el Centro de Desarrollo Tecnológico de la Industria Automotriz (CDTIA); el caso del sector agropecuario es el Centro de Desarrollo Tecnológico para la Ganadería.

El Centro de Desarrollo Tecnológico de la Industria Automotriz (CDTIA) se estableció a finales del 2012 como fruto de una alianza entre la Asociación Colombiana de Fabricantes de Autopartes (Acolfa), la Cámara Colombiana de la Industria Automotriz de la Andi, Colciencias, y el programa de Transformación Productiva (PTP) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Al presentar este Centro, la directora Ejecutiva de la Cámara Automotriz de la Andi, Juliana Rico Ospina, planteó que el CDTIA “es la apuesta de la industria de vehículos y de autopartes para constituir al país en una plataforma, al pasar del ensamble a la producción de vehículos para ser exportadores a todo el hemisferio y enfrentar los retos de la globalización.”. Igualmente, el Dr. Camilo Llinás planteó que el CDTIA es un proyecto estratégico que representa un paso importante hacia la consolidación de la industria automotriz y para poner a Colombia entre los países más avanzados de la región, al nivel de México, Brasil y Estados Unidos. En el acto de lanzamiento se presentó inclusive un plan de inversión para el desarrollo del Centro en los siguientes años.

El CDTIA tuvo una fase de inicio dinámico entre el 2012 y el 2016, pero en los últimos tres años gradualmente perdió el impulso inicial y entró en una fase de inactividad. ACOLFSA está reubicando el CDTIA de Cali a Bogotá y piensa relanzarlo próximamente.

El caso del sector agropecuario es aun más reciente. En mayo del presente año (2019) el presidente Iván Duque inauguró el Centro de Desarrollo Tecnológico para la Ganadería en Valledupar, Cesar. Este proyecto se concretó gracias al apoyo de FEDEGAN y de la Gobernación del Cesar, la cual facilitó la sede para el centro y aprobó un proyecto del Fondo de CT&I de las Regalías, cuyo objetivo es el de la formación de científicos que quieran trabajar en temas de investigación y desarrollo tecnológico para el desarrollo de la ganadería.

En la inauguración del Centro el presidente Duque destacó la importancia de este Centro en los siguientes términos: “El Centro de Desarrollo Tecnológico para la Ganadería, que se inaugura en Valledupar, es fundamental para que en este sector tengamos grandes avances en materia de productividad y calidad genética, y en la consolidación de productos cárnicos nacionales en el mercado internacional. La productividad de la ganadería requiere investigación, ciencia y tecnología. Requiere genética, requiere tratamiento biológico, y requiere el entendimiento de todos los factores del entorno.”

6.4. Opciones estratégicas para fortalecer los CDTs en el próximo futuro

Ante el desafío de la Cuarta Revolución Industrial y la necesidad de introducir cambios tecnológicos importantes en sus líneas de producción para ponerse al día con las nuevas tecnologías que han surgido, varios sectores empresariales están interesados en revivir sus respectivos CDTs. Tomando esto en consideración, a inicios del 2018 un grupo de empresarios de Colombia propusieron una estrategia de desarrollo que denominan: “Hacia una economía tecnológicamente avanzada y sostenible: Partitura para el desarrollo productivo de Colombia.” Y es precisamente la necesidad de dar este paso lo que ha despertado de nuevo interés en los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs)

Con base en el análisis que se ha hecho de la evolución de los CDTs en Colombia y de los factores que han incidido en ella, se plantean tres opciones estratégicas para fortalecer los CDTs en el próximo futuro:

a) La primera es la de lograr consolidar un mayor compromiso de los empresarios del respectivo sector con su CDT. Al analizar la estrategia de financiación que se utilizó en los años en los que operó el mecanismo del Capital Semilla, se puede observar que los empresarios aportaron el 43% del presupuesto del CDT y el aporte de COLCIENCIAS fue del 23 %, sumando tanto el aporte del Capital Semilla y vía la financiación de proyectos (ver Cuadro No. 1). Por lo tanto, el aporte más importante viene del respectivo sector industrial.

b) En segundo lugar se ha planteado la posibilidad de revivir el mecanismo del Capital Semilla para apoyar estos centros. Aunque esta opción se puede explorar, lo más posible es que la financiación del Estado se oriente a apoyar Centros caracterizados por una misión, por un área del conocimiento, o por un desafío tecnológico, y no al apoyo de CDTs vinculados con cadenas específicas de producción.

c) La tercera opción es la de que mecanismos alternativos, como es el caso de los “Clusters Regionales”, pueden desempeñar la función de apoyo tecnológico que tradicionalmente suministró el CDT, incluyendo la función de “*Extensionismo Industrial*”. Como vimos al analizar el Gráfico 2, desde el inicio de la Estrategia de los CDTs se consideró que en ciertos casos el modelo del CDT como tal pudiera evolucionar en la dirección de un Cluster Regional de apoyo a una cadena de producción. Este mecanismo alternativo puede ser más flexible que el de un centro

7. Referencias

- Colombia. Ley 344 de 1996, Por la cual se dictan normas tendientes a la racionalización del gasto público, se conceden unas facultades extraordinarias y se expiden otras disposiciones. , (1996).
- Colciencias. (1998). Sistema Nacional de Innovación : nuevo escenario de la competitividad. Santafé de Bogotá: Colciencias.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (1996). Ejecución de la estrategia de apoyo a los centros de desarrollo tecnológico - asignación de recursos de capital semilla 1996.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (1997). Fortalecimiento de la estrategia de los centros de desarrollo tecnológico: asignación de fondos de capital semilla 1997. Bogota.
- Corporación Andina de Fomento. (2006). Programa de apoyo a la red de centros de desarrollo tecnológico e incubadoras de empresas 2000 2001. Retrieved from [http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/149/1020-Fase II](http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/149/1020-Fase%20Informe%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación - Colciencias; Servicio Nacional de Aprendizaje - Sena. (1997). Estrategias y mecanismos para el fomento de la competitividad el desarrollo tecnológico productivo. Retrieved from <http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/750/353.fomento>

- competitividad desarrollo tecnologico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación - Colciencias. (1996). Implantación de la estrategia de centros de desarrollo tecnológico. Retrieved from <http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/269/312>. CDT%27s IMPLEMENTACION ESTRATEGICA 1996.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación - Colciencias. (1997a). Articulación y fortalecimiento de los sistemas regionales de innovación en Colombia. Bogotá.
- Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación - Colciencias. (1997b). Incremento de la productividad y competitividad del sector productivo mediante proyectos de mejoramiento continuo y gestión tecnológica. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeacion. (1994). Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1994-1998 (No. Documento CONPES 2739-COLCIENCIAS-DNP:UDE). Bogotá.
- Sistema Nacional de Innovación, COLCIENCIAS – DNP - SENA Ministerio de Desarrollo. (2000). Guía para la gerencia y evaluación de CDT's. Retrieved from <http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/241/311>. CDT's GUIA GERENCIA.pdf?sequence=1