CAPÍTULO II

TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA INNOVACIÓN DE LA CADENA DE VALOR DE LAS PYMES

Omar Alexander León García

PhD en Ingeniería, Universidad de Mondragón – País Vasco. Máster en Gestión de las Tecnologías de la información y comunicación. Ingeniero de Producción. Licenciado en electrónica. Docente investigador Facultad de Ingeniería – Unipanamericana. Correo electrónico: omarleon@unipanamericana.edu.co. ORCID ID: 0000-0001-5554-8215.

Resumen

El uso y aplicación de las tecnologías de la industria 4.0 dentro de los procesos empresariales viene atrayendo la atención de expertos y académicos de diferentes áreas en los últimos años debido a su apuesta por mejorar e innovar las actividades productivas de la empresa. En este sentido, este artículo aporta a la comunidad académica y empresarial la identificación empírica del impacto de las tecnologías de la industria 4.0 en la innovación empresarial. A través de un estudio cuantitativo con 174 pymes de la ciudad de Bogotá, Colombia, se realizaron diferentes análisis descriptivos y de correlación de acuerdo con el modelo de investigación planteado para evaluar los efectos de las variables determinadas. El estudio lleva a identificar las tecnologías de la industria 4.0 más utilizadas por las empresas de la región y se evidencia que aquellas con un mayor grado de uso presentan un mayor grado de innovación en la cadena de valor.

Palabras clave: cadena de valor, innovación empresarial, Pymes, tecnologías de la industria 4.0.

INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN THE INNOVATION OF THE VALUE CHAIN

Abstract

The use and application of industry 4.0 technologies within business processes has attracted the attention of experts and academics from different areas in recent years due to its commitment to improve and innovate the company's productive activities. In this sense, this article contributes to the academic and business community through empirical identification of the impact of industry 4.0 technologies on business innovation. Through a quantitative study with 174 SMEs from the city of Bogotá-Colombia, different descriptive and correlation analyzes were performed according to the research model proposed to evaluate the effects of the determined variables. The study leads to identify the industry 4.0

technologies most used by companies in the region and it is evident that those with a higher degree of use present a higher degree of innovation in the value chain.

Key words: business innovation, industry 4.0 technologies, SMEs, value chain.

Este capítulo es el resultado de un proyecto de investigación titulado “Tecnologías de la industria 4.0 como factor clave en el desarrollo de las empresas colombianas”. Culminado en 2019 por el grupo de investigación GIIS y financiado por la Unipanamericana Compensar Institución Universitaria y la empresa Draco Servicios de la ciudad de Bogotá, Colombia.

Introducción

Debido a la amplia contribución que han tenido las tecnologías de la información y comunicación en los diferentes procesos empresariales, se ha hecho evidente su gran interés de estudio para académicos y diversos sectores empresariales en cómo estas tecnologías pueden incrementar su productividad. Sin embargo, algunas empresas no tienen claro el verdadero efecto que tienen estas tecnologías dentro de la organización. Por tal razón, el hecho de cuantificar el impacto que tienen estas tecnologías sobre los procesos empresariales es fundamental para analizar sus beneficios, desafíos y también proponer metodologías para su adecuada implementación.

Así mismo, las empresas se centran hoy en crear valor para el cliente, el cual se está volviendo más consciente y exigente en relación con los servicios de tiempo de entrega, la disponibilidad del producto y su fiabilidad (Witkowski, 2017). Con los avances tecnológicos se espera cumplir con estos requerimientos, reduciendo plazos y costos, optimización de tiempos, llegando a nuevos mercados y disminuyendo riesgos en las organizaciones. Estas tecnologías también facilitarán el análisis del consumidor, ofreciendo nuevas alternativas para hacer negocios y dando la capacidad a las empresas de adaptarse a los cambios en el mercado (Lasi *et al.*, 2014; Villa, Hernández, y Hernández, 2019).

Para esto, se han venido desarrollando nuevas tecnologías bajo el concepto de la industria 4.0, en el cual el uso de estos recursos es un componente primordial para la optimización de los procesos y para la creación de valor en las empresas. Estas tecnologías han avanzado en campos como la impresión 3D, el big data, la inteligencia artificial, etc., con las cuales se ha generado un gran impacto de transformación en la industria de la manufactura y de servicios. En este sentido los gerentes y las empresas en general deben adoptar enfoques de gestión adecuados para sobrevivir y crecer en la denominada cuarta revolución industrial ya que esta tiene un impacto en toda la empresa, por lo que es muy importante comprender cómo los diversos elementos de la misma pueden aprovechar las oportunidades que ofrece la digitalización en aras de mejorar la producción, sin olvidar las actividades que apoyan la creación de valor y de cómo estas pueden beneficiarse de los logros de esta nueva industria (Nagy *et al.*, 2018).

Debido al desarrollo de la industria 4.0, se hace necesario un nuevo modelo de gestión de negocio apoyado en la tecnología, en el cual la información se procesa de manera más eficiente, atendiendo las necesidades de la cadena de valor desde el diseño del producto hasta

el servicio al cliente e involucrando a todos los actores en el ciclo de vida del producto. Las soluciones más novedosas en relación al internet de las cosas, Big Data y en general todas las referentes a Industria 4.0 crean oportunidades para satisfacer las necesidades de los clientes y contribuyen al desarrollo de la logística y la gestión de las cadenas de suministro (Witkowski, 2017). Sin embargo, algunas de estas tecnologías siguen siendo costosas y esto ha llevado a que la penetración de estas tecnologías sea lenta. Para contrarrestar esto, es necesario que las empresas reconozcan los beneficios que tiene la implementación de estas tecnologías para asumir las inversiones necesarias.

Si bien, existen otros estudios que revelan los beneficios de implementar estas tecnologías en los procesos de innovación (Hall, Lotti, y Mairesse, 2013; Lee, Kao, y Yang, 2014a; Torres, gonzalez, y Cano, 2019), se evidencia que hacen falta estudios empíricos que expliquen cómo estas tecnologías representan un progreso significativo en los procesos organizacionales y cómo impactan en el rendimiento empresarial (Moeuf *et al.*, 2018; Tjahjono *et al.*, 2017). Al respecto, este estudio pretende aportar en este vacío y se presenta dentro de un campo de considerable interés tanto para la comunidad científica como para el mundo empresarial por el alto impacto que puede tener sobre las pequeñas y medianas empresas.

De lo anterior expuesto, este estudio contribuye a la literatura y al sector empresarial, con el objetivo de demostrar empíricamente la relación entre el uso de las tecnologías de la industria 4.0 y la innovación de la cadena de valor en la empresa. Mediante este análisis se pretende demostrar que las empresas que utilizan en mayor grado estas tecnologías verán también incrementar sus procesos de innovación.

Marco conceptual

Definición de la industria 4.0

La industria 4.0, marca el punto de partida y la puesta en marcha de la digitalización completa de la producción y la explotación de datos para permitir la planificación y control de los procesos de producción y redes inteligentes (Tjahjono *et al.*, 2017). El término industria 4.0 se definió en Alemania haciendo referencia a la transformación digital de la industria, dándose a conocer como “fábrica inteligente” o “internet industrial” y da nombre también a la cuarta revolución industrial (Morales *et al.*, 2017). De esta manera se constituye la industria 4.0 como una alternativa fácil de adaptarse a los cambios de acuerdo con la demanda del mercado, basada en la interconexión de todos los elementos, generando una gran satisfacción a clientes y mejorando el rendimiento en las empresas.

Las fábricas inteligentes de la industria 4.0 se distinguen por una mayor flexibilidad de producción, pensada para el uso de máquinas reconfigurables en tiempo real que permiten la producción personalizada de productos en pequeños lotes o en un artículo único (Bortolini *et al.*, 2017). Estos nuevos sistemas centran sus recursos en la introducción de productos y procesos industriales inteligentes que permitirán a la industria hacer frente a rápidos cambios en los patrones de compra y venta. Esto debido a que los sistemas de servicio de productos modernos seguirán sustituyendo a los tipos de productos tradicionales debido a las facilidades para desarrollar nuevas innovaciones en productos y servicios (Zhong *et al.*, 2017).

El avance de la tecnología ha acompañado el desarrollo de la industria desde la adopción temprana de sistemas mecánicos, para respaldar los procesos de producción, hasta las líneas de ensamblaje altamente automatizadas de hoy en día para responder y adaptarse a los requisitos y demandas dinámicas actuales del mercado. Bajo el concepto de Industria 4.0, el asombroso crecimiento en el avance y la adopción de las tecnologías de la información y las redes sociales ha influido cada vez más en la percepción de los consumidores sobre la innovación de productos, la calidad, la variedad y los tiempos de entrega (Lee, Kao, y Yang, 2014b).

Uno de sus elementos centrales es la digitalización completa de la producción y la explotación de datos para permitir la innovación, planificación y control de los procesos de producción. La integración digital completa y la automatización de todos los procesos de fabricación implica también una automatización de la comunicación y la cooperación, especialmente a lo largo de procesos estandarizados (Erol *et al.*, 2016).

En este contexto, la fábrica del futuro permitirá la conexión entre máquinas y seres humanos con los llamados Sistemas Cibernéticos Físicos. Estos nuevos sistemas centran sus recursos en la introducción de productos y procesos industriales inteligentes que permitirán a la industria hacer frente a rápidos cambios en los patrones de compra (Tjahjono *et al.*, 2017). Además, y de acuerdo con expertos de la industria y la investigación, el uso de Internet, que permite la comunicación entre humanos y máquinas en sistemas cibernéticos a través de grandes redes (Frank, Dalenogare, y Ayala, 2019), se dará origen a una total transformación digital dentro de las empresas.

Esta transformación se ha apoyado directamente en el desarrollo y uso de estas tecnologías con la capacidad de coleccionar, almacenar y analizar grandes cantidades de datos, o la simulación de modelos virtuales de plantas con ingeniería especializada que permiten la gestión, el control y la calidad de procesos y productos. Otras tecnologías como la impresión 3D, internet de las cosas, cloud computing, modos de pago inalámbrico o los recientes avances en inteligencia artificial, hacen que la industria 4.0 sea cada vez más visible y se espere una mayor penetración en las organizaciones.

Otro aspecto, importante de avance en estas tecnologías es la integración de la robótica con capacidad de ser programados para ejecutar tareas en horarios y fechas requeridos (Bahrin *et al.*, 2016). Estos avances han abarcado diversos campos como la biotecnología, la genética y la nanotecnología, dando paso al desarrollo de la inteligencia artificial y la fabricación aditiva (impresiones 3D), lo cual implica también un salto significativo en los procesos y la gestión empresarial. Mediante este tipo de herramientas las empresas pretenden obtener ventaja competitiva en el mercado debido a que facilitan su gestión y a que repercuten positivamente en su rendimiento empresarial (Morales *et al.*, 2017).

De esta manera, las empresas se han venido estructurando en la manufactura mediante el uso de computadoras de manera virtual, con conexión a internet y en avanzadas plataformas de análisis donde procesan datos para generar productos finales. Así mismo, la comunicación que ofrece estas tecnologías es sincronizada mediante dispositivos que permiten conectar plantas de producción, oficinas y dependencias donde pueden compartir información y comunicarse en tiempo real sin importar la ubicación donde se encuentren.

Debido al tamaño de la empresa y a que algunas de estas tecnologías aún son costosas, la penetración de estas tecnologías no ha sido fácil. Tal es el caso de la impresión 3D, la

cual en sus inicios se trataba de una manera de fabricación muy costosa y cuyos materiales disponibles eran muy escasos, sin embargo, actualmente se dispone de varios tipos de materiales más económicos y compatibles con dicha forma de fabricación. Hoy en día, la oferta de mercado ha traído un abanico más amplio de soluciones con opciones de todo tipo, por lo que ha comenzado a democratizarse el acceso a las mismas. En este sentido, las pymes implementan el uso de tecnologías que están a su alcance y que les proporcione un gran impacto en el manejo de su información (la administración de base de datos, gestión de correo electrónico, inteligencia de negocio, gestión de relación de clientes, planificación de recursos empresariales, generar nuevos productos y servicios etc.).

Industria 4.0 en la cadena de valor

De acuerdo con Porter (1985), el concepto de cadena de valor sugiere que la ventaja competitiva de una empresa necesita comprender cómo cada uno de los elementos empresariales individuales contribuyen a entregar el producto o servicio a menor precio o mayor calidad que los competidores. Este concepto permite entender cómo las tecnologías de la Industria 4.0 que se aplican en diferentes procesos, especialmente a los métodos utilizados para la producción, el intercambio y el análisis de la información, facilitan la generación de valor dentro de los procesos organizacionales.

Estas tecnologías juegan un papel estratégico y generan una reconfiguración de la cadena de valor de las empresas. Su objetivo es operar con los niveles de eficiencia y agilidad que se necesitan y construir cadenas de valor innovadoras que eliminen barreras internas y se orienten por entero a lo verdaderamente fundamental: sus relaciones con los clientes, socios, proveedores y empleados. Esta creciente interrelación operativa representa una magnífica oportunidad para las pequeñas y medianas empresas más innovadoras que sepan ver en esta reconfiguración de la cadena de valor una gran posibilidad para ganar nuevos espacios de negocio (Moraleda, 2004).

Así mismo, dentro de la cadena de valor se pueden identificar algunos beneficios claros de la implementación de la Industria 4.0, tales como una mayor flexibilidad, estándares de calidad, innovación, eficiencia y productividad, permitiendo una personalización masiva, una mayor satisfacción a las demandas de los clientes y creando valor mediante la introducción constante de nuevos e innovadores productos y servicios en el mercado.

De acuerdo con Tjahjono *et al.* (2017), los procesos que se verán más afectadas por la introducción de la industria 4.0 son el cumplimiento de pedidos, el almacenamiento y aprovisionamiento de productos y materiales y la logística de transporte, en los cuales se podrán identificar un gran número de oportunidades de mejora debido al desarrollo de estas tecnologías. Estas tecnologías implican un mejor manejo de la información e innovación en toda la cadena de valor, facilitando la colaboración entre proveedores, fabricantes y clientes que es fundamental para aumentar la transparencia de todo el ciclo de vida del producto. Esto quiere decir que la industria 4.0 se centra en la optimización de la cadena de valor mediante la automatización de la producción gracias al intercambio de datos entre los procesos de la cadena de suministro (Rojas, Rojas, y Molano, 2017).

Stock y Seliger (2016), sugieren que la creación de valor en los países industrializados estará determinada por el desarrollo de la Industria 4.0 y estará enfocada en las tres

dimensiones de sostenibilidad: económica, social y medioambiental. Así mismo, las compañías, departamentos, funciones y capacidades serán mucho más coherentes, a medida que las redes universales de integración de datos entre compañías evolucionen y permitan cadenas de valor verdaderamente automatizadas. En esta vía, los sensores, las máquinas, las piezas de trabajo y los sistemas de información se conectarán a lo largo de la cadena de valor más allá de una sola empresa (Rüßmann *et al.*, 2015).

En general, podemos decir que la Industria 4.0 penetra en toda la cadena de valor y su alcance puede crecer en las fronteras de la empresa debido a que se basa en la nueva tecnología vinculada a la red y a nuevos procedimientos que requieren nuevas capacidades de la empresa (procesos de innovación continua, aprendizaje permanente, confianza, intercambio de datos) y que incluso puede requerir el desarrollo de nuevos modelos de negocio. La Industria 4.0 es, por lo tanto, un fenómeno que, mediante activos y actividades tecnológicas, maximiza la transparencia de los procesos al explotar las posibilidades de digitalización e integra todos los procesos a un nuevo nivel de creación de valor para el cliente (Rüßmann *et al.*, 2015).

Finalmente, sin importar el tamaño de la empresa, o el sector industrial al cual pertenezca, es necesario que exista una cooperación entre las diferentes áreas y procesos que intervienen en la cadena de valor. Aunque, dependiendo del tipo de negocio y de los productos y servicios que ofrezca, dichos procesos pueden variar, pero la creación de valor es crucial para una óptima oferta y demanda, así como para generar nuevos procesos innovadores. Para esto, y de acuerdo a lo expuesto, resulta necesario demostrar cómo las tecnologías de la industria 4.0 brindan oportunidades de innovación en toda la cadena de valor.

Metodología

Con respecto al tipo de estudio propuesto, este tiene las características de un enfoque cuantitativo, ya que “Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010). En este caso, se ha propuesto como hipótesis de esta investigación: Un mayor uso de Tecnologías de la industria 4.0 aumenta el nivel de innovación de la cadena de valor de las empresas.

Igualmente, este estudio cumple con las condiciones de un estudio descriptivo y correlacional, ya que describe tendencias de un grupo y asocia variables mediante un patrón predecible para una población. Para el análisis descriptivo se analiza el conjunto de datos de la muestra utilizando los valores obtenidos de acuerdo a las respuestas y variables utilizadas. Posteriormente, mediante un análisis de regresión de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) se estima la relación entre el uso de las tecnologías de la industria 4.0 con el nivel de innovación en la cadena de valor.

Este estudio se desarrolla a través de la implementación de un instrumento de investigación dirigido a gerentes de PYMES establecidas en la ciudad de Bogotá, Colombia. La muestra final consistió en 174 empresas que respondieron el cuestionario presentado en formato físico y en línea durante el período de febrero a septiembre de 2018 (nivel de

confianza del 95%, $pq = 0,50$: 7,4%). En la tabla 1, se recoge la distribución de la muestra clasificados de acuerdo a la actividad económica.

Tabla 1. Distribución de la muestra por actividad económica.

Actividad	Porcentaje de la muestra
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación	4.7%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	3.5%
Actividades de los hogares en calidad de empleadores	0.6%
Actividades de organizaciones y entidades extraterritoriales	1.2%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	1.2%
Actividades financieras y de seguros	4.1%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	9.4%
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	1.2%
Alojamiento y servicios de comida	1.2%
Comercio al por mayor y por menor; reparación de vehículos automotores	2.9%
Construcción	2.3%
Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales	1.8%
Educación	3.5%
Industrias manufactureras	14.6%
Información y comunicaciones	19.9%
Otras actividades de servicios	25.1%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0.6%
Transporte y almacenamiento	2.3%

Fuente: elaboración propia (2019).

Medición de variables

Para este estudio se han identificado como variables dependientes el grado de innovación de la cadena de valor, y como variables independientes el uso de las tecnologías de la industria 4.0. La tabla 2, resume cómo han sido medidas cada una de estas variables con sus respectivas medidas de fiabilidad y validez.

Tabla 2. Variables utilizadas.

Uso de Tecnologías de la Industria 4.0 (Ind_4.0)	Esta variable consiste en la media aritmética obtenida a partir de una escala Likert de cinco puntos sobre el nivel de uso de la empresa de las principales herramientas tecnológicas de la industria 4.0 seleccionadas (Impresión 3D, arquitectura cloud/ cliente, Big data, máquinas inteligentes, realidad aumentada, pagos inalámbricos, IoT).	Alpha Cronbach (0,88) y KMO (0,84), (comunalidades superiores a 0,659).
Innovación en la cadena de valor (Inn_CV)	Esta variable consiste en la media aritmética obtenida a partir de una escala Likert de cinco puntos sobre el nivel en que la empresa evalúa 10 elementos de como involucra la innovación en su cadena de valor propuesto por López (2015) (desarrolla nuevos productos y/o servicios, introduce innovaciones y mejoras en los procesos de producción, introduce innovaciones y mejoras en la cadena de suministros (aprovisionamientos /distribución) y en la logística, introduce innovaciones y mejoras en las áreas de marketing y ventas, introduce innovaciones y mejoras en las tareas de servicios postventa y soporte a clientes, invierte regularmente en tecnología (maquinaria, bienes de equipo, computadores, etc.) para conseguir ventajas competitivas, planifica proyectos de innovación, lleva a cabo un seguimiento y control de los proyectos de innovación, plantea la explotación y protección de los resultados de los proyectos de innovación, implantan y evalúan los resultados de los proyectos de innovación.	Alpha Cronbach (0,94) y KMO (0,89), (comunalidades superiores a 0,50).
Control	Tamaño (Número de empleados), Edad (Años de actividad de la empresa)	

Fuente: elaboración propia (2019).

Resultados y discusión

El estudio asume que a medida que las empresas tengan un mayor uso de tecnologías de la industria 4.0, el grado de innovación de la cadena de valor también será mayor. Para comprobar esta relación se realizó inicialmente un análisis descriptivo de las variables de estudio sobre la muestra establecida y posteriormente un análisis de correlación entre estas dos variables Ind_4.0 e Inn_CV.

Análisis descriptivo

Para este análisis se tomaron en cuenta los datos proporcionados por las 174 empresas que aportaron su información sobre las variables de estudio establecidas. De acuerdo al gráfico 1, a nivel de uso de las tecnologías de la industria 4.0 se evidencia una media de uso aún baja en las empresas de la muestra (1.59). Según estos resultados se observa que la edad de la empresa puede ser un factor que impacta en el nivel de uso estas tecnologías en las organizaciones. Los resultados muestran que las empresas más jóvenes (menos a 1 año) muestran un nivel de uso mayor en estas tecnologías (1.9), posiblemente por la alta demanda, reducción de costos y disponibilidad con la que se presentan dichas tecnologías actualmente.

Gráfico 1. Media de uso de tecnologías de la industria 4.0 por edad de la empresa.

Fuente: elaboración propia (2019).

Los resultados también muestran que el internet de las cosas es la tecnología que más se está utilizando en estas empresas con una media de uso de 2.42, seguida de la arquitectura cloud/cliente, y siendo la realidad aumentada y la impresión 3D las que menos uso presentan con una media de uso de 0,97 y 0,81 respectivamente. Ver gráfico 2. El uso de estas tecnologías marca un punto importante en las empresas de la región, ya que les permite recopilar datos y adoptar las estrategias de producción a un ritmo cada vez mayor.

Gráfico 2. Media de uso de tecnologías de la industria 4.0.

Fuente: elaboración propia (2019).

El otro aspecto a evaluar tiene que ver con los procesos de innovación que se desarrollan en las empresas de la región. Dentro de la cadena de valor, la mayoría de las empresas muestran un nivel mayor de innovación en los procesos relacionados con el desarrollo sistemático de nuevos productos y/o servicios (3.69), seguido de las innovaciones y mejoras en los procesos de producción (3.64) y en las áreas de marketing y ventas (3.55). Los procesos de explotación y protección de resultados en los proyectos de innovación (3.28) y las innovaciones y mejoras en la cadena de suministro y logística (3.29) muestran un nivel menor que los demás. Ver gráfico 3. Para evaluar la relación existente entre estos procesos de innovación y el uso de las tecnologías de información, se plantea un análisis de correlación entre estos dos elementos.

Gráfico 3. Media de nivel de innovación en la cadena de valor.

Fuente: elaboración propia (2019).

Análisis correlacional

Bajo la hipótesis planteada se contrastan las variables tecnologías de la industria 4.0 (Ind_4.0) y la innovación de la cadena de valor (Inn_CV). Para este análisis se consideró el siguiente modelo, utilizando una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). El tamaño y la edad de la empresa han sido tomados como variables de control.

$$Inn_{CV} = b_0 + b_1Ind_{4.0i} + b_2Tamaño_i + b_3Edad_i + \varepsilon_i$$

Antes de este análisis, debe revisarse el requisito de normalidad de la distribución de las poblaciones, lo que significa que las muestras provienen de poblaciones distribuidas de manera normal. De acuerdo con el tamaño de la muestra en este estudio, se obtuvo un valor del estadístico de Kolmogorov-Smirnov (0.200), que permite establecer que la variable se comporta normalmente (Hair *et al.*, 2010). Para este análisis, se ha realizado un análisis de correlación entre estas dos variables. Con un nivel de significación de 0,01 y un coeficiente de Pearson (0,532), se demuestra que existe una dependencia lineal de las dos variables de interés. Para analizar esta correlación, se ha considerado el siguiente modelo utilizando una regresión lineal de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y se comprobó que los regresores presentaron un factor de inflación de la varianza (VIF) que descartan la presencia de multicolinealidad. En la tabla 3 se resumen los resultados de este modelo.

Tabla 3. Resumen del modelo uso de Ind_4.0 e Inn_CV.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.541a	.293	.280	.87702

a. Variables predictoras: (Constante), Edad, Tamaño, Ind_4.0

b. Variable dependiente: Inn_CV

Nota: VIF más alto 1.080, Durbin-Watson 1.988

Fuente: elaboración propia (2019).

El modelo desarrollado presenta un R^2 ajustado de 0,293 lo que indica que el 29,3 % de la variabilidad del nivel Inn_CV depende del uso de las tecnologías de la industria 4.0. El estadístico ANOVA tiene un valor bajo de 0.000, lo que confirma que las variables están relacionadas linealmente. Estos resultados muestran que las empresas con un mayor grado de uso de tecnologías de la industria 4.0 presentan un nivel mayor de innovación en la cadena de valor. Estos resultados estarían acordes con lo expuesto por (Rüßmann et al., 2015; Stock y Seliger, 2016). Al no encontrarse coeficientes significativos para las variables de control examinadas, no es posible explicar a través de este trabajo que el tamaño y edad de la empresa influyan sobre el impacto que en la innovación tiene el uso de estas tecnologías.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación contribuyen al campo académico y empresarial con relación al uso de las tecnologías de la industria 4.0 para el desarrollo de las estrategias de innovación empresarial, ya que permite un mejor entendimiento del potencial uso que estas tecnologías tienen en el futuro de las empresas. El estudio demuestra que los recursos relacionados con las tecnologías de la industria 4.0 proporcionan herramientas a las organizaciones para impulsar los procesos de innovación en la cadena de valor. Los directivos pueden usar estos resultados para facilitar la toma de decisiones en la implementación de tecnologías de vanguardia relacionadas con la industria 4.0.

El uso de tecnologías actuales como Internet de las cosas, Big Data, impresión 3D o Cloud, son impulsores del potencial relacionado con la industria 4.0. Este se ve relacionado con la personalización masiva de productos y servicios, así como un mayor uso de datos inactivos presentes en los procesos de la organización y la mejora del tiempo de producción.

Se evidencia entonces que el desarrollo de nuevas tecnologías de información y comunicación ha conseguido que las empresas se acercaran mucho más a sus clientes y proveedores, respondiendo más rápido a sus necesidades y adaptándose al ambiente dinámico de la actual economía global que exige procesos innovadores y que se evidencien en cada etapa de la cadena de valor. Dichas tecnologías están generando la transformación de las empresas hacia una gestión de industria inteligente implicando cambios en la manufactura y gestión de procesos para el desarrollo y crecimiento empresarial.

Referencias bibliográficas

- Bahrin, M., Othman, M., Azli, NH Nor, & Talib, M. (2016). *Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic*. Jurnal Teknologi, 78(6-13), 137-143.
- Bortolini, M, Ferrari, E, Gamberi, M, Pilati, F, & Faccio, M. (2017). *Assembly system design in the Industry 4.0 era: a general framework*. IFAC-PapersOnLine 50 (1): 5700–5705.
- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K., & Sihn, W. (2016). *Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production*. Procedia CiRp, 54, 13-18.
- Frank, A., Dalenogare, L., & Ayala, N..(2019). *Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies*. International Journal of Production Economics, 210, 15-26.
- Galván, P., España, Asato, J., Godoy, J., González, Ortega, C., & Frías, Ramírez, T. (2017). *La nube al servicio de las pymes en dirección a la INDUSTRIA 4.0*. Pistas Educativas, 39(126).
- Hair JR, Joseph F, C, Black William, J, Babin Barry, & E, Anderson Rolph. (2010). *Multivariate Data Analysis* (Vol. Seventh Edition): Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Hall, B., Lotti, F., & Mairesse, J. (2013). *Evidence on the impact of R&D and ICT investments on innovation and productivity in Italian firms*. Economics of Innovation and New technology, 22(3), 300-328.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). *Industry 4.0*. Business & Information Systems Engineering, 6(4), 239-242.
- Lee, J., Kao, H., & Yang, S. (2014a). *Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment*. Procedia CIRP, 16(1), 3-8.

- Lee, J., Kao, H., & Yang, S. (2014b). *Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment*. Procedia CIRP, 16, 3-8.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo, S., & Barbaray, R. (2018). *The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0*. International Journal of Production Research, 56(3), 1118-1136.
- Moraleda, A. (2004). *La innovación, clave para la competitividad empresarial*. Universia Business Review(1), 128-136.
- Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D., y Popp, J. (2018). *The role and impact of industry 4.0 and the internet of things on the business strategy of the value chain—The case of Hungary*. Sustainability, 10(10), 3491.
- Porter, M. (1985). *Competitive Advantage, Creating and sustaining superior performance*. Competitive advantage, 167, 167-206.
- Rojas, M., Rojas, K., y Molano, J. (2017). *Propuesta de una arquitectura de la industria 4.0 en la cadena de suministro desde la perspectiva de la ingeniería industrial*. Ingeniería solidaria, 13(23), 77-90.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M.. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group, 9(1), 54-89.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). *Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0*. Procedia CIRP, 40, 536-541.
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., & Pelaez, G. (2017). *What does industry 4.0 mean to supply chain?* Procedia Manufacturing, 13, 1175-1182.
- Torres, G., Gonzalez, R., & Cano, A. (2019). Procesos de innovación tecnológica en grupos empresariales, el caso de una empresa de autoservicios. In Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (Ed.), *Tendencias en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica* (Vol. 6).
- Villa, L., Hernández, H., & Hernández, M. (2019). La innovación en los modelos de estructura organizacional a través del tiempo. In Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (Ed.), *Tendencias en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica* (Vol. 5).
- Witkowski, K. (2017). *Internet of things, big data, industry 4.0—innovative solutions in logistics and supply chains management*. Procedia Engineering, 182, 763-769.
- Zhong, R., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. (2017). *Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review*. Engineering, 3(5), 616-630.