

ISSN: 2594-0937

Debates sobre Innovación

Número 1, Volumen 8
Ene-Mar de 2022



Memorias 4to Coloquio de estudiantes de posgrado sobre
Gestión y Políticas de CTI

Comité editorial

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

REVISTA ELECTRÓNICA
TRIMESTRAL



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

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

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN. Volumen. 8 Número. 1. Enero - Marzo 2022. 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. Prolongación Canal de Miramontes 3855, colonia Ex-Hacienda San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14387, México, Ciudad de México y Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Teléfonos 5554837200, ext.7279. Página electrónica de la revista <http://economiaeinnovacionuamx.org/secciones/debates-sobre-innovacion> y dirección electrónica: megct@correo.xoc.uam.mx Editor Responsable: Dra. Gabriela Dutrénit Bielous, Profesora-Investigadora del Departamento de Producción Económica. 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, Alc. Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Fecha de última modificación: 15 de mayo de 2022. Tamaño del archivo: 13.6 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.

Motivaciones, Estrategias y Capacidades Tecnológicas para la adopción de la Industria 4.0 en México

Maribel García Barrientos
Universidad Autónoma Metropolitana, Doctorante en Ciencias Sociales, Área: Economía y Gestión de la Innovación,
México
maribelgb.eco29@gmail.com

Resumen

El siguiente documento es un protocolo de tesis, el cual tiene como objetivo, Analizar las motivaciones y estrategias para la adopción de las tecnologías de la Industria 4.0, y discutir qué capacidades tecnológicas se requieren para lograr un uso integral de estas tecnologías. Todo esto se hará a partir de un estudio de caso, exploratorio y descriptivo y el análisis de la evidencia se hará mediante el programa Atlas. Ti. De esta manera se pretende encontrar, que tipo de motivaciones están llevando a las empresas a adoptar tecnologías de la I4.0, así como que estrategias de adopción están siguiendo y que capacidades tecnológicas tienen y qué capacidades necesitan construir para avanzar en su adopción.

1. Introducción

La economía mundial está cada vez más conectada y dado el avance de la digitalización hoy podemos afirmar que la economía global es una economía digital. Los avances en robótica, inteligencia artificial y aprendizaje automático (machine learning) están abriendo el camino hacia una nueva era de automatización, conforme las máquinas equiparan o superan el desempeño humano en una gran gama de actividades laborales, incluyendo las que requieren competencias cognitivas (GLOBAL, 2017).

La economía global está transitando hacia una nueva fase que se caracteriza por la digitalización y la conectividad. Tecnologías como la robótica, internet de las cosas, computación en la nube, big data, inteligencia artificial e impresión 3d, refuerzan la importancia de la industria manufacturera a partir de la fabricación de productos personalizados e inteligentes. El análisis de datos y la toma de decisiones en tiempo real impactan positivamente en la eficiencia de toda la cadena de valor. Las plataformas digitales permiten ampliar mercados y compartir información con el ecosistema productivo. Surgen nuevos modelos de negocios, nuevas formas de colaboración entre empresas y nuevos actores (Basco y Beliz , 2018).

Los avances generados por las tecnologías mencionadas anteriormente, y que son el sustento de la llamada Industria 4.0 (I4.0), están dando paso a un nuevo proceso de producción, mediante la automatización de procesos productivos que son altamente rutinarios. Estos procesos avanzan rápidamente en la industria automotriz, la industria aeroespacial, la industria electrónica, la industria de plásticos, entre otras.

Estos cambios y avances, que se han dado en la incorporación de la digitalización y conexión entre la cadena de procesos productivos, actualmente se asocian a la Industria 4.0, y las tecnologías que se asocian a esta industria hacen hincapié en las transformaciones de la cadena de producción, principalmente en la manufactura, y como éstas han sido implementadas en las diferentes industrias que poseen actividades que son susceptibles de dicha incorporación.

Las tecnologías asociadas o también llamadas pilares que sustentan a la Industria 4.0 son: robótica, inteligencia artificial, impresión 3D, big data, internet de las cosas, realidad virtual, almacenamiento en la nube y ciberseguridad. Estas tecnologías están revolucionando a la industria a través de “fábricas inteligentes” (pasar de una automatización tradicional a una totalmente conectada y flexible) que se espera que permitirán una mayor flexibilidad en las necesidades de producción, una buena asignación de recursos y la integración de procesos, desde el monitoreo del equipo hasta la entrega final. Esto se realiza mediante el uso de tecnologías como la integración de Sistemas Ciber físicos (CPS), IoT (Internet of Things) e IOS (sistemas operativos), y la interacción en tiempo real entre maquinaria, software e individuos. (SE, 2016)

A esta hiperconectividad generada por las tecnologías y al uso de los sistemas ciber físicos se le denominó en Alemania “Industria 4.0”, en la Feria de Hannover de 2011, para mostrar cómo esta cambiará la estructura de las Cadenas Globales de Valor (CGV). Muchos la han denominado “*La cuarta revolución industrial*”, porque está dando paso a un mundo en el que sistemas de fabricación virtuales y físicos cooperan de una manera flexible e hiperconectada en todo el mundo. Esto ha dado paso a la personalización de los productos y el establecimiento de nuevos modelos (Schwab, 2016). Sin embargo, aún no hay consenso sobre el alcance de estos procesos.

Lo que sí es una realidad, es que esta industria está formando parte de las grandes tendencias globales de digitalización, cuya importancia va en aumento en todos los ámbitos de la vida y de la economía, ya que debido a la conversión analógica-digital de los datos, todos los actores que intervienen en el proceso pueden beneficiarse, en cualquier momento y lugar, de toda la información disponible en la cadena productiva. Sobre esta base, es posible optimizar los procesos de producción y distribución, al tiempo que se generan nuevos mercados y campos de negocio. (Schroeder, 2016)

En este sentido la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial puesta en marcha aumenta la cantidad de potencia y la unión de las capacidades de transmisión, cómputo y almacenamiento, así como de las tecnologías digitales en la economía, y esto está dando lugar a una fase de transformación basada en la Internet de las cosas y el análisis y uso de grandes bases de datos. Esto está haciendo que exista una creciente digitalización e hiperconectividad a nivel mundial en los procesos productivos, pero solo en Industrias altamente tecnológicas y que cuentan con una estrategia tecnológica bien definida y que cuentan con capacidades tecnológicas para ponerla en marcha y que les permite crear e implementar estas tecnologías (ONUDI, 2019).

Aquí existe un problema porque la estructura innovadora en México presenta algunas limitaciones en torno a las capacidades tecnológicas y organizativas de las empresas para incorporar tecnologías digitales en sus procesos productivos, en el sentido de contar con las capacidades tecnológicas nacionales existentes así como de las habilidades para adoptar estas tecnologías (Casalet & Stezano, 2020). El Banco Mundial (2018) considera que América Latina y el Caribe tienen las tasas más bajas de adopción de tecnologías digitales características de la Industria 4.0 en relación a países similares de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Sin embargo, la Industria 4.0 ofrece y enfrenta grandes desafíos en países en desarrollo, especialmente en términos de adopción efectiva y modernización de sus sistemas heredados. Es más, las oportunidades de adopción no se distribuyen equitativamente a medida que las empresas y los países enfrentan diferentes retos. La adopción efectiva de estas nuevas tecnologías presupone la existencia de organizaciones productivas dotadas de capacidades tecnológicas básicas e intermedias, apoyadas habilitando infraestructuras como electricidad confiable, estandarización y conectividad. Sin embargo, la mayoría de los países en desarrollo así como muchas regiones de

países emergentes y economías industriales maduras carecen en gran medida de estas condiciones (Andreoni y Anzolin 2019).

Esto está provocando que surja una presión para adoptar de manera integral las tecnologías que sustenta la I4.0 en las empresas manufactureras, ya que de lo contrario, corren el riesgo de quedar rezagas tecnológicamente e incluso desaparecer.

México está insertado en varias cadenas globales de valor, por lo que además de las presiones generales hacia la adopción se presentan estímulos para las empresas integradas a estas cadenas. Dentro de la manufactura, uno de los sectores que están adoptando la I4.0 es el sector automotriz. Cabe destacar que en este sector, y particularmente en el subsector de autopartes, hay ya un largo proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, aunque existe una heterogeneidad de niveles de acumulación tanto en las empresas nacionales proveedoras como en las subsidiarias de empresas multinacionales (Carrillo., Lara, 2007, Dutrénit et al., 2006).

Dado lo anterior, hay varias interrogantes sobre el proceso de adopción de la I4.0 en el caso de México:

- No es claro si existen capacidades tecnológicas suficientes en las empresas para avanzar en la adopción de la I4.0
- No es claro si las empresas están siguiendo un estrategia efectiva para incrementar capacidades tecnológicas suficientes para avanzar en la adopción de la I4.0.
- No están claras cuáles son las motivaciones actuales que están llevando a las empresas del sector automotriz a adoptar estas tecnologías asociadas a la I4.0.

Tal parece que existe una necesidad de repensar las estrategias y capacidades tecnológicas existentes en términos de una Hiperconectividad y de la era digital actual, pero no es claro que tan preparadas están las empresas para enfrentar este reto.

La literatura existente sobre estrategias de adopción de tecnología y capacidades tecnológicas es aún limitada. La literatura sobre adopción ha explorado los temas sobre la implementación de tecnologías, pero no ha explorado las particularidades de la adopción de la I4.0, ni cuales son los factores que afectan de forma directa la adopción. La literatura sobre capacidades tecnológicas ha estudiado los procesos de acumulación a lo largo del tiempo, el papel del aprendizaje y del contexto (Bell, y Pavitt, 1995; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001; Bell y Figueiredo, 2012; Figueredo, 2021; Dutrénit et al., 2021), pero no ha analizado qué capacidades se requieren para la adopción de la I4.0. En particular se sabe poco sobre:

- Si las motivaciones y las estrategias tecnológicas que tienen en este momento las empresas son viables para poder adoptar con éxito la I4.0.
- Qué tipo de estrategia es exitosa para avanzar en la adopción.
- Qué capacidades tecnológicas se requieren para un uso integral de estas tecnologías asociadas a la I4.0.

Esta tesis se inserta en este vacío del conocimiento. Su objetivo general es: Analizar las motivaciones y estrategias para la adopción de las tecnologías de la Industria 4.0, y discutir qué capacidades tecnológicas se requieren para lograr un uso integral de estas tecnologías

Las preguntas que guían esta investigación son las siguientes:

- ¿Qué tipo de motivaciones y estrategias tecnológicas están utilizando las empresas proveedoras del sector automotriz para avanzar en el proceso de adopción de tecnologías de la I4.0?
- ¿Qué capacidades tecnológicas son esenciales para hacer un uso integral de las tecnologías de la I4.0 y cómo las están construyendo?

En cuanto al diseño de investigación es de tipo cualitativa, exploratoria y descriptiva a nivel de firma, basada en la metodología del estudio de caso, la principal fuente de información será mediante entrevistas semi estructuradas y el análisis de la información será mediante el programa de Atlas Ti. Después de esta de esta breve introducción, continuamos con la segunda parte del documento donde se presenta una breve revisión de los cuerpos de la literatura y finalmente las conclusiones.

2. Marco Teórico

Este trabajo se basa en tres cuerpos de literatura: revoluciones tecnológicas, estrategias tecnológicas y de adopción como parte de la estrategia empresarial, y capacidades tecnológicas de las empresas. A continuación se resume de que va cada cuerpo de literatura.

2.1. Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos

De acuerdo con Pérez (2010), de la misma manera en que las innovaciones individuales se conectan entre sí formando sistemas tecnológicos, estos sistemas a su vez se interconectan en revoluciones tecnológicas. De ahí que, en una primera aproximación, una revolución tecnológica (RT) puede definirse como un conjunto interrelacionado de saltos tecnológicos radicales que conforman una gran constelación de tecnologías interdependientes; un ‘clúster’ de ‘clústeres’ o un sistema de sistemas.

La Primera Revolución es identificada y definida con la aparición de la máquina a vapor, que tuvo sus primeras expresiones en Inglaterra en la segunda mitad del siglo XVIII, generando la migración de la población rural a las ciudades (Basco y Beliz, 2018) La Primera Revolución Industrial se puso en marcha gracias a la energía del agua y vapor para mecanizar la producción. (Schwab, 2016) Así como la mecanización de las tareas simples y la construcción de líneas de ferrocarril dieron lugar a esta primera revolución.

La Segunda Revolución tuvo lugar un siglo más tarde y fue impulsada y acompañada por la generación de energía eléctrica, la producción en masa y la introducción de la línea de montaje (Basco y Beliz, 2018). Esta usó energía eléctrica para crear producción en masa. (Schwab, 2016)

La Tercera Revolución, se inicia en los años setenta del siglo XX con la automatización de procesos industriales gracias a los avances en la electrónica y la computación (Basco y Beliz, 2018). Así como el desarrollo de los semiconductores y los ordenadores, junto con los ordenadores personales e internet, fueron los principales motores de la tercera revolución industrial.

Ahora, una Cuarta Revolución se basa o es impulsada por la Tercera. La revolución digital que ha estado ocurriendo desde mediados del siglo pasado, profundiza la Tercera a partir de una fusión de tecnologías que difumina o donde es poco clara las líneas que existen entre las esferas física, digital y biológica. (Schwab, 2016) Esta Cuarta Revolución se caracteriza por un conjunto de nuevas tecnologías capaces de articular, en tiempo real y de forma automática, una cantidad inimaginable de información producida por personas y aparatos, basada en el uso de sistemas ciber físicos. (Breda, 2018).

Cada una de estas RT se ha ido gestando con base en la anterior, en consecuencia, la actual se ha construido en la frontera de la Tercera Revolución. Cada una ha dado saltos tecnológicos. De acuerdo a Pérez (2010) lo que distingue una RT son dos rasgos básicos:

- La fuerte interconexión e interdependencia de los sistemas participantes en cuanto a sus tecnologías y mercados.

- Su capacidad para transformar profundamente el resto de la economía (y eventualmente la sociedad)

De acuerdo a estos dos rasgos básicos, la I4.0 podría ser una Cuarta Revolución Tecnológica, sin embargo aún es muy pronto o muy reciente para poder dimensionar los cambios que ocurrirán tanto en los mercados como en la sociedad.

Sin embargo, aún existe una falta de consenso en cómo denominarla si Cuarta Revolución Tecnológica o Industria 4.0. La definición propuesta por Schwab (2016) es la que se usará en esta investigación y la denomina como: el cambio o transición hacia nuevos sistemas ciberfísicos que generan redes más complejas y que se basan en la revolución digital anterior.

2.2. Estrategia Empresarial

El concepto de estrategia es originario del campo militar, aparece en el campo económico y académico con la teoría de juegos de la mano de Von Neumann y Morgenstern en 1944. En la década de los sesenta del siglo XX, diversos autores la incorporaron al tema de la gestión -como estrategia empresarial- por ejemplo Chandler (1962). Básicamente la idea principal es la determinación conjunta de objetivos de la empresa y de las líneas de acción para alcanzarlos, es decir, expresa lo que quiere hacer la empresa en el futuro o a largo plazo. (Dávila y Briones, 2015)

Dado lo anterior, la estrategia empresarial se define por la respuesta a dos preguntas: ¿dónde compete la empresa? y ¿cómo compete? La primera pregunta se refiere al alcance de las actividades de la empresa. La segunda se refiere a cómo las empresas planean establecer una ventaja competitiva sobre sus rivales dentro de los mercados que atienden. (Velásquez y Medellín, 2005).

La estrategia tecnológica se deriva de la estrategia empresarial y debe alinearse con la misma; dado su alcance y naturaleza, involucra las diversas áreas de la empresa. Es importante recalcar que la estrategia tecnológica debe estar alineada con la estrategia empresarial, ambas tienen que ir encaminadas hacia un objetivo o meta en particular.

La estrategia de adopción forma parte de la estrategia tecnológica y es esencial para la creación de valor de la empresa. En este momento “la mayoría de las organizaciones realizan o proyectan la adopción y/o la implementación de innovaciones tecnológicas, tomando en cuenta las variables financieras, así como aquellos factores determinantes dentro del proceso de adopción, pasando por alto otras variables, que a su vez resultan de gran importancia y/o desempeñan un papel fundamental para el éxito de la adopción”. (Álvarez, 2015:16)

3. Capacidades Tecnológicas

Para Dutrénit (2000) y OCDE (2006), las capacidades tecnológicas son la forma en que las empresas identifican, adoptan, usan, dominan, modifican y/o crean tecnologías y hacen uso de conocimiento nuevo o existente para la elaboración de nuevos productos y mejora en productos y procesos.

La definición de tecnología consiste en complejos paquetes de conocimiento tanto tácito como codificado, que incluye capital físico. Hacia la década de los setenta existía una idea difundida de que los países en desarrollo sólo eran receptores pasivos de la tecnología de países desarrollados; algunos autores desafiaron esta idea con una serie de estudios empíricos sobre los procesos de aprendizaje y adquisición de capacidades tecnológicas a nivel de firma, demostrando que el conocimiento tecnológico no es fácil de imitar ni de transferir entre firmas (Katz, 1986; Vera-Cruz, 2003; Vera-Cruz y Torres, 2013).

Las capacidades tecnológicas generan y gestionan el cambio técnico incluyen aptitudes, conocimientos y experiencia que a menudo (aunque no siempre) difieren sustancialmente de las necesarias para operar los sistemas técnicos existentes, así como los tipos particulares de estructuras y vínculos institucionales necesarios para producir insumos para el cambio técnico. (Bell, 1984)

A partir de la evidencia empírica de muchos estudios de caso, se han hecho esfuerzos por medir las capacidades tecnológicas y analizar su trayectoria evolutiva tanto para conocer el estado actual como para conocer las que se necesitan crear.

4. Resultados esperados y reflexión final

Se espera identificar que las motivaciones que mueven a las empresas adoptar la industria 4.0 van más allá de reducción de costos y aumento de volumen de producción, y que no sólo el desempeño económico es clave, para querer adoptarlas, también influyen factores tanto internos como externos de la empresa, por ejemplo: aumentar el nivel de conocimiento en los productos y servicios, mejorar el posicionamiento tecnológico de la empresa, mejorar la calidad y creación de nuevos productos entre otros, que las estrategias no están bien definidas y que eso obstaculiza la adopción de tecnologías 4.0. Mi expectativa es que los resultados arrojen que las empresas se encuentran en un proceso de adopción de tecnologías 4.0 porque desean obtener cambios positivos en las mismas empresas, y que las capacidades tecnológicas acumuladas con las que cuentan las empresas de la industria no son suficientes para lograr una integración de todas estas tecnologías 4.0, ya que estas funcionan de manera complementaria y no de manera independiente en su mayoría,

4.1. Reflexión general

Si bien la Cuarta Revolución Industrial está en plena marcha. El éxito de la transformación digital depende de estrategias tecnológicas integrales, que promuevan una relación de diálogo permanente entre los sectores público y privado. Dado los cambios que se están generando en la economía mundial, el desarrollo y fabricación de nuevos productos será un reto que tendrán que enfrentar las empresas en México. El diseño de estrategias tecnológicas será uno de los requisitos para mantener la competitividad.

México puede aprovechar esta tendencia para avanzar en la adopción de las operaciones digitales. Aún el nivel de adopción puede mejorar con ayuda de creación de capacidades tecnológicas que permitan el uso eficiente de las tecnologías 4.0, ya que las capacidades existentes o acumuladas no son suficientes para lograr esa complementariedad en el proceso productivo en el sector, por ejemplo no se cuenta con infraestructura adecuada para adoptar tecnologías 4.0, la falta de habilidades por parte de los trabajadores, la falta de acceso a recursos y así como falta de incentivos para crear un entorno altamente tecnológico y transitar de un sector basado en explotación de mano de obra, a uno con mano de obra altamente calificado con habilidades enfocados a la Industria 4.0.

5. Referencias

Álvarez, F. (2019). Implementación de nuevas tecnologías : valuación, variables, riesgos y escenarios tecnológicos 1a ed. San Salvador, El Salv. : UFG Editores.

- Andreoni, A. y Anzolin, G., 2019. A Revolution in the Making? Challenges and Opportunities of Digital Production Technologies for Developing Countries
- Basco, A. I., & Beliz, G. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el futuro*. Buenos Aires: BID.
- Bell, M. (1984). "'Learning' and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries", in K. King and M. Fransman (eds), *Technological Capacity in the Third World*; London, Macmillan.
- Breda, D. M. (2018). *Ensayo sobre la ceguera: la industria 4.0 en América Latina*. Hemisferio Izquierdo.
- Casalet, M., & Stezano, F. (2020). *Risks and opportunities for the progress of digitalization in Mexico. Economics of Innovation and new technology*.
- Dávila, R. S. R., & Briones, C. L. T. (2017). Análisis de la teoría de juego en el proceso de dirección y administración estratégica. *Empresarial*, 11(44), 48-51.
- Dutrénit, G., Vera-Cruz, A. O., Arias, A., Sampedro, J. L. y Urióstegui, A. (2006), Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México. El caso de la Industria Maquiladora de Exportación, UAM/Miguel Ángel Porrúa, México.
- ONUDI (2019) *Informe sobre el Desarrollo Industrial 2020. La industrialización en la era digital. Resumen*. Viena.
- Pérez, C. (2010). 'Technological revolutions and techno-economic paradigms. Cambridge Journal of Economics.
- SE. (2016). *Crafting the Future a Roadmap for Industry 4.0 in México*. Ciudad de México: Secretaria de Economía.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. World Economic Forum.
- Schroeder, W. (2016). *La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*. Madrid: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Velásquez, G., & Medellín, E. (2005). *Manual de transferencia y adquisición de tecnologías sostenibles*.
- WorldBank. (2018). *Embracing Technology is Key for the Jobs of Tomorrow in Latin America and the Caribbean*. IBRD IDA.