

Relationship between industry 4.0 and productivity in Latin American logistics companies from 2016 to 2023: a literature review

Maria Isabel Patricio Cortez, Bachelor in International Business Administration¹, Hilary Breyet Pereda Jaquehua, International Business Administration Graduated², Michael Eli Peña Monteza, International Business Administration Undergraduated³, Ana Gabriela Portillo Caccha, Bachelor in International Business Administration⁴, Cecilia Yacciara Ramirez Rios, Bachelor in International Business Administration⁵, Delia Mercedes Cerna Huarachi, Master in Superior Education⁶, and Rosario del Pilar Napa Alva, Bachelor in International Business Administration⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), patriciomaria1012@gmail.com, hilaryperedatrabajo.estudios@gmail.com, maicolpenamonteza@gmail.com, gabrielaportillocaccha@gmail.com, ramirezyacciara@gmail.com, pcaddcer@upc.edu.pe, pcanrnap@upc.edu.pe

Abstract – *Industry 4.0 has transformed the logistics sector in Latin America, especially in Brazil, Mexico and Colombia, through the integration of advanced technologies such as the Internet of Things and artificial intelligence. This has improved efficiency and competitiveness, although there are challenges such as lack of infrastructure. Digitalization and automation have increased productivity, and it is suggested to invest in technology, train staff and encourage collaboration in the supply chain to maximize these benefits and move towards sustainable development in the region. This qualitative study, based on the PRISMA methodology, analyzes how the relationship between Industry 4.0 and productivity in the logistics sector is key to sustainable development in Latin America.*

Keywords – *Industry 4.0, productivity, logistics companies, Latin America, interconnectivity*

Relación entre la industria 4.0 y la productividad en empresas logísticas de Latinoamérica periodo 2016-2023: una revisión de literatura

Maria Isabel Patricio Cortez, Bachiller en Administración y en Negocios Internacionales¹, Hilary Breyet Pereda Jaquenhua, Graduada en Administración y Negocios Internacionales², Michael Eli Peña Monteza, No graduado en Administración y Negocios Internacionales³, Ana Gabriela Portillo Caccha, Bachiller en Administración y en Negocios Internacionales⁴, Cecilia Yacciara Ramirez Rios, Bachiller en Administración y en Negocios Internacionales⁵, Delia Mercedes Cerna Huarachi, Master en Educación Superior⁶, and Rosario del Pilar Napa Alva, Licenciada en Administración y en Negocios Internacionales⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), patriciomaria1012@gmail.com,

hilaryperedatrabajo.estudios@gmail.com, maicolpenamonteza@gmail.com, gabrielaportillocaccha@gmail.com,

ramirezyacciara@gmail.com, pcaddcer@upc.edu.pe, pcannnap@upc.edu.pe

Resumen- *La Industria 4.0 ha transformado el sector logístico en Latinoamérica, especialmente en Brasil, México y Colombia, mediante la integración de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas y la inteligencia artificial. Esto ha mejorado la eficiencia y competitividad, aunque existen desafíos como la falta de infraestructura. La digitalización y la automatización han aumentado la productividad, y se sugiere invertir en tecnología, capacitar al personal y fomentar la colaboración en la cadena de suministro para maximizar estos beneficios y avanzar hacia un desarrollo sostenible en la región. Este estudio cualitativo, basado en la metodología PRISMA, analiza cómo la relación entre la Industria 4.0 y la productividad en el sector logístico es clave para el desarrollo sostenible en Latinoamérica.*

Palabras clave – *Industria 4.0, productividad, empresas logísticas, Latinoamérica, interconectividad.*

I. INTRODUCCIÓN

La Industria 4.0, conocida como la cuarta revolución industrial, se caracteriza por la integración de tecnologías digitales avanzadas en las empresas de servicios logísticos [1]. La adopción de tecnologías como el Internet de las Cosas y la inteligencia artificial ha demostrado mejorar significativamente la eficiencia operativa y la productividad en este sector [2]. En Latinoamérica, a pesar de que las empresas logísticas enfrentan desafíos importantes, como la falta de infraestructura adecuada y la necesidad de capacitación especializada [3], la digitalización es clave para aumentar su competitividad en un mercado global cada vez más exigente [4].

En un entorno empresarial cada vez más competitivo, la automatización y la interconectividad se han convertido en factores cruciales para mejorar la eficiencia y la efectividad de las operaciones logísticas, lo que se conoce como Logística 4.0 [5]. Por ello, es fundamental la interconectividad ya que permite incorporar datos en tiempo real que respaldan de manera eficiente las decisiones que pueden tomar las empresas de servicios

logísticos [6]. Asimismo, la automatización permite que las empresas del sector logístico mejoren su desempeño operativo, haciendo que sus sistemas sean más confiables y eficiente, simplificando procesos para minimizar errores [7].

La implementación de la Industria 4.0 ha sido fundamental para que las empresas logísticas puedan competir y mantenerse en mercados globales [8]. La revolución tecnológica ha aumentado la productividad de las empresas logísticas optimizando recursos, mejorando el intercambio de información, integrando la cadena de valor y elevando la satisfacción del cliente [9]. El empoderamiento de las empresas logísticas ha impulsado la innovación, mejorando su productividad y competitividad, y posicionándolas como promotoras del desarrollo social, económico e intelectual [10].

En base a esto, el presente artículo de investigación cualitativo pretende analizar la relación entre la Industria 4.0 y la productividad en empresas logísticas de Latinoamérica en el período 2016–2023. Los objetivos específicos son: (i) analizar la relación entre la logística 4.0 y la productividad en empresas logísticas de Latinoamérica; (ii) analizar la relación entre la interconectividad y la productividad en empresas logísticas de Latinoamérica; y (iii) analizar la relación entre la automatización y la productividad en empresas logísticas de Latinoamérica, todo ello en el marco del período 2016 – 2023. Estos objetivos se contextualizan en empresas del sector logístico en países latinoamericanos, como Brasil, Colombia y México. Ello debido a que son los países con mayor auge tecnológico y logístico.

En este sentido la relevancia de la presente investigación se basa en mostrar cómo se ha relacionado la Industria 4.0 con la productividad de las empresas logísticas en los países estudiados.

El aporte de esta investigación es ayudar a identificar la implementación de la industria 4.0 en las empresas de

logística de Brasil, Colombia y México, y cómo han ayudado a mejorar su productividad, lo que es crucial para su desarrollo en un entorno global competitivo.

La brecha de conocimiento que se busca cubrir en la investigación es entender cómo las nuevas tecnologías asociadas a la Industria 4.0 han transformado la productividad en el sector logístico, destacando las diferencias y similitudes entre los países estudiados.

II. MARCO TEÓRICO

A. La Industria 4.0 en Latinoamérica

La Industria 4.0 es la integración de tecnologías avanzadas como la internet de las cosas, la inteligencia artificial y el análisis de datos en tiempo real en los procesos productivos [11]. Además, busca aumentar la flexibilidad y la transparencia en las operaciones ya que permite una red inteligente en la que se interactúa para lograr mayores resultados [12]

Este avance fue impulsado por la creciente adopción de nuevas tecnologías que permitieron una mayor optimización de los recursos y la digitalización de los procesos, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y optimizar la toma de decisiones en tiempo real [1]. La Industria 4.0 representa una transformación significativa en la manera en que las empresas logísticas operan, impulsada por la digitalización y la automatización [13].

En Latinoamérica, países como Brasil, Colombia y México están en diferentes etapas de adopción de la Industria 4.0, en donde sus empresas logísticas enfrentan desafíos y oportunidades únicas [14].

En Brasil, las empresas logísticas presentan un gran potencial para la implementación de tecnologías avanzadas, aunque el país enfrenta obstáculos significativos, como la falta de infraestructura y la necesidad de mayor capacitación en el ámbito laboral [15]. La adopción de tecnologías digitales es vista como clave para que las empresas brasileñas mejoren su competitividad en el mercado global, lo que requiere una integración más robusta de estas herramientas en los procesos productivos [1]. No obstante, el impacto de la Industria 4.0 en la economía brasileña podría ser un motor de crecimiento, aunque existe el riesgo de que genere desigualdades si no se gestiona de manera adecuada su implementación [16].

En Colombia, la implementación de la Industria 4.0 en empresas logísticas enfrenta desafíos relacionados con la necesidad de un marco regulatorio que impulse la digitalización y la innovación en las empresas de logística, lo cual es crucial para su competitividad en un mercado globalizado [13]. Además, la colaboración entre el sector académico y la industria es vista como un factor determinante para fomentar la adopción de tecnologías avanzadas, fortaleciendo así el ecosistema logístico del país [3]. Sin embargo, la transición hacia la Industria 4.0 también presenta retos significativos, como la necesidad de mejorar la educación y la formación en habilidades digitales para preparar a la fuerza laboral ante las nuevas exigencias tecnológicas [16].

En México, la implementación de la Industria 4.0 ha puesto de manifiesto la necesidad de que las empresas de logística adopten tecnologías avanzadas y reorganicen sus

estructuras internas para mejorar su competitividad [17]. La integración de procesos mediante herramientas digitales es esencial para optimizar la eficiencia operativa en toda la cadena de suministro [3].

La siguiente tabla presenta el nivel de adopción y número de empresas logísticas que adoptaron la Industria 4.0.

TABLA N° 1
NIVEL DE ADOPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EMPRESAS LOGÍSTICAS EN LATINOAMÉRICA EN EL PERIODO 2016-2023

País	Nivel de adopción de la Industria 4.0	Número de empresas logísticas que adoptaron la Industria 4.0
Brasil	40%	39
Colombia	30%	25
México	35%	29

Nota: Nivel de adopción de la Industria 4.0 en empresas logísticas en Latinoamérica en el periodo 2016-2023. [15]; [1]; [13][18]; [17].

B. Logística 4.0

La logística 4.0 es un cambio en la gestión logística que se basa en la integración de tecnologías de la Industria 4.0 esta parte de la cadena de suministro de las empresas logísticas [5]. Este modelo busca mejorar la eficiencia y productividad en todas sus áreas mediante el uso de tecnologías centrales de I4.0 como la computación en la nube o la *IoT*, el análisis de la *Big Data* y la automatización de procesos [6]. La logística 4.0 tiene como objetivo facilitar la sostenibilidad y la creación de valor en los servicios logísticos [8].

Un elemento clave de este proceso logístico es la *IoT*, que permite la conectividad e integración de diversos dispositivos y sistemas dentro de la cadena de suministro [19]. Gracias a la *IoT*, las empresas logísticas pueden mejorar su procesamiento rastrear mercancías, monitorear las condiciones de almacenamiento y gestionar el inventario con mayor precisión [7]. Asimismo, la logística 4.0 se basa en los sistemas ciber físicos, que combinan elementos físicos y digitales para optimizar los procesos logísticos y facilitar la colaboración en tiempo real entre las partes interesadas [3].

La adopción de tecnologías digitales permite a las empresas tener una mejor visibilidad y tomar decisiones basadas en datos [6] . Esto les permite optimizar sus operaciones, reducir costos y mejorar la satisfacción de sus clientes [13]. Además, la logística 4.0 promueve la sostenibilidad al optimizar las rutas de transporte y minimizar el consumo de energía, lo que contribuye a prácticas comerciales más respetuosas con el medio ambiente [1].

C. Interconectividad

La interconectividad en empresas se da a través del uso de las tecnologías emergentes propias de la industria 4.0 como la *IoT* [20]. Esta permite conectar cualquier cosa, ya sea objeto o persona en cualquier momento sin importar la distancia física existente y permite crear servicios y aplicaciones innovadoras [21].

La interconectividad en logística es la conexión de cadenas logísticas que permiten un mejor intercambio de información y conocimiento entre proveedores y clientes

[22]. Actualmente las empresas logísticas basadas en la interconectividad prestan servicios como: la gestión de almacenes, el monitoreo de tráfico, la gestión de flota y la visibilidad [23].

En América Latina, la interconectividad es un factor crucial para el desarrollo del sector logístico, con países como Brasil, Colombia y México invirtiendo en infraestructura digital y tecnológica para optimizar sus cadenas de suministro [24]. En Brasil, la adopción de sistemas interconectados ha permitido a las empresas logísticas reducir los tiempos de entrega en un 30% y mejorar la visibilidad de la cadena de suministro en un 40%. ([2]. A pesar de estos avances, el 65% de las empresas mencionadas siguen enfrentando desafíos importantes, como la falta de infraestructura adecuada y la resistencia al cambio organizacional, lo cual limita su capacidad para aprovechar plenamente los beneficios de la interconectividad, y el 50% de las empresas informa que la falta de personal capacitado en nuevas tecnologías representa un obstáculo crítico para implementar de manera efectiva soluciones interconectadas. [25]

En Colombia, las empresas logísticas han logrado reducir costos operativos en un 25% y mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios en un 30%, además, se ha reportado una disminución del 20% en los tiempos de entrega, lo que ha mejorado la satisfacción del cliente en un 35%. [13]. No obstante, el 60% de las empresas aún enfrenta retos significativos, como la falta de infraestructura adecuada, la falta de acceso a internet en zonas rurales y la escasez de personal capacitado, lo que limita su capacidad para aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la interconectividad en el ámbito logístico. ([3].

En México, la implementación de sistemas interconectados ha permitido a las empresas reducir los costos de transporte en un 18% y mejorar la precisión en la gestión de inventarios en un 35%, además, se ha reportado que el uso de tecnologías de información ha incrementado la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda en un 50%, lo que ha resultado en una disminución del 15% en los tiempos de entrega. ([4]. Sin embargo, el 62% de las empresas logísticas todavía enfrenta barreras significativas, como la falta de inversión en infraestructura digital y la necesidad de capacitación del personal, lo cual limita su potencial para aprovechar plenamente las ventajas de la interconectividad. [3]

D. Automatización

La automatización es la idea clave de la industria 4.0, ya que permite a las empresas cumplir sus objetivos de manera efectiva utilizando mejor sus recursos [26]. Además, la automatización, lograda por una mayor adopción de tecnologías, le permite a la empresa reducir su dependencia de las personas a nivel operativo [9].

La automatización de una empresa impacta directamente en su forma de tomar decisiones, ya que se prioriza que los empleados asuman mayores responsabilidades y actúen como tomadores de decisiones, limitándose al control y monitoreo [27]. Uno de los beneficios más destacados de la automatización es el aumento en la productividad de las empresas, debido al

ahorro de tiempo y la aceleración de los procesos [28]. Además, la automatización también impulsa la innovación al liberar recursos de tareas repetitivas, permitiendo a las empresas enfocarse en el desarrollo de nuevos productos y la mejora continua de sus procesos [29].

En América Latina, la automatización en el sector logístico avanza a diferentes ritmos en Brasil, Colombia y México, con cada país enfrentando desafíos y oportunidades únicas [24].

En Brasil, la implementación de tecnologías automatizadas ha aumentado un 35% en los últimos cinco años, lo cual ha permitido a las empresas reducir sus costos operativos en un 30% y mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios en un 45%. [2]. Sin embargo, un 60% de las empresas aún enfrenta obstáculos, como la falta de personal capacitado y la resistencia al cambio, lo que limita su capacidad para aprovechar al máximo las tecnologías disponibles; además, se estima que la adopción de sistemas automatizados podría incrementar la satisfacción del cliente en un 25%, lo que subraya la necesidad de una inversión continua en capacitación y desarrollo de habilidades para el personal [25]

Colombia, por su parte, ha comenzado a ganar terreno con un crecimiento del 40% en la adopción de tecnologías automatizadas en los últimos tres años, lo cual ha permitido a las empresas reducir sus costos operativos en un 28% y mejorar la eficiencia en la gestión de la cadena de suministro en un 35%; sin embargo, a pesar de estos beneficios, se estima que solo el 25% de las empresas logísticas en Colombia ha implementado soluciones automatizadas de manera efectiva, lo que refleja una brecha significativa en comparación con otros países de la región [3]. Además, el 70% de las empresas enfrenta desafíos vinculados a la falta de capacitación del personal y la insuficiente inversión en tecnología, lo cual reduce su capacidad para competir en un mercado cada vez más globalizado; en este contexto, la implementación de sistemas automatizados podría incrementar la satisfacción del cliente en un 30%, subrayando la necesidad urgente de desarrollar estrategias de formación y capacitación que faciliten esta transición [2].

México, con un incremento del 50% en la adopción de tecnologías automatizadas en los últimos cuatro años, ha mostrado un avance notable, permitiendo a las empresas reducir sus costos operativos en un 32% y mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios en un 40%; sin embargo, a pesar de estos logros, solo el 30% de las empresas logísticas ha implementado soluciones automatizadas de manera integral, lo que representa una oportunidad significativa para el desarrollo del sector [3]. No obstante, un 65% de las empresas enfrenta desafíos relacionados con la falta de personal capacitado y la resistencia al cambio organizacional, limitando su capacidad para maximizar los beneficios de la automatización y resaltando la necesidad de invertir en capacitación y en la creación de una cultura organizacional que favorezca la innovación, ya que la implementación de tecnologías avanzadas podría aumentar la satisfacción del cliente en un 35%. [4]

E. Productividad

La productividad en las empresas logísticas de se ve significativamente influenciada por la adopción de tecnologías de la Industria 4.0, que permiten una optimización de procesos y una mejora en la eficiencia operativa [30]. En el contexto de las empresas logísticas de Brasil, la productividad es crucial, puesto que se traduce en la capacidad de estas organizaciones para optimizar sus operaciones, reducir costos y mejorar la calidad del servicio ofrecido a los clientes [31]. La productividad en las organizaciones está estrechamente relacionada con la innovación y cadena de valor, ya que ambos se consideran factores claves para optimizar la eficiencia y la competitividad [32].

En ese sentido, la integración de tecnologías es crucial para abordar los desafíos de la Industria 4.0 en empresas logísticas de México [33]. En el que no solo implica la adopción y aplicación de nuevas tecnologías como el Internet de las cosas y la fabricación inteligente, sino también la reestructuración de los procesos organizativos lo que resulta importante para mejorar la competitividad [34]. La flexibilidad y la capacidad de respuesta del mercado son componentes clave que permiten a las empresas adaptarse rápidamente a las demandas cambiantes, lo que es esencial para innovar efectivamente [35].

De la misma manera, para el país de Colombia la cadena de valor juega un papel crucial al impulsar mejoras en los procesos internos, facilitar la adopción de cambios en el mercado y fomentar la colaboración entre los diferentes actores de la cadena, lo que, en última instancia, contribuye a una mayor eficiencia y efectividad organizacional [18]. Es importante destacar que las empresas logísticas abarcan todas las actividades necesarias para llevar un producto desde su origen hasta el consumidor final [36]. Por lo tanto, la eficiencia en cada una de las actividades se vuelve esencial para mejorar tanto la productividad como la competitividad de las empresas [30].

En la siguiente tabla se observa la comparación del nivel de productividad en la Industria 4.0 y su impacto en empresas logísticas de los 3 países evaluados.

TABLA N° 2
COMPARATIVA DE PAISES Y SU NIVEL DE PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA 4.0 Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESAS LOGISTICAS EN LATINOAMERICA 2016-2023.

Año	Brasil	México	Colombia
2016	Año base	Año base	Año base
2017	+2% Inversiones en tecnología, pero bloques burocráticos.	+4% Crecimiento del comercio electrónico e infraestructura.	+3% Inicio de modernización en el sector logístico.
2018	+3% Innovaciones en logística urbana.	+5% Mejora en puertos y acuerdos comerciales.	+4% Proyectos de infraestructura aumentan capacidad.
2019	+1% Inestabilidad política afecta	+3% Logística como motor de	+2% Incremento de inversión extranjera.

	decisiones de inversión.	crecimiento económico.	
2020	-2% Impacto negativo del COVID-19; adaptación limitada.	+2% Aumento del e-commerce; desafíos logísticos.	-1% Recuperación lenta tras la pandemia.
2021	+3% - Innovación en cadena de suministro.	+6% Expansión del sector logístico y digital.	+5% Incremento en demanda de servicios logísticos.
2022	+4% Inversión en tecnología y sostenibilidad.	+5% Mejora continua en servicios intermodales.	+6% Proyectos de infraestructura repercuten positivamente.
2023	+3 Enfoque en comercio digital y sostenibilidad.	+4% Consolidación de la industria logística.	+5% Estabilidad económica y desarrollo regional.

Nota: Comparativa de países y su nivel de productividad en la Industria 4.0 y su impacto en la productividad en empresas logísticas en Latinoamérica 2016-2023. [16] [37]; [17].

III. METODOLOGÍA

Para realizar el presente artículo de investigación, se ha optado por un enfoque cualitativo utilizando la metodología de revisión de literatura en *papers* que ofrezcan una base teórica con relación a la industria 4.0 y productividad, presentándola a través de la herramienta Declaración PRISMA.

Para la etapa de identificación, se llevó a cabo una búsqueda de artículos relacionados con la Industria 4.0 y su impacto en la productividad de las empresas logísticas en Latinoamérica. Para ello, se utilizaron palabras clave en español e inglés como Industria 4.0, productividad, empresas logísticas, Latinoamérica, interconectividad y automatización. Dentro de la estrategia de investigación, como parte integral del proceso, se optó por emplear los repositorios académicos como Scopus, Emerald, Web of Science, EBSCO, Scielo y Redalyc.

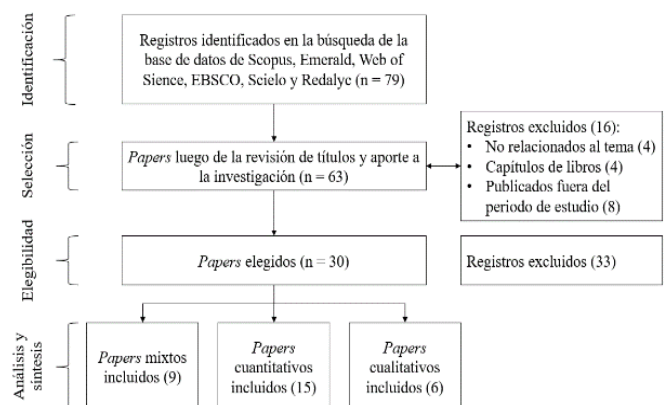


Fig. 1 Declaración PRISMA

Posteriormente, en la etapa de selección, se eligieron las publicaciones que se encontraban dentro del periodo de estudio 2016-2023. Se descartaron aquellos artículos que no estaban relacionados con la temática de la investigación, lo que resultó en un total de 30 referencias seleccionadas. De estas, se incluyeron 9 estudios cuantitativos, 15 estudios

cualitativos y 6 estudios mixtos, asegurando así una base teórica sólida para el análisis de la influencia de la Industria 4.0 en la productividad del sector logístico en Brasil, Colombia y México.

Finalmente, en la etapa de elegibilidad, análisis y síntesis, las referencias seleccionadas fueron organizadas en una Matriz de Consistencia utilizando el formato MS Excel. Esta herramienta permitió clasificar y segmentar los artículos de acuerdo con su relación con cada categoría relevante para la investigación. Se incluyeron datos como el título, autor, año de publicación, tipo de documento, objetivos del estudio, metodologías empleadas, variables analizadas, conclusiones, aportes significativos y el enfoque de cada trabajo. Este proceso facilitó una revisión sistemática y estructurada de la literatura, asegurando que se abordaran de manera integral los aspectos clave de la Industria 4.0 y su impacto en la productividad de las empresas logísticas en Brasil, Colombia y México.

IV. RESULTADOS

En la tabla N° 3 se muestra la lista de los 30 artículos relacionados con los temas de Industria 4.0 y Productividad, en el periodo de estudio. Se registran los autores, el título y el año en el que fueron publicados.

Tabla N° 3
LISTA DE SISTEMATIZACIÓN DE ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN DE PUBLICACIÓN

N°	Autor	Título	Año
1	Wang, Gang; Gunasekarana, Angappa; Ngai, Eric W.T.; Papadopoulos, Thanos	<i>Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications</i>	2016
2	Goldsby, Thomas J.; Zinn, Walter	<i>Technology Innovation and New Business Models: Can Logistics and Supply Chain Research Accelerate the Evolution?</i>	2016
3	López-Fernández, M.C., Serrano-Bedia, A.M. and Palma-Ruiz, M.	<i>What hampers innovation in Mexican family firms?</i>	2016
4	Hofmann, Erik; Rüsç, Marco	<i>Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics</i>	2017
5	Lu, Yang; Papagiannidis, Savvas; Alamanos, Eleftherios	<i>Internet of Things: A systematic review of the business literature from the user and organisational perspectives</i>	2018
6	Frank, Alejandro Germán; Dalenogare, Lucas Santos; Ayala, Néstor Fabián	<i>Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies</i>	2019
7	Chacón-Ramírez, Edgar Alfonso; Cardillo-Albarrán, Juan José; Uribe-Hernández, Julián.	<i>Industria 4.0 en América Latina: Una ruta para su implantación</i>	2020
8	Contador, José Celso; Satyro, Walter Cardoso; Contador, Jose Luiz; Spinola, Mauro de Mesquita	<i>Flexibility in the Brazilian Industry 4.0: Challenges and Opportunities</i>	2020

9	Alessandro Silveira Firmino, Guilherme Xavier Perles, Juliana Veiga Mendes, João Eduardo Azevedo Ramos da Silva, Diogo Aparecido Lopes Silva	<i>Towards Industry 4.0: A SWOT-based analysis for companies located in the Sorocaba Metropolitan Region (São Paulo State, Brazil)</i>	2020
10	Abdirad, Maryam; Krishnan, Krishna	<i>Industry 4.0 in Logistics and Supply Chain Management: A Systematic Literature Review</i>	2020
11	Correa, Jobel Santos; Sampaio, Mauro; Barros, Rodrigo de Casto; Hilsdorf, Wilson de Castro	<i>IoT y BDA en el escenario de la futura logística brasileña 4.0</i>	2020
12	Garay-Rondero, Claudia Lizette; Martinez-Flores, Jose Luis; Smith, Neale R.; Morales, Santiago Omar Caballero; Aldrette-Malacara, Alejandra	<i>Digital supply chain model in Industry 4.0</i>	2020
13	Cunha, Tairine Pravadelli; Méxas, Mirian Picinini; Cantareli da Silva, André; Gonçalves Quelhas, Osvaldo Luiz	<i>Proposal guidelines to implement the concepts of industry 4.0 into information technology companies</i>	2020
28	Bag, Surajit; Yadav, Gunjan; Wood, Lincoln C.; Dhamija, Pavitra; Joshi, Sudhanshu	<i>Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics</i>	2020
14	Foladori, Guillermo; Ortiz-Espinoza, Ángeles.	<i>De las nanotecnologías a la industria 4.0: una evolución de términos</i>	2021
15	Aguilar-Rodríguez, Iliana E.; Bernal-Torres, César A. ; Aldana-Bernal, Juan C.; Acosta-Aguinaga, Andrés G.; Artieda-Cajilema, Carlos H.; Chalá, Priscila	<i>Relationship Between Social Culture, Industry 4.0, and Organizational Performance in the Context of Emerging Economies</i>	2021
16	Dos Santos, Leonardo Moraes Aguiar Lima; da Costa, Matheus Becker; Kothe, João Victor; Benitez, Guilherme Brites; Schaefer, Jones Luís; Baierle, Ismael Cristofer; Nara, Elpidio Oscar Benitez	<i>Industry 4.0 collaborative networks for industrial performance</i>	2021
18	Nantee, Natnaree; Sureeyatanapas, Panitas	<i>The impact of Logistics 4.0 on corporate sustainability: a performance assessment of automated warehouse operations</i>	2021
26	Sony, Michael; Antony, Jiju; Mc Dermott, Olivia; Garza-Reyes, Jose Arturo	<i>An empirical examination of benefits, challenges, and critical success factors of industry 4.0 in manufacturing and service sector</i>	2021
17	Pufal, Nathália Amarante; Zawislak, Paulo Antônio	<i>Innovation capabilities and the organization of the firm: evidence from Brazil</i>	2022
19	Jamkhaneh, Hadi Balouei; Shahin, Reza;	<i>Analysis of Logistics 4.0 service quality and its sustainability enabler</i>	2022

	Tortorella, Guilherme Luz	<i>scenarios in emerging economy</i>	
20	Buenrostro Mercado, Edgar	Propuesta de adopción de tecnologías asociadas a la industria 4.0 en las pymes mexicanas	2022
21	Yáñez-Valdés, Claudia	<i>Technological entrepreneurship: present conditions and future perspectives for Latin America</i>	2022
22	Herrero-Solana, Víctor; Piedra-Salomón, Yelina	<i>Industry 4.0 in Latin America: Countries and Institutions with the Greatest Innovation and Global Impact</i>	2022
23	Nour, Redhwan	<i>Enhancing the Logistics 4.0 Firms through Information Technology</i>	2022
24	Cannavacciuolo, Lorella; Ferraro, Giovanna; Ponsiglione, Cristina; Primario, Simonetta; Quinto, Ivana	<i>Technological innovation-enabling industry 4.0 paradigm: A systematic literature review</i>	2023
25	Dieste, Marcos; Orzes, Guido; Culot, Giovanna; Sartor, Marco; Nassimbeni, Guido	<i>The “dark side” of Industry 4.0: How can technology be made more sustainable?</i>	2023
27	da Silva, Ricardo Moreira; Frederico, Guilherme Francisco; Garza-Reyes, Jose Arturo	<i>Logistics Service Providers and Industry 4.0: A Systematic Literature Review</i>	2023
29	Özköse, Hakan; Güney, Gül	<i>The effects of industry 4.0 on productivity: A scientific mapping study</i>	2023
30	Bacca-Acosta, Jorge; Gómez-Caicedo, Melva Inés; Gaitán-Angulo, Mercedes; Robayo-Acuña, Paula; Ariza-Salazar, Janitza; Mercado Suárez, Álvaro Luis; Alarcón Villamil, Nelson Orlando	<i>The impact of digital technologies on business competitiveness: a comparison between Latin America and Europe</i>	2023

En relación con los autores obtenidos por continente y país (ver Figura N°2 y Figura N°3), se identificó que, el continente europeo se destaca como líder en investigación respecto a la industria 4.0 y su impacto. En esta región, es el Reino Unido el país predominante, representando un 50.00% de los estudios de investigaciones. América se sitúa en segundo lugar de las investigaciones con el 27.00% del total de las investigaciones donde Estados Unidos se sitúa como el país predominante representando un 10.00%

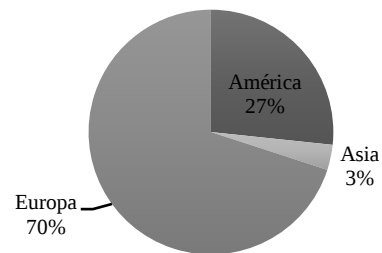


Fig. 2 Porcentaje de publicaciones por continente de origen de la investigación: 2016- 2023.

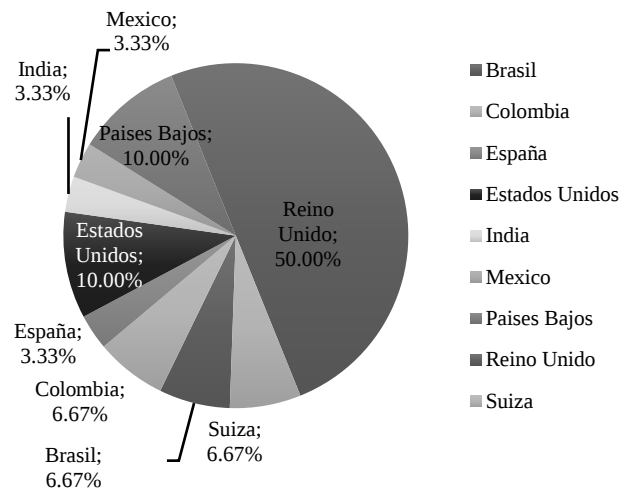


Fig. 3 Porcentaje de publicaciones por país de origen de la investigación: 2016 – 2023

La Tabla N°4 muestra que existe una predominancia de fuentes sobre la Industria 4.0, mientras que los estudios sobre productividad son escasos. Los pocos trabajos que abordan ambas categorías indican que la relación entre estos temas aún no ha sido ampliamente investigada, aunque existe un creciente interés en este campo.

TABLA N°4
PUBLICACIONES POR ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN Y LA RELACIÓN ENTRE LA INDUSTRIA 4.0 Y LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESAS LOGÍSTICAS DE LATINOAMERICA PERIODO 2016-2023

Enfoque	N°	Categoría		
		Industria 4.0	Productividad	Ambos
Cualitativo	15	10	1	4
Cuantitativo	9	2	2	5
Mixto	6	5	0	1
Total	30	17	3	10

V. DISCUSIÓN

A. Industria 4.0

La Industria 4.0 tiene un impacto transformador en las empresas logísticas, en el que algunos autores mencionan que la implementación de tecnologías avanzadas permite la

interconexión y la automatización de procesos, lo que es crucial en un entorno competitivo [34].

En este contexto, la interconectividad permite integrar y comunicar diferentes tecnologías y sistemas, por lo que permite una mayor eficiencia y efectividad en las operaciones [35]. Al implementar la *IoT* ello facilitaría la monitorización y el seguimiento de activos y envíos, mejorando así la visibilidad y la trazabilidad en la cadena de suministro [12]. Esta conectividad entre dispositivos y sistemas es fundamental para la gestión eficiente de la logística en la era de la Industria 4.0 [35].

Además, otros autores destacan que las empresas logísticas pueden beneficiarse de la implementación de sistemas inteligentes que mejoran la visibilidad de los procesos y permiten una respuesta más ágil a las demandas del mercado [30].

La logística 4.0 en las empresas logísticas permite no solo buscar mejorar la eficiencia operativa y reducir costos, sino también aumentar la sostenibilidad lo que resulta un impacto positivo en el rendimiento general de las empresas [5].

Sin embargo, la automatización en empresas logísticas, no solo se trata de la implementación de nuevas tecnologías, sino también implica un cambio de mentalidad de los empleados y la necesidad de capacitación para manejar las nuevas herramientas y sistemas que se van introduciendo en el proceso logístico [27].

B. Productividad

A medida que se avanza en el análisis de la productividad en empresas logísticas dentro del contexto de la Industria 4., algunos autores destacan que las tecnologías emergentes están transformando significativamente los procesos en este sector, impactando de manera directa en la productividad al optimizar los tiempos de operación y mejorar la capacidad de respuesta ante las demandas del mercado [12].

Sin Embargo, algunos autores resaltan que estas mejoras en productividad requieren una infraestructura tecnológica adecuada y recursos financieros significativos, factores que representan una barrera importante para muchas empresas del sector; de lo contrario la insuficiencia de recursos financieros impacta de manera negativa la productividad para muchos de estos [1].

La productividad, en Latinoamérica en el sector logístico sigue siendo limitada, lo que repercute desfavorablemente en la productividad de las empresas, ya que muchas persisten en el uso de procesos manuales que afectan su eficiencia en el mercado global [8]. Esta situación contrasta con las economías desarrolladas, donde la implementación de tecnologías avanzadas ha permitido a las empresas optimizar sus operaciones y mejorar significativamente su eficiencia organizacional [12].

La innovación es esencial para el crecimiento y la competitividad de las empresas en el sector logístico, aunque enfrenta retos significativos, como los riesgos de

mercado y la resistencia interna [33]. Además, la resistencia al cambio dentro de la organización puede limitar la implementación efectiva de soluciones innovadoras [16]. Por otra parte, se destaca que la colaboración entre empresas es importante para fomentar un entorno propicio para la innovación, permitiendo el intercambio de ideas y recursos [31].

Finalmente, la subcategoría cadena de valor, se menciona que una gestión estratégica eficiente puede incrementar la competitividad de las empresas al optimizar procesos y mejorar la satisfacción del cliente, resaltando la importancia de integrar tecnologías avanzadas en el sector logístico para alcanzar una mayor sostenibilidad y rendimiento [38].

VI. CONCLUSIONES

La interconectividad genera que los datos fluyan, y la automatización los convierte en acción; juntas, maximizan el rendimiento y minimizan el desperdicio. Bajo esta premisa, la productividad en el sector logístico de Brasil, México y Colombia es fundamental para entender cómo estas tecnologías pueden transformar el panorama en empresas logísticas de Latinoamérica. [35].

La investigación ha demostrado que la adopción de tecnologías digitales avanzadas, como la *IoT* y la inteligencia artificial, no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite a las empresas competir en un mercado global cada vez más exigente [1][16]. Por lo tanto, la implementación de la Industria 4.0 es un factor clave para el crecimiento y la sostenibilidad de las empresas logísticas en estos países [34].

La relación que se mantiene entre la Industria 4.0 y la productividad en las empresas logísticas de Latinoamérica es crucial para el desarrollo y la competitividad del sector en la región. La adopción de tecnologías avanzadas y la inteligencia artificial, ha permitido a las empresas optimizar sus procesos operativos, optimizando tiempos y minimizando errores lo que se traduce en una mejora significativa en la eficiencia y la efectividad de sus operaciones logísticas [1]; [16].

A medida que las empresas integran estas tecnologías, se nota un aumento en la capacidad de respuesta y disminución de errores ante las demandas del mercado, lo que no solo mejora la productividad, sino que también fortalece la competitividad en un entorno global cada vez más exigente [34]. Del mismo modo, las empresas que implementan estas tecnologías buscan talento joven que entienda y domine herramientas avanzadas. Ello genera un mayor vínculo del sector empresarial con las instituciones educativas de ingeniería.

Es por ello que se recomienda implementar políticas que incentiven la inversión en tecnología y la capacitación

del personal en el sector logístico [27]. Además, la colaboración entre los diferentes participantes de la cadena de suministro es fundamental para maximizar la eficiencia y efectividad organizacional [38]. Esto contribuiría a un futuro más competitivo y productivo para la industria logística en Brasil, México y Colombia, asegurando su relevancia a nivel mundial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la docente a cargo por el apoyo recibido durante la investigación, a los diferentes asesores que compartieron sus conocimientos y capacidades sobre la estructura del trabajo de investigación, a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por las oportunidades de los repositorios académicos que contribuyeron a la búsqueda de fuentes para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] A. S. Firmino, G. X. Perles, J. V. Mendes, J. E. A. R. da Silva, and D. A. Lopes Silva, "Towards Industry 4.0: A SWOT-based analysis for companies located in the Sorocaba Metropolitan Region (São Paulo State, Brazil)," *Gestao e Producao*, vol. 27, no. 3, 2020, doi: 10.1590/0104-530X5622-20.
- [2] M. Dieste, G. Orzes, G. Culot, M. Sartor, and G. Nassimbeni, "The 'dark side' of Industry 4.0: How can technology be made more sustainable?," *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 44, no. 5, pp. 900–933, Apr. 2024, doi: 10.1108/IJOPM-11-2022-0754.
- [3] E. A. Chacón-Ramírez, J. J. Cardillo-Albarrán, and J. Uribe-Hernández, "Industria 4.0 en América Latina: Una ruta para su implantación," *Revista Ingenio*, vol. 17, no. 1, pp. 28–35, Jan. 2020, doi: 10.22463/2011642x.2386.
- [4] G. Foladori and Á. Ortiz-Espinoza, "From Nanotechnologies to Industry 4.0: An Evolution of Terms," *Nomadas*, vol. 55, pp. 63–73, Jul. 2021, doi: 10.30578/nomadas.n55a4.
- [5] N. A. Pufal and P. A. Zawislak, "Innovation capabilities and the organization of the firm: evidence from Brazil," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 33, no. 2, pp. 287–307, Feb. 2022, doi: 10.1108/JMTM-02-2021-0054.
- [6] R. Nour, "Enhancing the Logistics 4.0 Firms through Information Technology," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 23, Dec. 2022, doi: 10.3390/su142315860.
- [7] N. Nantee and P. Sureeyatanapas, "The impact of Logistics 4.0 on corporate sustainability: a performance assessment of automated warehouse operations," *Benchmarking*, vol. 28, no. 10, pp. 2865–2895, Nov. 2021, doi: 10.1108/BIJ-11-2020-0583.
- [8] H. Balouei Jamkhaneh, R. Shahin, and G. L. Tortorella, "Analysis of Logistics 4.0 service quality and its sustainability enabler scenarios in emerging economy," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 4, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.clscn.2022.100053.
- [9] R. M. da Silva, G. F. Frederico, and J. A. Garza-Reyes, "Logistics Service Providers and Industry 4.0: A Systematic Literature Review," Mar. 01, 2023, *MDPI*. doi: 10.3390/logistics7010011.
- [10] J. Bacca-Acosta *et al.*, "The impact of digital technologies on business competitiveness: a comparison between Latin America and Europe," *Competitiveness Review*, vol. 33, no. 7, pp. 22–46, 2023, doi: 10.1108/CR-10-2022-0167.
- [11] H. E. Buenrostro Mercado, "Propuesta de adopción de tecnologías asociadas a la industria 4.0 en las pymes mexicanas," *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, vol. 10, no. 24, Feb. 2022, doi: 10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81347.
- [12] M. Abdirad and K. Krishnan, "Industry 4.0 in Logistics and Supply Chain Management: A Systematic Literature Review," *EMJ - Engineering Management Journal*, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1080/10429247.2020.1783935.
- [13] I. E. Aguilar-Rodríguez, C. A. Bernal-Torres, J. C. Aldana-Bernal, A. G. Acosta-Aguinaga, C. H. Artieda-Cajilema, and P. Chala, "Relationship between social culture, industry 4.0, and organizational performance in the context of emerging economies," *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 14, no. 4, pp. 750–770, 2021, doi: 10.3926/jiem.3560.
- [14] L. Cannavacciuolo, G. Ferraro, C. Ponsiglione, S. Primario, and I. Quinto, "Technological innovation-enabling industry 4.0 paradigm: A systematic literature review," *Technovation*, vol. 124, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.technovation.2023.102733.
- [15] J. C. Contador, W. C. Satyro, J. L. Contador, and M. de M. Spinola, "Flexibility in the Brazilian Industry 4.0: Challenges and Opportunities," *Global Journal of Flexible Systems Management*, vol. 21, pp. 15–31, Jun. 2020, doi: 10.1007/s40171-020-00240-y.
- [16] M. Dieste, G. Orzes, G. Culot, M. Sartor, and G. Nassimbeni, "The 'dark side' of Industry 4.0: How can technology be made more sustainable?," *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 44, no. 5, pp. 900–933, Apr. 2023, doi: 10.1108/IJOPM-11-2022-0754.
- [17] G. Foladori and Á. Ortiz-Espinoza, "From Nanotechnologies to Industry 4.0: An Evolution of Terms," *Nomadas*, vol. 55, pp. 63–73, Jul. 2021, doi: 10.30578/nomadas.n55a4.
- [18] E. A. Chacón-Ramírez, J. J. Cardillo-Albarrán, and J. Uribe-Hernández, "Industria 4.0 en América Latina: Una ruta para su implantación," *Revista Ingenio*, vol. 17, no. 1, pp. 28–35, Jan. 2020, doi: 10.22463/2011642x.2386.
- [19] A. de M. Santos, A. M. Becker, N. F. Ayala, and Â. M. O. Sant'Anna, "Industry 4.0 as an enabler of sustainability for small and medium enterprises," *Academia Revista Latinoamericana de Administracion*, vol. 37, no. 2, pp. 204–226, Jun. 2024, doi: 10.1108/ARLA-07-2023-0118.
- [20] M. Abdirad and K. Krishnan, "Industry 4.0 in Logistics and Supply Chain Management: A Systematic Literature Review," *EMJ - Engineering Management Journal*, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1080/10429247.2020.1783935.
- [21] Y. Lu, S. Papagiannidis, and E. Alamanos, "Internet of things: A systematic review of the business literature from the user and organisational perspectives," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 136, pp. 285–297, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.techfore.2018.01.022.

- [22] S. Bag, G. Yadav, L. C. Wood, P. Dhamija, and S. Joshi, "Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics," *Resources Policy*, vol. 68, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101776.
- [23] J. S. Correa, M. Sampaio, R. de Casto Barros, and W. de Castro Hilsdorf, "IoT and BDA in the Brazilian future logistics 4.0 scenario," *Production*, vol. 30, pp. 1–14, 2020, doi: 10.1590/0103-6513.20190102.
- [24] V. Herrero-Solana, Y. P. Salomón, and Y. Piedra-Salomón, "Industry 4.0 in Latin America: Countries and Institutions with the Greatest Innovation and Global Impact," 2022, doi: 10.20944/preprints202208.0403.v1.
- [25] J. C. Contador, W. C. Satyro, J. L. Contador, and M. de M. Spinola, "Flexibility in the Brazilian Industry 4.0: Challenges and Opportunities," *Global Journal of Flexible Systems Management*, vol. 21, pp. 15–31, Jun. 2020, doi: 10.1007/s40171-020-00240-y.
- [26] M. Sony, J. Antony, O. Mc Dermott, and J. A. Garza-Reyes, "An empirical examination of benefits, challenges, and critical success factors of industry 4.0 in manufacturing and service sector," *Technol Soc*, vol. 67, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.techsoc.2021.101754.
- [27] E. Hofmann and M. Rüsch, "Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics," *Comput Ind*, vol. 89, pp. 23–34, Aug. 2017, doi: 10.1016/j.compind.2017.04.002.
- [28] H. Özköse and G. Güney, "The effects of industry 4.0 on productivity: A scientific mapping study," *Technol Soc*, vol. 75, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.techsoc.2023.102368.
- [29] T. J. Goldsby and W. Zinn, "Technology Innovation and New Business Models: Can Logistics and Supply Chain Research Accelerate the Evolution?," Jun. 01, 2016, *Wiley-Blackwell*. doi: 10.1111/jbl.12130.
- [30] C. Yáñez-Valdés, "Technological entrepreneurship: present conditions and future perspectives for Latin America," Mar. 23, 2022, *Emerald Group Holdings Ltd*. doi: 10.1108/MRJIAM-09-2021-1230.
- [31] G. Wang, A. Gunasekaran, E. W. T. Ngai, and T. Papadopoulos, "Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications," Jun. 01, 2016, *Elsevier B.V*. doi: 10.1016/j.ijpe.2016.03.014.
- [32] A. M. Vallina-Hernandez, H. de la Fuente-Mella, and R. Fuentes-Solís, "International trade and innovation: delving in Latin American commerce," *Academia Revista Latinoamericana de Administracion*, vol. 33, no. 3–4, pp. 535–547, Nov. 2020, doi: 10.1108/ARLA-07-2020-0174.
- [33] M. C. López-Fernández, A. M. Serrano-Bedia, and M. Palma-Ruiz, "¿Qué Obstaculiza La Innovación En Las Empresas Familiares Mexicanas?," *Academia Revista Latinoamericana de Administracion*, vol. 29, no. 3, pp. 255–278, 2016, doi: 10.1108/ARLA-08-2015-0194.
- [34] T. P. Cunha, M. P. Méxas, A. Cantareli da Silva, and O. L. Gonçalves Quelhas, "Proposal guidelines to implement the concepts of industry 4.0 into information technology companies," *TQM Journal*, vol. 32, no. 4, pp. 741–759, Jul. 2020, doi: 10.1108/TQM-10-2019-0249.
- [35] L. M. A. L. Dos Santos *et al.*, "Industry 4.0 collaborative networks for industrial performance," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 32, no. 2, pp. 245–265, Feb. 2021, doi: 10.1108/JMTM-04-2020-0156.
- [36] A. G. Frank, L. S. Dalenogare, and N. F. Ayala, "Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies," *Int J Prod Econ*, vol. 210, pp. 15–26, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.01.004.
- [37] V. Herrero-Solana, Y. P. Salomón, and Y. Piedra-Salomón, "Industry 4.0 in Latin America: Countries and Institutions with the Greatest Innovation and Global Impact," 2022, doi: 10.20944/preprints202208.0403.v1.
- [38] Y. T. Avila, J. Schmutzler, P. B. Marquez Rodriguez, and E. Gómez Araujo, "The relationship between innovation and informal entrepreneurship: evidence from a developing country," *Academia Revista Latinoamericana de Administracion*, vol. 34, no. 3, pp. 343–367, Oct. 2021, doi: 10.1108/ARLA-07-2020-0170.