

The New Products Development: Effect of integration between Industry 4.0 and Supply Chain Management

Sorto-Bueso, José Rodolfo, MSc.¹  Ortega-Jiménez, Cesar Humberto, PhD²  Del Cid Carrasco, Javier Enrique, MSc.³ 

¹ Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana, San Pedro Sula, Honduras, jose.sorto@unitec.edu

² Facultad de Ingeniería, CURLP, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, cortega@unah.edu.hn

³ Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana, Tegucigalpa, Honduras, javier.delcid@unitec.edu.hn

Abstract- This article presents a systematic review on the relationship of New Product Development (DNP), Supply Chain Management (GCS) and the implementation of technologies associated with Industry 4.0 (I4.0) that improve the performance of organizations. To achieve this goal, a systematic literature review was developed to compile existing literature, identify current research gaps, and systematize research on the relationship of DNP, GCS, and I4.0 with Organizational Performance. In total, twenty-eight (28) articles indexed in Scopus were analyzed. The authors agree that the technologies associated with Industries 4.0 contribute to the Performance of organizations by improving the integration of customers and suppliers in the Supply Chain Management processes while making the development of new products more efficient. new products. From the in-depth analysis of the articles, it was possible to group them into six emerging themes: Organizational Performance, Sustainable Business, Green Organizations, Small and Medium Industries, Product/Service and Process Innovation, and Industry 4.0 Implementation.

Keywords: Product development, Supply chain management, Industry 4.0, Organizational performance.

El Desarrollo de nuevos productos: Efecto de integración entre la Industria 4.0 y Gestión de Cadena de Suministro

Sorto-Bueso, José Rodolfo, MSc.¹  Ortega-Jiménez, Cesar Humberto, PhD²  Del Cid Carrasco, Javier Enrique, MSc.³ 

¹ Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana, San Pedro Sula, Honduras, jose.sorto@unitec.edu

² Facultad de Ingeniería, CURLP, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, cortega@unah.edu.hn

³ Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana, Tegucigalpa, Honduras, javier.delcid@unitec.edu.hn

Resumen- Este artículo presenta una revisión sistemática sobre la relación del Desarrollo de Nuevos Productos (DNP), la Gestión de la Cadena de Suministro (GCS) y la implementación de tecnologías asociadas con la Industria 4.0 (I4.0) que mejoren el rendimiento de las organizaciones. Para lograr este objetivo, se desarrolló una revisión bibliográfica sistemática para compilar la literatura existente, identificar las brechas de investigación actuales y sistematizar la investigación de la relación del DNP, la GCS y la I4.0 con el Rendimiento de las organizaciones. En total, se analizaron veintiocho (28) artículos indizados en Scopus. Los autores coinciden en que las tecnologías asociadas a Industrias 4.0 contribuyen al Rendimiento de las organizaciones a través de la mejora en la integración de clientes y proveedores en los procesos de la Gestión de la Cadena de Suministro a la vez que hace más eficiente el desarrollo de nuevos productos. Del análisis a profundidad de los artículos fue posible agruparlos en seis temas emergentes: Desempeño de la organización, Negocio sostenible, Organizaciones verdes, Pequeñas y Medianas industrias, Innovación de Productos/servicios y procesos, e Implementación de Industria 4.0.

Palabras Claves: Desarrollo de productos, Gestión cadena de suministro, Industria 4.0, Rendimiento de organizaciones.

I. INTRODUCCIÓN

Una empresa puede mejorar su rendimiento si es capaz de integrar proveedores y clientes externos [1]; esta integración permite a las empresas responder a las nuevas demandas de manera receptiva [2] entendiendo que son estrategias efectivas para lograr un mayor rendimiento en el desarrollo de nuevos productos. Existen estudios que demuestran la relación positiva entre las empresas exitosas y el desarrollo de productos exitosos [3] y a la vez, como este último está influenciado por la integración externa, es decir, clientes y proveedores, en sus procesos de innovación [4]. Lau, Tang y Yam [1] parten de la integración de la cadena de suministro y concluyen que compartir información con los proveedores y el desarrollo conjunto de productos con los clientes mejora directamente el rendimiento del producto y el rendimiento de la organización.

Desde un punto de vista más reciente, la llegada de la cuarta revolución industrial y sus tecnologías asociadas han demostrado el potencial de lograr diferentes niveles de rendimiento operativo [5]. Chauhan & Singh [6], (concluyen que dichas tecnologías permiten responder de manera rápida y rentable al mejorar la flexibilidad, mejorando de esta forma el rendimiento operativo en términos de productividad,

costos, calidad, sostenibilidad, capacidad de respuesta y esbeltez.

El término *Industria 4.0* fue reconocido públicamente en 2011 con el fin de reforzar la competitividad de los fabricantes alemanes y tiene como objetivo describir una producción dinámica que incorpora Tecnologías de la Información y Comunicaciones con el fin de facilitar una fabricación altamente personalizada [7]. Otros países han adoptado estas prácticas utilizando nombres diferentes, por ejemplo, en Estados Unidos, se estableció como "Asociación de fabricación avanzada", en Francia como "La Nouvelle France Industrielle" y en China como "Hecho en China 2025" [8].

Las fábricas que deciden adoptar prácticas asociadas a la cuarta revolución industrial requieren de la integración externa para en su implementación, incluida dentro de lo que se denomina "Integración digital de extremo a extremo" [8] [9], también la investigación de Tortorella [7] que concluye, con evidencia empírica de 147 manufactureras en Brasil, que los constructos de la Industria 4.0 en realidad moderan los efectos de las prácticas relacionadas con la participación de clientes y proveedores y que la implementación única de tecnologías de vanguardia no necesariamente conducirá a un mejor rendimiento.

Dalmarco & Barros [10], afirman, por un lado, que tecnologías de Industria 4.0 como la Realidad Virtual, la Realidad Aumentada o el Internet de las Cosas, incorporadas a la cadena de suministro, puede tener un impacto positivo en el desarrollo de nuevos productos, la comercialización de estos, la personalización masiva y el soporte postventa.

Además, la integración de clientes y proveedores en las fábricas que adoptan prácticas de Industria 4.0 presenta retos tecnológicos, en especial sobre las comunicaciones, que son la base de dicha integración y uno de los desafíos más importantes es que no existe todavía un estándar en la comunicación digital y tampoco un estándar sobre la seguridad informática de los medios y los contenidos [11]. Reconociendo la importancia de la estandarización, la Industria 4.0 evoluciona basada en dos importantes arquitecturas de referencia que han sido desarrolladas por la industria, a saber, Plattform Industrie 4.0 con el Modelo de Arquitectura de Referencia de la Industry 4.0 (RAMI 4.0) y el Industrial Internet Consortium con la Arquitectura de Referencia de Internet Industrial (IIRA), arquitecturas que están siendo estandarizadas por la Comisión Electrotécnica Internacional y el Grupo de Gestión de Objetos, respectivamente [12].

A pesar de los avances descritos en la adopción de la Industria 4.0, varios autores coinciden en afirmar que existe

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

una escasez de investigaciones que aborden la relación entre la cadena de suministro y el desarrollo de nuevos productos y el rendimiento. Por otro lado, Stentoft & Rajkumar [13], concluyen que la incorporación de tecnología asociadas a Industria 4.0 en la cadena de suministro contribuye de manera positiva y significativa en el desempeño operativo de las empresas, pero no son específicos sobre el proceso de desarrollo de nuevos productos. Dalmarco & Barros [10] hacen una descripción detallada de ocho tecnologías asociadas de Industrias 4.0 y su incorporación a la cadena de suministro, no obstante, no hay una propuesta de cómo integrar unas con otras para conseguir el mejor rendimiento en el proceso de fabricación de nuevos productos. Chauhan & Singh [6] afirman que no existe un enfoque unificado para medir y capturar el rendimiento real de una cadena de suministro digitalizada y que es necesario comprender el efecto potencial de la implementación de la Industria 4.0 en el rendimiento social de las empresas.

Todo lo anterior motiva para cerrar esta brecha de conocimiento, razón por la cual se realiza una búsqueda de la evidencia publicada disponible sobre el desarrollo de nuevos productos, la cadena de suministro y la Industria 4.0, las prácticas adoptadas y los retos enfrentados por las fábricas para mejorar su rendimiento mediante la creación de productos nuevos y los procesos de la gestión de la cadena de suministro en el contexto de la Industria 4.0.

Para cumplir con el objetivo y orientar el proceso de búsqueda de información y análisis, se formulan las siguientes preguntas de investigación:

P1. ¿Cuál es la tendencia en la investigación del desarrollo de nuevos productos, la gestión de la cadena de suministro y la industria 4.0 en términos de contexto de investigación, método de investigación, revista de publicaciones, etc.?

P2. ¿Cuál es el estado de la investigación sobre la integración de la gestión de la cadena de suministro y las industrias 4.0 para el desarrollo de nuevos productos en diferentes continentes / países?

P3. ¿Cuáles son los temas de investigación emergentes en el área de la integración de la gestión de la cadena de suministros las Industrias 4.0 y el desarrollo de nuevos productos?

P4. ¿Cuáles son las prácticas adoptadas por las fábricas que implementan tecnologías de Industrias 4.0 para desarrollar sus nuevos productos integrando a su gestión de la cadena de suministros y como esto impacta en el rendimiento?

P5. ¿Cuáles son los desafíos de la integración de la gestión de la cadena de suministros al proceso de desarrollo de nuevos productos que pueden aliviarse con las prácticas de Industrias 4.0 y que impactan en el rendimiento?

P6. ¿Qué áreas no han recibido mucha atención en el dominio de la Industria 4.0 y su integración con la gestión de la cadena de suministro?

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Desarrollo de nuevos productos.

De acuerdo con Krishnan & Ulrich [14], el desarrollo de productos se puede definir como la transformación de una

oportunidad de mercado, y un conjunto de supuestos sobre la tecnología del producto, en un producto disponible para la venta. Según Hamidzadeh et al. [15], el modelo para el proceso de desarrollo de nuevos productos ha sido ampliamente documentado, sin embargo, el más conocido es el propuesto por Booz et al. [16], también nombrado modelo BAH, que subyace a la mayoría de los otros sistemas de desarrollo de productos propuesto.

Las etapas del modelo son las siguientes: Estrategia de nuevo producto, Generación de ideas, Examen, Análisis comerciales, Desarrollo, Pruebas y Comercialización [15].

Según Cooper [4], en la industria, se estima que el 40 % de los nuevos productos falla en el lanzamiento, de entre 7 a 10 conceptos de nuevo producto, sólo uno es un éxito comercial y solamente el 13% de las empresas manifiestan que sus nuevos productos han tenido éxito comercial. Los factores más relevantes del éxito de estos productos están asociados a la información de la cliente incorporada en el diseño de los mismos Cooper [3]. Dos medidas importantes para el éxito de los nuevos productos son la satisfacción del cliente y la cuota de mercado que estos pueden alcanzar [17]. La capacidad de una empresa para sobrevivir en el mercado está asociada con su capacidad de innovar [2]. El uso, la provisión y seguridad de datos y sistemas, son parte de los requisitos de la era de la Industria 4.0 [18]

B. Gestión de la cadena de suministro

La Gestión de Cadena de Suministro puede definirse como “la integración de procesos de negocio desde los usuarios finales a través de los proveedores originales que suplen productos, servicios e información que agregan valor a los consumidores” [19]. Ballou citando a Mentzer et al. [20], define la Gestión de Cadena de Suministro como “la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministro con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministro como un todo.” (p. 5).

Mentzer et al. [20] identifica tres características en la Gestión de la Cadena de Suministro: 1. Un enfoque de sistemas que ve a la cadena de suministro como un todo y gestiona el flujo total del inventario desde el proveedor hasta el cliente final; 2. Una orientación estratégica hacia la cooperación para sincronizar y hacer converger las capacidades operativas y estratégicas intra-empresariales e inter-empresariales en un todo unificado; y 3. Un enfoque en el cliente para crear fuentes individuales de valor para este, que conduzcan, finalmente, a su satisfacción.

Cooper et al. [19], encuentra que las funciones o actividades que se manifiestan con mayor frecuencia en la Gestión de la Cadena de Suministro están asociadas a la integración de sistemas de información, planificación y control de actividades, cooperación de los miembros en áreas de investigación de mercado, promoción y recopilación de información de ventas, investigación y desarrollo, diseño de producto, y sistema total de análisis de valor. “Desarrollo de productos, manejo de operaciones, operaciones de manufactura y administración de servicio al cliente son

también incluidas en la implementación de la Gestión de la Cadena de Suministro en compañías de vanguardia [19]. En particular, sobre la relación entre el desarrollo de productos y la integración de clientes y proveedores, varios autores han encontrado una relación directa, positiva y de beneficio tripartito: la organización, los clientes y los proveedores [4] [1] [17] [21].

Con la cuarta revolución industrial, la Gestión de la Cadena de Suministro ha evolucionado, algunos autores hablan de Gestión de la Cadena de Suministro 4.0 [22] o Cadena de Suministro Digital [23]. Aunque el propósito de la Gestión de la Cadena de Suministro continúa centrado en la coordinación entre los requisitos del cliente y el flujo de materias de los proveedores, ..., la forma en que se materializa es diferente. Hofmann et al. [22], identifica algunas características claves: 1. Centrada en el cliente para diseñar, producir y comercializar productos individualizados utilizando tecnologías innovadoras como la fabricación aditiva; 2. Interconectada, colaborando en tiempo real, basándose en datos estandarizados y comunicándose a través de plataformas en red; 3. Automatizada para incrementar la eficiencia, basada en la automatización flexible de los procesos físicos y la robótica; 4. Transparente mediante tecnologías que permiten una mayor visibilidad de los diversos aspectos de la cadena de suministro, así como la trazabilidad de los productos; y 5. Proactiva ya que el análisis de datos se hace en tiempo real utilizando el aprendizaje automático e Inteligencia artificial por lo que la toma de decisiones se anticipan a las condiciones cambiantes y los eventos inesperados del entorno. De igual forma, otros investigadores lo enfocan desde cinco tendencias de integración de valor, entre las que destacan: Aumentar la integración de datos de los participantes de la cadena de suministro y la relacionada con los paquetes de producto/servicios tecnológicos [24]

C. *Industria 4.0*

El término Industria 4.0 surgió en el año de 2011 en Alemania, otras iniciativas similares surgieron en otros países, por ejemplo: Estados Unidos, se estableció como "Asociación de fabricación avanzada", en Francia como "La Nouvelle France Industrielle" y en China como "Hecho en China 2025" [8]. La expresión tiene como objetivo describir una producción dinámica que incorpora Tecnologías de la Información y Comunicaciones [7]. Aunque no existe una definición unificada para el término [25], hay acuerdo entre los investigadores que Industria 4.0 implica una combinación de fabricación inteligente, productos inteligentes e Internet de las cosas y tiene como objetivo proporcionar información en tiempo real sobre la producción, las máquinas y el flujo de componentes [6]. Otros autores utilizan "Fábrica inteligente" [26], "Cuarta revolución industrial", "Fabricación inteligente", "Internet industrial" o "Industria integrada" para referirse a esta tendencia [25].

Según Hofmann et al. [22], los componentes más relevantes de la iniciativa Industria 4.0 son: 1. Orientación de servicios basada en Sistemas ciber-físicos e Internet de servicios; 2. Sistemas ciber-físicos y sistemas multiagente que toman decisiones descentralizadas; 3. Interoperabilidad entre máquina y humano y virtualización de todos los recursos; 4. Capacidad de adaptación flexible a los requisitos

cambiantes (modularidad interdisciplinaria); 5. Algoritmos y tecnologías de big data generados en tiempo real (capacidad en tiempo real); 6. Optimización de procesos debido a la automatización flexible; 7. Integración de datos entre disciplinas y a lo largo del ciclo de vida y 8. Acceso a datos almacenados de forma segura en una nube o almacenamiento de datos distribuidos (por ejemplo, blockchain).

Desde el punto de vista organizacional, Industrias 4.0 implica también una integración horizontal a través de redes de comunicación que facilite la cooperación y una integración vertical de los subsistemas de la fábrica para crear sistemas adaptables [26].

Para ser competitivos en un entorno empresarial Industria 4.0, las industrias no pueden ser organizaciones independientes. Los proveedores y clientes son ahora una parte activa del proceso de producción [10]. Investigaciones como la de Tortorella et al. [27], confirman que las tecnologías de la Industria 4.0 pueden catalizar los procesos de fabricación ya establecidos y las actividades asociadas al desarrollo de productos/servicios demostrando que la Industria 4.0 modera el efecto de las prácticas de producción esbelta en la mejora del rendimiento operativo [27].

D. *Rendimiento*

Según Agami et al. [28], se puede definir la medición del rendimiento como el proceso de cuantificar la eficiencia y efectividad de una acción. La eficiencia mide la forma económica de utilizar los recursos de una organización para lograr un nivel predeterminado de satisfacción del cliente, mientras que la eficacia es la medida en que se cumplen los requisitos del cliente.

La medición del rendimiento es un aspecto importante para la gestión de la cadena de suministro y un sistema que realice esta función debe caracterizarse por ser inclusivo, universal, medible y consistente [28]. Según Radanliev [23] el modelo SCOR es el sistema más avanzado porque es aplicable a la industria y ha evolucionado gracias su retroalimentación.

Nguyen et al. [17] afirma que la colaboración en la cadena de suministro puede mejorar la ventaja colaborativa y aumentar el rendimiento de la empresa. Muchos trabajos de investigación han encontrado que la integración de clientes y proveedores puede mejorar directamente el rendimiento de una organización [1]. El rendimiento del producto es uno de los indicadores asociados al rendimiento de la industria y según Sun et al. [21], este se puede medir a través de tres dimensiones: calidad y confiabilidad, momento de ingreso al mercado y la innovación del producto. Lau [1] propone como dimensiones: la satisfacción del cliente, el logro de las metas de ventas/utilidades y la rentabilidad de los productos de la organización.

Con la llegada de la cuarta revolución industrial y sus nuevas tecnologías, las empresas pueden ofrecer una respuesta rápida y rentable al mejorar la flexibilidad. Esta condición genera un mejor rendimiento en términos de productividad, costos, calidad, sostenibilidad, capacidad de respuesta y esbeltez [6]. Radanliev [23] propone que la flexibilidad y la viabilidad deben incluirse como medidas de rendimiento considerando una demanda de mercado incierta y el desarrollo continuo de nuevos productos. Acevedo Amaya et al. [8] afirma que la Industria 4.0 se mide con el

nivel y rendimiento de la interconexión o interconectividad, la interoperabilidad, la empresa, la virtualización y adquisición de servicios de computación en la nube.

E. Proposición y modelo de relaciones

Una vez conceptualizadas las variables y los hallazgos en estudios anteriores, [22] [1] [7] [27], es posible proponer un modelo general multivariable así: La gestión de la cadena de suministro y el desarrollo de nuevos productos tiene una relación directa y positiva con el Rendimiento. La Industria 4.0 tiene un componente de relación directa y positiva con el Rendimiento, y un componente indirecto y positivo con este, a través de la gestión de la cadena de suministro y el desarrollo de nuevos productos. En la Figura 1 se muestra un modelo de relaciones que surge de los conceptos estudiados.

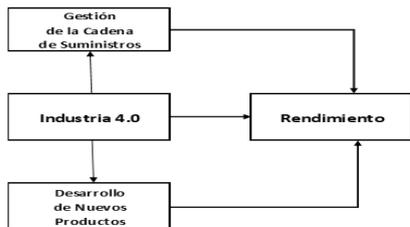


Figura 1 - Modelo conceptual mostrando la relación entre variables Adaptado de [27]

III. METODOLOGÍA

F. Identificación de artículos.

Para realizar la búsqueda del conocimiento asociado a las variables estudiadas se utilizó una revisión sistemática de literatura con el enfoque propuesto por Tranfield et al. [29], que consiste básicamente de tres etapas: Planificación, Realización y Reporte. Durante la etapa de planificación, primero, se definieron las bases de datos en las que se buscaron las publicaciones: ProQuest, Science Direct, WordWideScience, Springer, Emerald. Luego se definió la cadena y filtros que se usarían en los motores de búsqueda de dichas bases de datos, según se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1. CADENA DE BÚSQUEDA

Cadena ecuación booleana	("new product development" OR "development of new product" OR "new product design" OR "new product manufacture") AND ("industry 4.0" OR "fourth industrial revolution" OR "4 th industrial revolution") AND "supply chain management"
--------------------------	--

G. Identificación de artículos.

Como parte de la etapa de Planificación, se definieron los criterios de Exclusión – Inclusión de artículos utilizando como base la propuesta de Liao et al. [9]. Estos criterios se resumen en la Tabla 2:

TABLA 2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN

I/E	Criterio	ID	Explicación
Exclusión	Idioma	E-I	No esté escrito en idioma inglés.
	Período	E-P	Publicados fuera del período enero del 2010 y noviembre del 2020.
	Revista indexada	E-RI	Publicados en revistas no indexadas en Scimago 2019 o cuyo cuartil sea menor Q3 o Q4.
	No relacionado	E-NR1	No sean artículos académicos. Ejemplo: Editoriales, artículos de conferencias, resúmenes o libros.

I/E	Criterio	ID	Explicación
	Poco relacionado		No se enfoca en una revisión, encuesta, discusión o solución de un problema asociado a las variables de este estudio.
		E-PR1	Cualquiera de los tres conceptos se utilice solamente como referencia para futuras investigaciones.
		E-PR2	Cualquiera de los tres conceptos se utilice solamente como una cita
Inclusión	Medianamente relacionado	I-MR1	Abordan la relación entre las variables de este estudio
		I-MR2	Abordan la relación entre I4.0 y GCS desde la perspectiva del DNP.
		I-MR3	Abordan otras relaciones que incluyen DNP, GCS e I4.0
	Bastante Relacionados	I-BR	Objetivo explícito sea el estudio de la relación entre el DNP con la GCS y la I4.0 o cuyo contenido aborde dicha relación.

H. Identificación de artículos.

En la etapa de Realización se ejecutó la búsqueda en las bases de datos aplicando los filtros de idioma y período para asegurar los dos primeros criterios de exclusión (E-I, E-P). De esta búsqueda resultaron 580 artículos. Luego de remover los duplicados, el número se redujo a 475. Una vez que se aplicaron los criterios de exclusión e inclusión restantes, el número de artículos para análisis resultó ser 165.

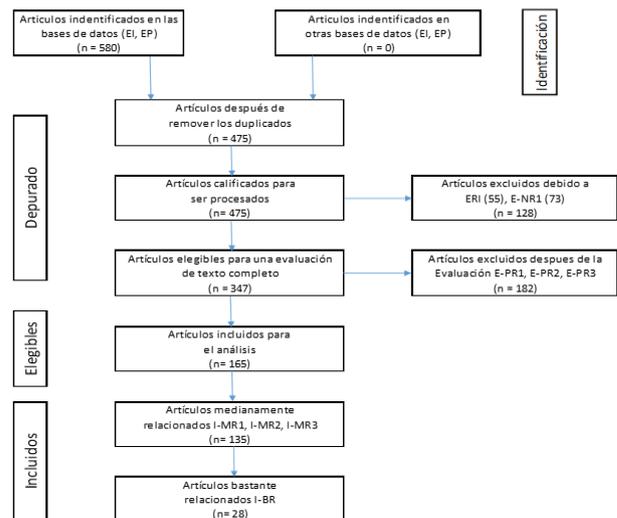


Figura 2 – Proceso de selección de artículos

Estos artículos se examinaron a texto completo y se identificaron 28 que resultaron estar bastante relacionados con el tema de investigación (I-BR), aunque ninguno cuyo objetivo explícito fuera el estudio de la relación entre el Desarrollo de Nuevos Productos y la Gestión de la Cadena de Suministro bajo la óptica de Industrias 4.0. La Figura 2 muestra el proceso de selección y la cantidad de artículos revisados considerando a Liao et al. [9]

Los 28 artículos escogidos después del último paso, en el proceso de selección, se muestran en la Tabla 3.

TABLA 3 – ARTÍCULOS SELECCIONADOS

Título	Año
Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management, (Kache & Seuring)	2017
Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains. (Haddud et al.)	
Fundamental Theories and Key Technologies for Smart and Optimal Manufacturing in the Process Industry, (Qian et al.)	
Management science in the era of smart consumer products: challenges and research perspectives, (Dawid et al.)	2018
Cloud computing in manufacturing: The next industrial revolution in Malaysia? (Ooi et al.)	
An examination of product development approaches within demand driven chains, (Ganji et al.)	2019
Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal, (Nascimento et al.)	
Additive manufacturing: empirical evidence for supply chain integration and performance from the automotive industry, (Delic et al.)	
An Exploration and Confirmation of the Factors Influencing Adoption of IoT-Based Wearable Fitness Trackers, (Kao et al.)	2019
Backshoring strategy and the adoption of Industry 4.0: Evidence from Europe, (Ancarani et al.)	
Business analytics in manufacturing: Current trends, challenges and pathway to market leadership, (Omar et al.)	
Development and operation of Digital Twins for technical systems and services, (Stark et al)	
A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements, (Manavalan & Jayakrishna)	
Supply chain flexibility and mass personalization: a systematic literature review, (Novais et al.)	2020
A hybrid intelligence approach for sustainable service innovation of smart and connected product: A case study, (Bu et al.)	
Achieving a sustainable shipbuilding supply chain under I4.0 perspective, (Ramirez-Peña et al.)	
Cross-disciplinary innovations by Taiwanese manufacturing SMEs in the context of Industry 4.0, (Chen)	
A performance measurement system for industry 4.0 enabled smart manufacturing system in SMMEs- A review and empirical investigation, (Kamble et al.)	
Economic sustainability of additive manufacturing Contextual factors driving its performance in rapid prototyping (Niaki et al.)	
How do partners benefit from IT use in supply-chain management: An empirical study of taiwan's bicycle industry, (Li et al.)	
Impact of Advanced Manufacturing Technologies on Green Innovation, (Palčić & Prester)	
Implementation of digital manufacturing technologies: Antecedents and consequences, (Gillani et al.)	
Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry, (Narula et al.)	
The effect of additive manufacturing adoption on supply chain flexibility and performance: An empirical analysis from the automotive industry, (Delic & Eyers)	
Impact Assessment of Additive Manufacturing on Sustainable Business Models in Industry 4.0 Context (Godina et al.)	
A Product/Service System Design Schema: Application to Big Data Analytics (Sakao et al.)	
Literature review of Industry 4.0 and related technologies, (Oztemel & Gursev)	
The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains, (Ghadge et al.)	

IV. RESULTADOS

Esta sección busca responder las preguntas de investigación a través de un análisis individual de los artículos seleccionados. La primera pregunta implicó una búsqueda de las tendencias de la investigación existente sobre el desarrollo de nuevos productos, la gestión de la cadena de suministro y la Industria 4.0, por ejemplo, el número de estudios, fecha de publicación, ubicación geográfica (país) e investigación metodológica, que clasificó los artículos seleccionados en cinco categorías: estudio cuantitativo, estudio cualitativo, estudio descriptivo, caso de estudio y revisión de literatura.

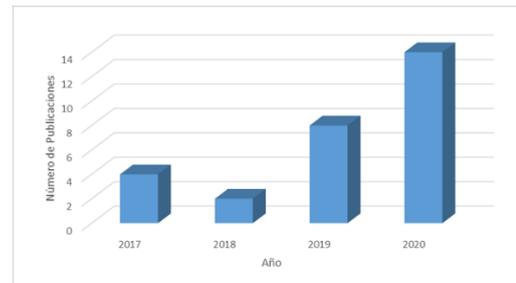


Figura 3 - Número de publicaciones distribuidas por año

La Figura 3 muestra una producción creciente de artículos que abordan la relación entre las tres variables estudiadas; el 50% de las publicaciones se hicieron en 2020. Los artículos previos a 2017 no estudian de manera simultánea esta relación. Es importante destacar que el año de 2020 únicamente incluye los artículos publicados hasta octubre.

En cuanto al número de artículos publicados en revistas científicas, se encontró que Journal of Manufacturing Technology Management (Emerald Group) es la que presenta una mayor contribución con 5 artículos seguido de la revista Sustainability (MDPI AG) e International Journal of Production Economics (Elsevier) con 4 y 3 artículos respectivamente. Esto evidencia la importancia de los temas asociados al desarrollo de nuevos productos, la gestión de la cadena de suministro y la Industria 4.0, tanto en revistas de pago como de acceso abierto. El 74% de las revistas se enfocan en temas especializados relacionados con la industria y la manufactura, un 16% cubren temas de negocio y economía y un 11% publican temas relacionados con la sostenibilidad y el medioambiente. Esto evidencia que a pesar de que las variables se asocian principalmente a la industria, ya se están estudiando desde otras perspectivas, como ser la ambiental. La Figura 4 muestra la distribución de publicaciones por revista.

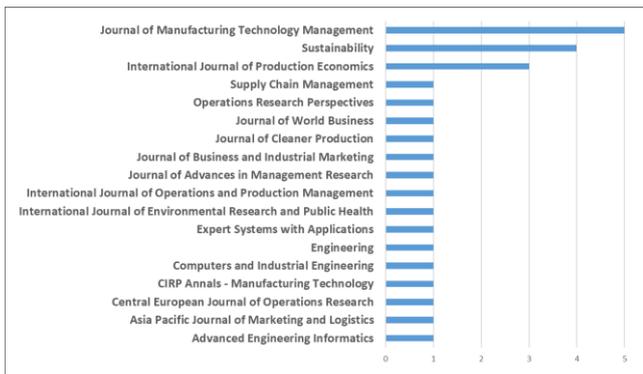


Figura 4 - Número de publicaciones por revista

En cuanto a los métodos de investigación, la Figura 5 muestra cómo se distribuyen las 28 publicaciones. Es importante destacar que de los 12 artículos que estudian la relación entre las variables utilizando métodos cuantitativos, nueve se publicaron entre 2019 y 2020, lo que implica un crecimiento importante de este tipo de estudios en este último período.

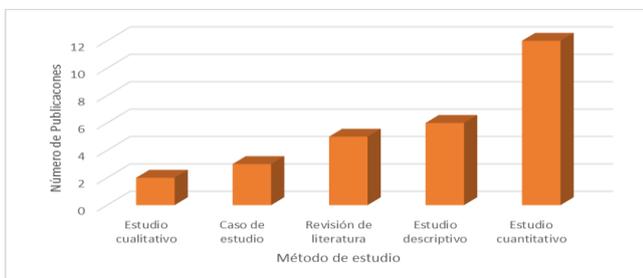


Figura 5 - Número de publicaciones por método de investigación

Otra característica importante de estos 12 artículos es que siete están asociados específicamente a tecnologías de la Industria 4.0, cuatro de ellos cubren temas sobre manufactura aditiva, dos sobre internet de las cosas y uno sobre computación en la nube.

Con relación a la segunda pregunta de investigación Alemania aparece en primer lugar con 3 publicaciones, seguido de Taiwán, Reino Unido, India, España, Croacia y China con 2 artículos y el resto de los países con un artículo cada uno. Muchos de los países listados son también países altamente industrializados, sin embargo, se destaca el hecho de que únicamente se encontró un artículo cuya afiliación de autor es Estados Unidos y solamente Brasil aparece como país representativo de América Latina.

Para responder la tercera pregunta de investigación se realizó un análisis de las palabras clave en los artículos seleccionados utilizando funciones de manejo de texto en Excel. La Tabla 4 muestra una lista de las 10 palabras claves que aparecen con mayor frecuencia en los artículos seleccionados para el estudio. Tanto “Industrias 4.0” como 4 de sus tecnologías o conceptos asociados, aparecen dentro de estas 10 palabras claves más frecuentes. También aparecen en la lista “Gestión de la cadena de suministro”, “Rendimiento de la empresa” e “Industria automotriz”. Lo anterior evidencia que el enfoque desde el cual se aborda la relación entre las variables es el de la cuarta revolución industrial.

Cabe notar que la variable “desarrollo de nuevos productos” no aparece entre las palabras clave más frecuentes ya que la tendencia es abordarla desde la perspectiva de una de las tecnologías de Industrias 4.0 como la Manufactura aditiva o el Internet de las cosas.

TABLA 4 – LAS 10 PALABRAS CLAVES CON MAYOR FRECUENCIA

Palabra Clave	Utilizados palabras claves
Industry 4.0	13
Additive manufacturing, internet of things (IoT), Supply chain management	4
Automotive industry, Firm performance, Systematic literature review	3
3D printing, Advance manufacturing technology, Big data	2

La Tabla 5 muestra los temas derivados de las palabras clave.

TABLA 5 – TEMAS DERIVADOS PALABRAS CLAVE

Tema	Número de Palabras Claves asociadas
Tecnología asociada a Industria 4.0	30
Gestión de la Cadena de Suministro	19
Industria 4.0	20
Modelos de Negocio	16
Metodologías	15
Manufactura	13
Sustentabilidad/Ambiente	12
Desempeño	11
Desarrollo de Nuevos Productos	8
Otros temas	10

De la revisión a fondo de la literatura, emergen seis temas desde los cuales se aborda la relación entre la gestión de la cadena de suministro, el desarrollo de nuevos productos, la Industria 4.0 y el desempeño de la organización. Estos temas emergentes son: Desempeño de la organización, Negocios sostenibles, Organizaciones verdes, Pequeñas y medianas empresas, Innovación de productos/servicios y procesos e Implementación de Industrias 4.0. La Tabla 6 muestra los temas, sus tópicos clave y los artículos asociados.

1. Desafíos en la integración que pueden resolverse con Industrias 4.0

La integración de proveedores y clientes en la gestión de la cadena de suministro de la fábrica es uno de los desafíos más grandes que pueden resolverse con aplicaciones de Industrias 4.0; procesos como el de innovación, diseño y desarrollo de productos, integra a clientes y proveedores a través del Internet de las cosas y la computación en la nube que permiten la comunicación, el intercambio de especificaciones y datos, la cooperación entre diseñadores, fabricantes y clientes, todo en tiempo real.

La planificación de la demanda es otro de los desafíos que el Internet de las cosas, la computación en la nube y el análisis de macrodatos puede enfrentar [30], al disponer de información en tiempo real de los inventarios, a través de sistemas RFID, y de los clientes a través de redes sociales o de los mismos productos (productos inteligentes). El tercer desafío que se identificó en la literatura es el diseño y fabricación de productos ecológicos que utilicen materias primas renovables y que puedan ser recuperados al final de

su vida útil a través de una cadena de suministro de ciclo cerrado [31]. En este sentido, las aplicaciones web y la fabricación aditiva pueden ser utilizadas para identificar, localizar y reutilizar residuos que puedan ser procesados por las fábricas [32]. Es importante destacar que, aunque la innovación ecológica como tal no genere mayores rendimientos financieros, si impacta positivamente en la ventaja competitiva de la organización a través de su imagen [33].

TABLA 6 – TEMAS EMERGENTES DERIVADOS DEL ANÁLISIS DE LA LITERATURA

Tema	Tópicos clave	Artículos
Desempeño de la organización	Desempeño operacional y financiero, competitividad, backshoring, tecnologías de industrias 4.0 (Fabricación aditiva, IoT, Computación en la nube), tecnología de fabricación digital, Cadena de suministro flexible, personalización masiva.	Delic et al. (2019), Ancarani et al. (2019), Ooi et al. (2018), Li et al. (2020), Gillani et al. (2020), Novais et al. (2019), Delic & Evers (2020)
Negocio sostenible	Modelo de negocio, toma de decisiones, Desarrollo sostenible, prácticas ambientales, tecnologías de Industrias 4.0 (IoT, Manufactura aditiva).	Bu et al. (2020), Ramirez-Peña et al. (2020), Ganji et al. (2018), Niaki et al. (2020), Godina et al. (2020)
Organizaciones verdes	Economía circular, operaciones verdes, innovación verde, producción sostenible, cadena de suministro de ciclo cerrado, Tecnologías de Industrias 4.0 (Manufactura aditiva, IoT).	Manavalan & Jayakrishna (2019), Nascimento et al. (2019), Palčić & Prester (2020)
Pequeñas y Medianas industrias	Transformación digital, recursos limitados, medición del rendimiento, Inversión, modelo estratégico, internacionalización.	Kamble et al. (2020), Chen (2020)
Innovación de Productos/servicios y procesos	Tecnologías de industrias 4.0 (IoT, Big Data, Digital Twins, Realidad Aumentada), manufactura inteligente, productos y servicios inteligentes, personalización, comercialización, innovación.	Sakao et al. (2020), Kao et al. (2019), Omar et al. (2019), Stark et al. (2019), Dawid et al. (2017)
Implementación de Industria 4.0	Retos, oportunidades, modelos de madurez, digitalización y gestión de la información, fabricación inteligente y tecnologías de la Industria 4.0.	Kache & Seuring (2017), Haddud et al. (2017), Qian et al. (2017), Narula et al. (2020), Oztemel & Gursev (2020), Ghadge et al. (2020)

J. Temas poco investigados

Durante esta revisión de literatura se ha podido identificar la falta de investigación sobre las estrategias y procedimientos para la implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 en las fábricas y la mejor manera de integrarlas a la gestión de la cadena de suministro y el desarrollo de nuevos productos, en especial a los procesos integración externa. Algunos de los desafíos en este campo y que requieren atención están relacionados con la normativa

legal, patentes, propiedad intelectual y políticas de apoyo gubernamentales [34] temas de infraestructura informática como estandarización de interfaces (hardware y software) y la seguridad de la información [35]. Novais et al. [36] identifica oportunidades de investigación en temas relacionados con la Industria 4.0, la flexibilidad de la cadena de suministro y la personalización masiva también hace énfasis en la necesidad de más investigaciones empíricas. En el campo de las pequeñas y medianas empresas existe una gran oportunidad para ampliar las investigaciones, en especial temas relacionados con estrategias y beneficios de la implementación de Industrias 4.0, sistemas de redes colaborativas y nuevos modelos de negocio [37].

Los temas asociados implementación de Sistemas de manufactura inteligente y su relación con la cultura organizacional o su efecto en el desempeño del recurso humano han sido poco estudiados [38]. La investigación sobre la Industria 4.0 y su relación con áreas del conocimiento como la sostenibilidad ambiental y la ética empresarial en el proceso de desarrollo de nuevos productos y en la gestión de una cadena de suministro de ciclo cerrado también es escasa [30] [34].

V. CONSIDERACIONES FINALES

K. Discusión

• Desempeño de la organización

La implementación de nuevas tecnologías soportadas por las competencias tecnológicas de la empresa tiene un impacto positivo en el rendimiento de la empresa [39] [40]. Las tecnologías de manufactura digital mejoran el rendimiento de operativo de las industrias, la fabricación aditiva mejora la calidad de diseño del producto, la adopción de fábricas inteligentes mejora el intercambio de información en tiempo real y este a su vez tiene un impacto en la precisión del sistema de producción, la calidad y conformidad del producto [39]. La computación en la nube mejorara la coordinación con las diversas partes interesadas, lo que permite una movilización más rápida y un aumento en la velocidad de las comunicaciones comerciales [40]. La adopción de estas tecnologías de integración de datos puede aumentar la colaboración, la respuesta a los cambios del entorno y la flexibilidad en los procesos de producción a lo largo de la cadena de suministro [36]. Novais et al. [36] afirma que el co-diseño de productos permite explorar el equilibrio entre la flexibilidad de la oferta y la demanda y proporciona una ventaja competitiva sostenida que puede ejercer un valor estratégico y financiero significativo. De forma similar, [41] y [42] encuentran que la adopción de la fabricación aditiva afecta positivamente la flexibilidad y el desempeño de la cadena de suministro automotriz y, en consecuencia, el rendimiento de la empresa. En este sentido, Li et al. [43] concluye en que el uso de las tecnologías de la información tiene un impacto positivo en las capacidades de la cadena de suministro, que posteriormente se vincula con un efecto positivo en el rendimiento operativo y el rendimiento financiero para los socios de la cadena de suministro completa. Sin embargo, las nuevas tecnologías por si solas no generan beneficios y requieren estar acompañadas de factores organizacionales complementarios [43], ejemplo, desarrollo de competencias digitales de los colaboradores [44].

Ancarani et al. [44] en su estudio sobre las empresas europeas que han implementado backshoring, no encuentran evidencia de que este haya sido apoyado en las nuevas tecnologías, sin embargo, afirman que la Industria 4.0 “parece estar brindando oportunidades para aumentar la productividad y abordar los problemas de rendimiento (calidad) del producto”.

- *Innovación de Productos/servicios y procesos*

Tecnologías como la Realidad Aumentada y el Análisis de macrodatos sobre la interacción con los clientes no se limitan a la creación conjunta de productos o a la innovación abierta, también mejora el desarrollo de productos [45]. La creación rápida de prototipos reduce el tiempo de comercialización, lo que está asociado con ahorros en el desarrollo de nuevos productos y un mejor rendimiento operativo y comercial [45]. Sakao & Neramballi [46] también encontraron que el análisis de macrodatos tiene una influencia positiva en el desarrollo de nuevos productos y su rendimiento, así como en el rendimiento de la empresa a través de una mejor predicción de la demanda.

Las tecnologías de Industrias 4.0 también se integran en los nuevos productos, creando productos inteligentes o productos conectados [46], esta nueva categoría de productos requiere un proceso de desarrollo nuevo. La recopilación de datos de uso en tiempo real a través del Internet de las cosas y la iteración con otros usuarios a través del internet implica un cambio en la gestión de la cadena de suministro, tanto en la cooperación que se requiere de diferentes industrias en los nuevos procesos de investigación y desarrollo, como en su fabricación [47]. Los procesos de mercadeo y ventas también deben evolucionar para los productos conectados pues según [48], la expectativa de rendimiento de estos productos está positivamente correlacionada con su integración a una red que genere valor agregado al usuario. Los productos inteligentes brindan a las organizaciones nuevas oportunidades en términos de competencia de mercado y rentabilidad ya que permiten agregar nuevas ofertas de servicios asociados a dicho productos y a la vez desarrollar modelos de facturación innovadores [47].

- *Implementación de Industria 4.0*

La cuarta revolución industrial implica un paradigma en la fabricación, pasando de un modelo centralizado a uno descentralizado, en la que sus tecnologías ayudan a reducir inventarios, mejoran la trazabilidad, la transparencia y la rentabilidad de la organización [49]. Al incorporar tecnologías de la Industria 4.0 a la red de la cadena de suministro es posible producir una mejora significativa en su rendimiento con respecto a los costos, al inventario y al servicio al cliente. Etiquetas RFID, Internet de las cosas y Computación en la nube permiten contar con inventarios optimizados, lo que reduce los costos y asegura el cumplimiento de pedidos a los clientes [50]. La computación en la nube protege la información y brinda acceso a la información en cualquier lugar y cualquier momento, ampliando así el área de trabajo [51]. La realidad aumentada combinada con el Internet de las cosas y el Análisis de macrodatos permiten una gestión de la demanda basada en datos confiables, personalizada y en tiempo real, mejorando de esta forma el rendimiento de la cadena de suministro [52]

[49]. Haddud et al. [52] propone una relación positiva entre el uso del Internet de las cosas y el rendimiento de la cadena de suministro en factores como una mayor flexibilidad en el sistema de producción, un mejor intercambio de información y una reacción predictiva a los desafíos del mercado, lo que finalmente conduce a una mejora en el rendimiento de la organización. Kache & Seuring [35] concluye de manera similar, haciendo énfasis en que el intercambio de información entre los miembros de la cadena de suministro impulsado por el Internet de las cosas y los macrodatos está asociado con una mayor visibilidad y transparencia, optimizando la Gestión de la cadena de suministro y su rendimiento.

A pesar de las ventajas que ofrece Industrias 4.0, su implementación requiere una transformación de la cultura organizacional, transformar las estructuras de red y las prácticas de la gestión de la cadena de suministro [50]. En cuanto a la producción, según Qian et al. [53] un reto desafío es realizar la intelectualización del equipo en el proceso de fabricación, la intelectualización adaptativa del flujo de fabricación, el modo de funcionamiento y la forma de gestión, que apunta a maximizar los beneficios económicos y sociales. Otros desafíos en la implementación de Industrias 4.0 son las capacidades de infraestructura de Tecnologías de la Información, la seguridad informática y cibernética, la gestión del talento y el recurso humano, la gobernanza y el cumplimiento, la colaboración e integración, el alineamiento estratégico y comercial [35].

VI. CONCLUSIONES

Habiéndose llevado a cabo la revisión sistemática de literatura en cinco bases de datos con el propósito de investigar la relación de la gestión de la cadena de suministro, el desarrollo de nuevos productos, y la integración de tecnologías de Industria 4.0 que mejoren el rendimiento de las organizaciones. Utilizando un conjunto de palabras clave que resultó en 580 artículos. Luego de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 28 artículos que fueron analizados en profundidad.

Los resultados indican un incremento en el número de artículos a partir de 2017 y especialmente en 2020 año en el que se publicaron la mitad de los trabajos, en su mayoría en revistas especializadas en temas de la industria y la manufactura. De los 28 artículos estudiados 12 estudian variables utilizando métodos cuantitativos. En esta muestra, Alemania es el país aparece con el mayor número de publicaciones seguido de Taiwán, Reino Unido, Portugal, India, España, Croacia y China.

Con el propósito de identificar los temas destacados en los artículos se realizó un análisis de las palabras clave, encontrando que Industria 4.0 y cinco de sus tecnologías aparecen con mayor frecuencia, lo que refleja el enfoque preferente de las publicaciones. Otros temas identificados este proceso están relacionados con sustentabilidad y cuidado del ambiente. Del análisis a profundidad de los artículos fue posible agruparlos en seis temas emergentes: Desempeño de la organización, Negocio sostenible, Organizaciones verdes, Pequeñas y Medianas industrias, Innovación de

Productos/servicios y procesos, e Implementación de Industria 4.0. Los autores coinciden en que las tecnologías asociadas a Industrias 4.0 contribuyen al rendimiento de las organizaciones a través de la mejora en la integración de clientes y proveedores en los procesos de la gestión de la cadena de suministro a la vez que hace más eficiente el desarrollo de nuevos productos. Tecnologías como el internet de las cosas, la computación en la nube y el análisis de macrodatos permiten compartir información y una colaboración más efectiva entre los participantes de la cadena de suministro, también una gestión más eficiente de los inventarios y mejora en los procesos de logística. Otras tecnologías como la realidad virtual, la manufactura aditiva y los gemelos digitales hacen más eficiente el desarrollo de nuevos productos generando ahorros en la fabricación y un menor tiempo de llegada al mercado. Aún más, aplicaciones como el internet de las cosas se incorporan a los productos para crear productos inteligentes que agregan valor al cliente ofreciendo, además, información y servicios. El internet de las cosas, la fabricación aditiva y las aplicaciones en la web permite a los fabricantes el desarrollo cadenas de suministro de ciclo cerrado y la creación de productos ecológicos.

Esta revisión también permitió identificar algunos temas relacionados con la incorporación de la Industria 4.0 a los procesos de gestión de la cadena de suministro y el desarrollo de nuevos productos que requirieron más atención por parte de los investigadores, entre ellos, la normativa legal, patentes propiedad intelectual y políticas gubernamentales asociadas regulan y protegen la información compartida entre los interesados en la cadena de suministro. La seguridad informática, y la estandarización de interfaces también podrían aportar más a este desafío. Con relación al impacto de la Industria 4.0 en las pequeñas y medianas industrias manufactureras aún hace falta mayor investigación, en especial las que se asocian con los beneficios y las estrategias de implementación, sistemas de redes colaborativas y nuevos modelos de negocio. El efecto de la incorporación de los sistemas de fabricación inteligentes en el desempeño del recurso humano y la gestión del talento son también temas que deben abordarse con más énfasis. La investigación de la Industria 4.0 en las áreas del conocimiento como la sostenibilidad ambiental y la ética empresarial también es escasa.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Lau, E. Tang y R. Yam, «Effects of Supplier and Customer Integration on Product Innovation and Performance: Empirical Evidence in Hong Kong Manufacturers,» *Journal of Product Innovation Management*, p. 761–777, 2010.
- [2] P. Hilletoft, E. Reitsma y D. Eriksson, «Coordination of New Product Development and Supply Chain Management,» de *Innovation and Supply Chain Management Relationship, Collaboration and Strategies*, Cham, Switzerland, Springer, 2018, pp. 33-50.
- [3] R. G. Cooper, «New Products - What Separates the Winners from the Losers and What Drives Success,» de *The PDMA Handbook of New Product Development*, Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2013, pp. 3-34.
- [4] R. G. Cooper, «The drivers of success in new-product development,» *Industrial Marketing Management*, pp. 36-47, 2019.
- [5] G. Tortorella y D. Fettermann, «Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies,» *International Journal of Production Research*, vol. 56, n° 8, 2017.
- [6] C. Chauhan y A. Singh, «A review of Industry 4.0 in supply chain management studies,» *Journal of Manufacturing Technology Management*, pp. 1-24, 2019.
- [7] G. Tortorella, A. Cawley, R. Miorando y R. Sawhney, «The role of Industry 4.0 on the association between customers' and suppliers' involvement and performance improvement,» de *Industri 4.0 Challenges, Trends, and Solutions in Management and Engineering*, Boca Ratón, FL, Taylor & Francis Group, 2020, pp. 133-159.
- [8] M. Acevedo, C. Ortega-Jiménez, J. Machuca y R. Alfalla-Luque, «Industry 4.0: current trend and future scope for further research in High Performance Manufacturing,» *18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 2020.
- [9] Y. Liao, F. Deschamps, E. Rocha y L. Pierin, «Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal,» *International Journal of Production Research*, pp. 1-21, 2017.
- [10] G. Dalmarco y A. Barros, «Adoption of Industry 4.0 Technologies in Supply Chains,» de *Innovation and Supply Chain Management Relationship, Collaboration and Strategies*, Cham, Switzerland, Springer, 2018, pp. 303-320.
- [11] K.-I. Voigt, J. Müller, J. Veile y M.-C. Schmidt, «Sharing Information Across Company Borders in Industry 4.0,» *Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management*, pp. 57-85, 2019.
- [12] M. Yli-Ojanperä, S. Sierla, N. Papakonstantinou y V. Vyatkin, «Adapting an Agile Manufacturing Concept to the Reference Architecture Model Industry 4.0,» *Journal of Industrial Information Integration*, 2019.
- [13] J. Stentoft y C. Rajkumar, «Does Supply Chain Innovation Pay Off?,» de *Innovation and Supply Chain Management Relationship, Collaboration and Strategies*, Cham, Switzerland, Springer, 2018, pp. 237-256.
- [14] V. Krishnan y K. Ulrich, «Product Development Decisions: a Review of the Literature,» *Management Science*, pp. 1-21, 2001.
- [15] M. Hamidzadeh, M. Hoseini, M. Akhavan y H. Shojaeefard, «A New Consideration on New Product Development Models,» *International Journal of Automotive Engineering*, pp. 2666-2671, 2018.
- [16] E. Booz, J. Allen y C. Hamilton, *New product management for the 1980's*, New York: Booz, Allen & Hamilton, Inc., 1982.
- [17] H. Nguyen, H. Nguyen, H. Nguyen, A. Phan y Y. Matsui, «Empirical study on the role of collaboration in new product development in manufacturing companies,» *International Journal for Quality Research*, pp. 363-384, 2018.
- [18] B. Patil, M. Kulkarni y P. Rao, «New Product Development (NPD) Process in the Context of Industry 4.0,» de *IEEE IEEM*, Macao, China, 2019.
- [19] M. Cooper, D. Lambert y J. Pagh, «Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics,» *The International Journal of Logistics Management*, pp. 1-14, 1997.
- [20] J. Mentzer, W. DeWitt, J. Keebler, S. Min, N. Nix, C. Smith y Z. Zacharia, «Defining Supply Chain Management,» *Journal of Business Logistics*, pp. 1-25, 2001.
- [21] H. Sun, H. Yau y E. Ming, «The Simultaneous Impact of Supplier and Customer Involvement on New Product Performance,» *Journal of Technology Management & Innovation*, pp. 70-82, 2010.
- [22] E. Hofmann, H. Sternberg, H. Chen, A. Pflaum y G. Prockl, «Supply chain management and Industry 4.0: conducting research in the digital age,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, pp. 945-955, 2019.
- [23] P. Radanliev, «Digital Supply Chains for Industry 4.0, Taxonomy of Approaches,» Research Centre, Oxford University, Oxford, UK, 2019.

- [24] G. Culot, G. Orzes y M. Sartor, «Integration and Scale in the Context of Industry 4.0: The Evolving Shapes of Manufacturing Value Chains,» *IEEE Engineering Management Review*, vol. 47, n° 1, pp. 45-51, 2019.
- [25] E. Hofmann y M. Rüsich, «Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics,» *Computers in Industry*, pp. 23-34, 2017.
- [26] L. Barreto, A. Amaral y T. Pereira, «Industry 4.0 implication in logistics: an overview,» *Manufacturing Engineering Society International Conference*, p. 1245-1252, 2017.
- [27] G. L. Tortorella, R. Giglio y D. H. van Dun, «Industry 4.0 adoption as a moderator of the impact of lean production practices on operational performance improvement,» *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 39, pp. 860-886, 2019.
- [28] N. Agami, M. Saleh y M. Rasmy, «Supply Chain Performance Measurement Approaches: Review and Classification,» *Journal of Organizational Management Studies*, vol. 2012, 2012.
- [29] D. Tranfield, D. Denyer y P. Smart, «Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review* Introduction: the need for an evidence-informed approach.,» *British Journal of Management*, n° 14, p. 207-222, 2003.
- [30] E. N. Ganji, S. Shah y A. Coutroubis, «An examination of product development approaches within demand driven chains,» *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, vol. 30, n° 5, p. 1183-1199, 2018.
- [31] E. Manavalan y K. Jayakrishna, «A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements,» *Computers and Industrial Engineering*, vol. 127, p. 925-953, 2019.
- [32] D. L. M. Nascimento, V. Alencastro, O. L. G. Quelhas, R. G. G. Caiado, J. A. Garza-Reyes, L. R. Lona y G. Tortorella, «Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal,» *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 30, p. 607-627, 2019.
- [33] I. Palčić y J. Prester, «Impact of Advanced Manufacturing Technologies on Green Innovation,» *Sustainability*, vol. 12, 2020.
- [34] R. Godina, I. Ribeiro, F. Matos, B. T. Ferreira, H. Carvalho y P. Peças, «Impact Assessment of Additive Manufacturing on Sustainable Business Models in Industry 4.0 Context,» *Sustainability*, vol. 12, p. 1-21, 2020.
- [35] F. Kache y S. Seuring, «Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management,» *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 37, n° 1, p. 10-35, 2017.
- [36] L. Novais, J. M. Maqueira y S. Bruque, «Supply chain flexibility and mass personalization: a systematic literature review,» *Journal of Business and Industrial Marketing*, vol. 34, p. 1791-1812, 2019.
- [37] C. L. Chen, «Cross-disciplinary innovations by Taiwanese manufacturing SMEs in the context of Industry 4.0,» *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 31, n° 6, pp. 1145-1168, 2020.
- [38] S. S. Kamble, A. Gunasekaran, A. Ghadge y R. Raut, «A performance measurement system for industry 4.0 enabled smart manufacturing system in SMMEs- A review and empirical investigation,» *International Journal of Production Economics*, vol. 229, 2020.
- [39] F. Gillani, K. A. Chatha, M. S. Sadiq Jajja y S. Farooq, «Implementation of digital manufacturing technologies: Antecedents and consequences,» *International Journal of Production Economics*, vol. 229, 2020.
- [40] K. B. Ooi, V. H. Lee, G. W. H. Tan, T. S. Hew y J. J. Hew, «Cloud computing in manufacturing: The next industrial revolution in Malaysia?,» *Expert Systems with Applications*, vol. 93, p. 376-394, 2018.
- [41] M. Delic y D. R. Eyers, «The effect of additive manufacturing adoption on supply chain flexibility and performance: An empirical analysis from the automotive industry,» *International Journal of Production Economics*, vol. 228, 2020.
- [42] M. Delic, D. R. Eyers y J. Mikulic, «Additive manufacturing: empirical evidence for supply chain integration and performance from the automotive industry,» *Supply Chain Management*, vol. 24, n° 5, p. 604-621, 2019.
- [43] J. Li, C. W. Chen, C. H. Wu, H. C. Hung y C. T. Lin, «How do partners benefit from IT use in supply-chain management: An empirical study of taiwan's bicycle industry,» *Sustainability*, vol. 12, n° 7, 2020.
- [44] A. Ancarani, C. Di Mauro y F. Mascali, «Backshoring strategy and the adoption of Industry 4.0: Evidence from Europe,» *Journal of World Business*, vol. 54, n° 4, p. 360-371, 2019.
- [45] Y. M. Omar, M. Minoufekar y P. Plapper, «Business analytics in manufacturing: Current trends, challenges and pathway to market leadership,» *Operations Research Perspectives*, vol. 6, 2019.
- [46] T. Sakao y A. Neramballi, «A Product/Service System Design Schema: Application to Big Data Analytics,» *Sustainability*, vol. 12, p. 1-22, 2020.
- [47] H. Dawid, R. Decker, T. Hermann, H. Jahnke, W. Klat, R. König y C. Stummer, «Management science in the era of smart consumer products: challenges and research perspectives,» *Central European Journal of Operations Research*, vol. 25, n° 1, p. 203-230, 2017.
- [48] Y.-S. Kao, K. Nawata y C.-Y. Huang, «An Exploration and Confirmation of the Factors Influencing Adoption of IoT-Based Wearable Fitness Trackers,» *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 16, 2019.
- [49] S. Narula, S. Prakash, M. Dwivedy, V. Talwar y S. P. Tiwari, «Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry,» *Journal of Advances in Management Research*, vol. 17, n° 5, p. 697-725, 2020.
- [50] A. Ghadge, M. Er Kara, H. Moradlou y M. Goswami, «The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains,» *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 31, n° 4, p. 669-686, 2020.
- [51] E. Oztemel y S. Gursev, «Literature review of Industry 4.0 and related technologies,» *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 31, p. 127-182, 2020.
- [52] A. Haddud, A. DeSouza, A. Khare y H. Lee, «Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains,» *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 28, n° 8, p. 1055-1085, 2017.
- [53] F. Qian, W. Zhong y W. Du, «Fundamental Theories and Key Technologies for Smart and Optimal Manufacturing in the Process Industry,» *Engineering*, vol. 3, n° 2, p. 154-160, 2017.