

Current trends in digitalization for the improvement of logistics processes of manufacturing companies in Latin America

Gonzalo Joaquín Cortez Chávez, Graduate International Business ¹, Valeria Mogrovejo, Graduate International Business ², Giancarlo Rosado Miranda, Graduate International Business ³, María Cecilia Solari, Graduate International Business ⁴, Evelyn Tumbajulca Valera, Graduate International Business ⁵, Germán Rafael Eguiguren Eguiguren, MBA Business ⁶, Juan Eduardo Acosta Mantaro, J.E.A ⁷

^{1,7}Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, U201917485@upc.edu.pe, U201917485@upc.edu.pe, U201613871@upc.edu.pe, U201525291@upc.edu.pe, U20191A014@upc.edu.pe, pcangequ@upc.edu.pe, pcadjuac@upc.edu.pe

Abstract– Currently, digitalization hold an essential role in improving international trade operations, especially in logistics processes in companies into the manufacturing sector. This research is developed to analyze the current digitization trends for the improvement of the logistics processes of manufacturing companies in Latin America in the period 2019-2022. Likewise, it seeks to analyze these trends that benefit the sustainability and collaborative integration of the supply chain and determine their contribution to the quality and the innovation processes. The methodology applied is a narrative type, because it consists of reviewing articles and making use of bibliographic references from published research by various authors related to the subject. The main databases consulted were Scopus, Web of Science and Scielo. The results support that Industry 4.0 and the Internet of Things (IoT) point out digitization and automation of processes, since they merge information technology with production and logistics. The analysis of the current trends of these technological tools in logistics processes in companies into the manufacturing sector allows this investigation to serve as a basis for future researchs in this area.

Keywords– Logistics processes, digitization, manufacturing, trends, Industry 4.0.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Actuales tendencias de la digitalización para la mejora de los procesos logísticos de las empresas manufactureras en Latinoamérica

Gonzalo Joaquín Cortez Chávez, Graduate International Business ¹, Valeria Mogrovejo, Graduate International Business ², Giancarlo Rosado Miranda, Graduate International Business ³, María Cecilia Solari, Graduate International Business ⁴, Evelyn Tumbajulca Valera, Graduate International Business ⁵, Germán Rafael Eguiguren Eguiguren, MBA Business ⁶, Juan Eduardo Acosta Mantaro, J.E.A ⁷

^{1,7}Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, U201917485@upc.edu.pe, U201917485@upc.edu.pe, U201613871@upc.edu.pe, U201525291@upc.edu.pe, U20191A014@upc.edu.pe, pcangegu@upc.edu.pe, pcadjuac@upc.edu.pe

Resumen– En la actualidad, la digitalización tiene un rol indispensable en la mejora de las operaciones de comercio internacional, sobre todo en los procesos logísticos en empresas del sector manufacturero. Es por ello, que se desarrolla la presente investigación, la cual busca analizar las actuales tendencias de digitalización para la mejora de los procesos logísticos de las empresas manufactureras en Latinoamérica en el periodo 2019-2022. Asimismo, se busca analizar dichas tendencias que benefician la sostenibilidad e integración colaborativa de la cadena de suministro, y determinar su contribución en la calidad y el proceso de innovación. La metodología aplicada es de tipo bibliográfico, ya que consiste en revisar artículos y hacer uso de referencias bibliográficas a partir 31 investigaciones publicadas por diversos autores relacionados con el tema. Las principales bases de datos consultadas fueron Scopus, Web of Science y Scielo. Los resultados de la literatura evidencia que la tecnología es el principal aporte para implementar conceptos de Industria 4.0, que abarca la digitalización y automatización de procesos, ya que fusionan las tecnologías de la información con la producción y la logística. El análisis de las actuales tendencias de estas herramientas tecnológicas en los procesos logísticos en empresas del sector manufactura permite que esta investigación sirva como base para otras futuras en esta misma área.

Palabras clave– Procesos logísticos, digitalización, manufactura, tendencias, Industria 4.0.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de transformación digital es una oportunidad extraordinaria para el sector empresarial en términos de creación de cartera corporativa, cambios en la gestión de la organización y gestión de flujo de valor [1]. Se implementan opciones de tecnología en diversos rubros de negocio para generar mayor eficiencia y eficacia e incrementar la rentabilidad en un determinado plazo. Implementar transformación digital también es una forma importante para que las empresas enfrenten los riesgos de la cadena de suministro y mejoren su resiliencia[2] Además, la

implementación de la digitalización va más allá que solo una compra de algún servidor, herramientas digitales o del uso de algún sistema de información en una empresa, ya que esta presenta una relación muy cercana con la cultura organizacional. Todo esto debido a que, la implementación de nuevos sistemas digitales, muchas veces trae consigo resistencia, ya sea por miedo al cambio o porque no hay el presupuesto suficiente para su implementación [3].

En cuanto a la relación de la digitalización con la cadena de suministro, es importante mencionar que la innovación y la tecnología juegan un rol muy importante para el desarrollo económico de las organizaciones, ya que, si se realizan mayores inversiones en tecnologías de información e innovaciones empresariales, estas podrían tener una mejora en sus procesos operativos y con ello poder generar nuevos recursos entre económicos y humanos garantizando así su permanencia en un mercado altamente competitivo [4].

La cadena de suministros y operaciones logísticas son una parte fundamental en el día a día del sector empresarial abarcando grandes corporaciones y PYMES, por ello, es necesario mantener una constante actualización en métodos y formas [5]. El impacto de la Nueva Era Digital, traído por la Industria 4.0, se basa en la facilitación de información, comunicación y accesibilidad gracias la utilización de Cloud Computing, IoT, Big Data e Inteligencia Artificial, interconectando metodología física y virtual para la aceleración e Innovación de procesos logísticos [5].

Marmolejo-Saucedo & Hartmann [6] afirman que a pesar de que existe la automatización de procesos en diversas empresas, aún sería necesario que la digitalización busque contribuir en la eficiencia y, sobre todo, mejorar la coordinación en toda la cadena de suministro en relación con el sector manufacturero; incluso, esta cadena de suministro tradicional requiere de un mayor nivel de integración; por lo que, la transformación de una cadena de suministro tradicional en una cadena de suministro digital convierte a la primera en un sistema integrado, el cual puede funcionar de una manera interconectada.

Este documento establece como principal objetivo describir las actuales tendencias de la digitalización para la mejora de los procesos logísticos de las empresas manufactureras en Latinoamérica durante los años 2019 al 2022. Se analizó dichas tendencias con respecto a la sostenibilidad de la cadena de suministro, como la creación de herramientas digitales (CRM, ECOVADIS y CSR4UTOOL) para reporte y puntuación que describen posibles riesgos para las empresas operarias en la misma cadena. También, se analizó el aprovechamiento de las tendencias de digitalización en la integración colaborativa de los eslabones de la cadena de suministro (relación entre la industria 4.0, IoT y sistemas Blockchain). Además, se examinó las actuales tendencias de digitalización para la mejora de los procesos logísticos respecto a la calidad y la innovación, listando la relación y selección entre las diferentes herramientas digitales ágiles mencionadas anteriormente que facilitan, optimizan la gestión, generan mayor eficiencia y eficacia para la rentabilidad a un corto plazo.

II. MARCO TEÓRICO

A. *Acerca de la digitalización*

El mundo está sufriendo una transformación vertiginosa por el impacto de las nuevas tecnologías. La transformación digital consiste en el proceso de reorientar una organización hacia la aplicación y el uso de las tecnologías emergentes [7]. Algunos de los elementos que abarca esta industria son el uso de equipos autónomos, robótica, simuladores de procesos, impresoras 3D, inteligencia artificial y equipos que comparten información en tiempo real, etc. [8]. Marmolejo-Saucedo & Hartmann [6] mencionan que solo las empresas que puedan prepararse para el cambio y adoptarlo sobrevivirán en el nuevo entorno empresarial, y es por eso que el gran esfuerzo a nivel humano de digitalizar la organización trae consigo la recompensa de lograr la apertura a un negocio global, donde las posibilidades crecen de manera exponencial y proporcional a la capacidad del equipo de trabajo disponible.

También, los mismos autores mencionan que los negocios que no se adaptan a las nuevas reglas del juego, quedarán obsoletos en participación de mercado [6]. Sin embargo, la transformación de un modelo antiguo a uno digital requiere una organización estricta. Asimismo, Mosquera et al., [7], indican que se necesita de inversión, tanto de personal como tecnológica; de esta manera, la cultura de la empresa requiere de un cambio de mentalidad en los colaboradores que permita el proceso de transformación; actualización constante y formación continua, por cuanto la empresa requiere de personal calificado y en constante formación, capaz de asumir las nuevas formas de trabajo.

B. *Procesos logísticos*

Es importante resaltar que tras el contexto de las organizaciones y por parte de la globalización de la economía, se ha podido dar a conocer una dinámica envuelta a un conocimiento evolutivo sobre el análisis, estudio y comprensión de los procesos logísticos en relación con su

administración de la cadena de suministro [9]. Servera-Francés [10] señala que se creía durante varios años, que el concepto de logística estaba asociado a un proceso, el cual se limitaba únicamente a la realización de actividades operativas en las empresas; es decir, los empresarios tenían la concepción de que los procesos logísticos eran fundamentales debido a que, a través de estos, se realizaba la entrega de productos finales al cliente por medio de los puntos de producción asignados.

Dicha visión limitada hacía que dichas actividades en una empresa manufacturera sean consideradas y ubicadas en segundo plano, lo cual traía como consecuencia que no se destacara su nivel de importancia en la cadena de suministro con base en la generación de valor y de un enfoque en las necesidades del cliente [9]. Sin embargo, es necesario destacar que el uso del análisis para la integración de procesos logísticos en la cadena de suministro, también permite la continuidad en el proceso de suministro y a su vez, en el de producción, lo cual posibilita el acompañamiento de una gestión eficaz y eficiente en el proceso de distribución [11].

El desarrollo de procesos entre empresas por parte de una cadena de suministro suele estar directamente influenciados por la logística de la empresa y la estrategia de cadena de suministro; asimismo, su importancia se enfatiza en la innovación de dichos procesos logísticos y en la gestión de las relaciones logísticas como prácticas importantes, ya que, tras la ampliación de su alcance, se puede generar nuevas prácticas como el desarrollo de nuevos proveedores o una mejor gestión de las relaciones con los actuales [12].

Por lo que, incluso, Ślaski [11] afirma que la mejora de las cadenas de suministro debe ir alineada a una misma dirección en la integración de los procesos logísticos clave, la cual inicia desde los usuarios finales hasta los proveedores, los cuales brindan información, servicios y productos con el objetivo de agregar valor para los clientes y a su vez a las demás partes pertenecientes a dicha cadena en base a la fecha de finalización y riesgo. Tras la aplicación para la mejora de la cadena de suministro, dicho enfoque posee un cuantioso impacto no solo en la mejora general, sino que también que apoya en el desarrollo de los procesos logísticos con base en los pilares de la integración y coordinación, lo cual facilita y promueve un apoyo hacia la operación entre los que cooperan. [11].

C. *Acerca de la Sostenibilidad*

Para Bunclark & Barcellos-Paula [13] la sostenibilidad en la cadena de suministro (SSCM) es una extensión de la logística inversa y de la cadena de suministro verde que ha evolucionado con el tiempo a un consumo consciente, enfocado a la responsabilidad social y el ambiente desde una visión integradora. Asimismo, los autores consideran la sostenibilidad en cómo las empresas buscan lograr un equilibrio entre los beneficios ambientales, sociales y económicos; así como los procesos de gestión que permiten una adecuada integración sostenible en la práctica comercial.

Existen diversos factores que resaltan la importancia de la sostenibilidad en la actualidad, la acelerada degradación de

nuestro planeta por los efectos del cambio climático, la búsqueda de nuevas fuentes de energía renovables y la concientización y promoción de los derechos humanos de las personas involucradas en los procesos de la cadena de suministro; todo ello ha influenciado fuertemente el comportamiento de la oferta y la demanda del mundo empresarial; dichos temas son muy importantes para los gerentes, ya que, grupos de interés como clientes, empleados y los distintos organismos con los cuales opera en conjunto, exigen cada vez más que las organizaciones tomen acción ante el impacto del cual son partícipes [14].

La sostenibilidad sigue siendo un aspecto que aún no suele considerarse en las cadenas de suministro y que, al implementarse, pretende influir positivamente en las afectaciones económicas, sociales y ambientales generadas por costos imprevisibles de conflictos y desastres, emisiones de carbono, reducción de la contaminación, análisis de eficacia y eficiencia, mano de obra, entre otros aspectos que equilibran los problemas desde un punto de vista microeconómico [15]. Se identificaron cuatro enfoques clave en la Gestión de la Cadena de Suministro Sostenible (SSCM): Evaluación del Ciclo de Vida (LCA), Modelos de Equilibrio, Toma de Decisiones Multicriterio (MCDM) y Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Estos enfoques son fundamentales para evaluar los impactos ambientales, equilibrar factores económicos y ambientales, y estructurar el proceso de toma de decisiones informadas en la SSCM. Aplicar estas metodologías ayuda a avanzar hacia una cadena de suministro más sostenible y responsable [16].

Con respecto a la situación de Latinoamérica, Simonova [17] menciona que la participación clave del Estado junto a la implementación de medidas económicas, resultaron de gran importancia para contrarrestar las consecuencias sociales y financieras surgidas a raíz de la crisis ocasionada por el COVID-19. La autora señala que, en la fase posterior a la pandemia, los países de Latinoamérica y el Caribe deben mantener su compromiso en mejorar la eficacia de la asistencia gubernamental y sostener una política fiscal y presupuestaria amplia, para asegurar una recuperación económica y sostenible.

La implementación de un programa de sostenibilidad con respecto a los procesos logísticos es factible siempre y cuando los gerentes tomen acción para el cambio a través del proceso de selección y desarrollo de proveedores, en la selección de modos de transporte y transportistas, las rutas de los vehículos, decisiones en las características de los empaques, entre otros factores [14]. El Impacto actual de la sostenibilidad se logra tras enfocarse en un proceso bien ejecutado más que en un resultado. En una economía globalizada como la de hoy, esto es clave en el compromiso corporativo para mantener la integridad de la marca demostrando una inteligente administración de los costos operativos [13].

D. Integración colaborativa

A lo largo de la historia, las organizaciones se centran específicamente en sus recursos, políticas y limitaciones para poder tomar las mejores decisiones y reducir los costos [18].

Adicionalmente deben considerar más factores como incrementar las interacciones con sus clientes y proveedores para mejorar el proceso de toma de decisiones. Debido a la creciente tecnológica, las empresas externalizan algunas actividades internas, pero a su vez deben implementar o desarrollar herramientas de software para sus subcontratistas para controlar, organizar y colaborar con ellos. Lo que contribuye a la colaboración y ejecución es la relación de la integración de la cadena de suministros [19]. Según Akintoye et al. [20] la gestión de la cadena de suministro (SCM) prescribe una reestructuración organizativa, ampliada a la consecución de una cultura de colaboración en toda la empresa.

Por otro lado, Thomas-Griffin [21] define tres categorías para una mejor integración colaborativa de operaciones como: comprador-vendedor, producción-distribución e inventario-distribución. La programación colaborativa de la fabricación distribuida (CDMS) genera que diversas entidades colaboren juntas al compartir recursos para lograr sus objetivos individuales y colectivos [22]. Asimismo, que este tipo de programación puede darse en varios entornos de fabricación, incluidos los entornos de fabricación ampliados (EME) y las empresas virtuales (VE) [23]. De acuerdo con Ribeiro [24] las entidades y recursos pueden estar geográficamente dispersos y a menudo implican problemas de optimización combinatoria.

E. Calidad e Innovación

Mendoza y Solís [25], definen el concepto de innovación como un proceso que ayuda a la mejora de productos y/o servicios desde el punto de partida de una lluvia de ideas creativas e innovadoras que le den un valor agregado. Es por eso, que implementar este concepto en las empresas suele ser un poco complejo, pero de gran importancia, ya que aporta un valor que suele atraer beneficios a largo plazo. Es así como, en el estudio realizado por Del Carpio y Miralles [26] exponen que la adquisición de herramientas tecnológicas juega un rol importante en el proceso de innovación de una organización. También, señalan que tanto los clientes de la empresa como los socios estratégicos (proveedores) son piezas fundamentales en el proceso, ya que contribuyen a la empresa con información, tecnologías y sobre las necesidades que hay en el mercado. En la investigación realizada por Ahuja et al. [27] mencionan que en muchas empresas las barreras a la innovación suelen ser difíciles de superar si no se cuentan con prácticas y procesos de calidad que ayuden a que el entorno en la organización y la cultura tengan una buena relación, favoreciendo así a la innovación. Con respecto a la calidad esta consiste en la estandarización de los procesos, la implementación de controles operativos y la mejora continua. Asimismo, suele ser una de las estrategias que más se utilizan en las organizaciones para poder ser sostenibles y competitivas en el tiempo [25].

En cuanto a la relación entre los conceptos de calidad e innovación, Ahuja et al. [27] hablan de que la gestión de calidad tiene relación con la estandarización, ya que esto conlleva a que el campo de innovación tenga una disminución puesto que

existe la idea de que ésta y la gestión de la calidad, pueden manejarse al mismo tiempo y generar beneficios en conjunto.

III. METODOLOGÍA

Con el objetivo de responder a la pregunta principal de la presente investigación, se optó por la aplicación de metodología del tipo de revisión sistemática. De esta manera se recopilamos investigaciones desde el 2011 hasta el 2022 obtenidas en los recursos de investigación de Scopus, WOS y Scielo; para lo cual, se tomaron seis términos clave los cuales fueron: “sostenibilidad”, “integración colaborativa”, “procesos logísticos”, “calidad e innovación”, “digitalización”, “supply chain”. Con base en lo descrito, con la búsqueda de publicaciones indexadas entre los cuartiles (Q1 y Q4), se llegó a obtener un total de 60 fuentes que relacionan la digitalización con los procesos logísticos en las empresas manufactureras de Latinoamérica.

Es por ello, que se busca analizar si las actuales tendencias de la digitalización mejoran los procesos logísticos de las empresas manufactureras en Latinoamérica, respecto a las variables de sostenibilidad, integración colaborativa, calidad y proceso de innovación durante los años 2019 y 2022, y más aún si se desea responder al problema central enlazado a la actualidad acerca de cuáles serían finalmente estas tendencias de la digitalización para la mejora de procesos logísticos de dichas empresas relacionados a este sector y a este continente, durante los años 2019 y 2022. Cabe resaltar que, dentro de las 60 fuentes encontradas anteriormente, se consideraron como instrumentos a los papers de investigación obtenidos de repositorios siendo 31 los considerados para el análisis bibliográfico.

Tabla 1.

Dimensiones que influyen en la digitalización y procesos logísticos por años

Dimensión	Autores	Año
Calidad e innovación	Ahuja et al.	2020
	Del Carpio Gallegos, J. F., & Miralles, F.	2019
	Falcón et al.	2019
	Luomaranta, T; & Martinsuo, M.	2020
	Mendoza, U., & Solís, F. T.	2022
	Paredes et al.	2018
	Wang, Q. & Wei, Y.	2023
Digitalización	Chaim et al.	2018
	Ferreira, C. & Lind, F.	2022
	Guo, X. & Chen, X.	2023
	Marmolejo-Saucedo, J. & Hartmann, S.	2020
	Mosquera et al.	2019
	Pratapa et al.	2022
	Rondini et al.	2017

	Trujillo et al.	2022
Procesos logísticos	Ardolino et al.	2022
	Daron, M.	2022
	Mueller, D & Vogelsang, F.	2021
	Rahamneh et al.	2023
	Rostek, M.	2022
	Servera-Francés, D.	2011
	Skerlic, S. & Sokolovskij, E.	2019
	Strandhagen et al.	2019
	Woschank, M., Dallasega, P.	2021
	Mellat-Parast, M., & Spillan, J. E.	2019
	Chaim et al. Mellat-Parast, M., & Spillan, J. E.	2018
Integración colaborativa	Eslamia et al. Chaim et al.	2019
Sostenibilidad	Ferreira et al. Eslamia et al.	2023
	Jamkhaneh et al. Ferreira et al.	2022
	Mathess et al. Jamkhaneh et al.	2023
	Rivas et al. Mathess et al.	2020
	Rondini et al. Rivas et al.	2017
	Rondini et al.	2017

Nota. En la tabla se muestra las dimensiones que influyen en la digitalización y procesos logísticos por años.

Tabla 2.

Autores por número de citas, fuente y tamaño de la muestra utilizados que influyen en la digitalización y procesos logísticos

Autor	Suma de N° de citas	Fuente	Tamaño de la muestra
Ahuja et al.	3	SCOPUS	125
Ardolino et al.	0	SCOPUS	91
Chaim et al.	35	SCOPUS	26
Daron, M.	0	WOS	1750
Del Carpio Gallegos, J. F., & Miralles, F.	0	SCOPUS	856
Eslamia et al.	43	SCOPUS	115
Falcón et al.	143	SCOPUS	0
Ferreira et al.	0	SCOPUS	764
Ferreira, C. & Lind, F.	2	SCOPUS	1
Guo, X. & Chen, X.	1	SCOPUS	2848
Jamkhaneh et al.	10	SCOPUS	50
Luomaranta, T; & Martinsuo, M.	25	WOS	20
Marmolejo-Saucedo, J. & Hartmann, S.	8	SCOPUS	0
Mathess et al.	1	SCOPUS	1044
Mellat-Parast, M., & Spillan, J. E.	45	WOS	180
Mendoza, U., & Solís, F. T.	0	SCOPUS	30
Mosquera et al.	0	SCOPUS	0

Mueller, D & Vogelsang, F.	1	SCOPUS	1
Paredes et al.	3	SCOPUS	30
Pratapa et al.	4	SCOPUS	7
Rahamneh et al.	635	SCOPUS	455
Rivas et al.	9	SCOPUS	6
Rondini et al.	51	SCOPUS	0
Rostek, M.	0	WOS	0
Servera-Francés, D.	28	SCOPUS	37
Skerlic, S. & Sokolovskij, E.	2	WOS	1
Strandhagen et al.	7	SCOPUS	24
Trujillo et al.	0	SCOPUS	210
Wang, Q. & Wei, Y.	1	SCOPUS	7215
Woschank, M., Dallasega, P.	8	SCOPUS	669

Nota. En la tabla se muestra los autores por número de citas, fuente y tamaño de la muestra utilizados que influyen en la digitalización y procesos logísticos.

Tabla 3.

Análisis por países según las dimensiones

País	Calidad e innovación	Digitalización	Procesos Logísticos	Sostenibilidad	Total
México	3	1			4
Alemania			1	2	3
Italia			2	1	3
Perú	2	1			3
China	1	1			2
Polonia			2		2
Otros < 2	1	3	6	4	14
Total	7	6	11	7	31

Nota. En la tabla se muestra el análisis por países según las dimensiones.

Tabla 4.

Cantidad de citas por codificación realizada en Atlas.Ti

Número	Tipo de objetivo	Campo	Cantidad de citas
1	1	Sostenibilidad	12
2	2	Integración Colaborativa	10
3	3	Calidad e Innovación	24
4	1;2;3	Digitalización	18
5	1;2;3	Procesos Logísticos	14

Nota. En la tabla se muestra los diferentes campos por objetivo y la cantidad de citas en donde han sido utilizadas.

IV. RESULTADOS

A. Tendencias de la digitalización respecto a la sostenibilidad de la cadena de suministro

Existe la creencia de que el desarrollo de tecnologías y su implementación permitirán a las empresas manufactureras mejorar su desempeño [28] y simultáneamente lograr la sostenibilidad ambiental, social y económica. Esta creencia se confirma, ya que diversos autores [28] mencionan que la tecnología es el principal aporte para implementar la Industria 4.0 en las empresas manufactureras.

La implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por parte de las empresas manufactureras contribuye mucho a este avance tecnológico (por ejemplo, fabricación integrada por computadora, planificación de procesamiento asistida por computadora, fabricación asistida por computadora, tecnologías para el diseño asistido por computadora, robots industriales, sistemas de fabricación flexible, control numérico computarizado [28]).

Es importante resaltar que tanto los conceptos como las tecnologías de Logística 4.0, suelen tener un impacto significativo en la sostenibilidad y en la resiliencia de las empresas manufactureras, lo que también se indica en la literatura reciente y la estrategia europea de la industria [29]. De igual manera, la Industria 4.0 apunta a la digitalización y automatización de procesos, debido a que tiene como objetivo fusionar la tecnología de la información con la producción y la logística [29]. Industria 4.0 también se describe como la cuarta revolución industrial y representa la tendencia actual de las tecnologías de automatización en manufactura y cubre especialmente las tecnologías habilitadoras (por ejemplo, Internet de las cosas (IoT), sistemas ciberfísicos (CPS), computación en la nube) [28].

Además, dentro de este contexto tecnológico, se ha identificado que la simulación híbrida es una técnica prometedora para evaluar la sostenibilidad en la cadena de suministro, puesto que, combina diferentes enfoques de modelado digital y sobre las capacidades de las tecnologías emergentes para lograr representar y analizar sistemas complejos de manera efectiva [30]. Esta técnica está siendo cada vez más utilizada como una herramienta de apoyo para el desarrollo de sistemas de productos y servicios sostenibles, permitiendo identificar áreas críticas de mejora y reducción de impactos ambientales y sociales [31]. De esta manera, la simulación híbrida se posiciona como un recurso valioso en la investigación y desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje.

Según Chaim et al., [32], dichos entornos permitirán la inclusión de indicadores de desempeño de sostenibilidad que posibilitan la incorporación de prácticas de ecodiseños en los procesos de producción de las empresas, una mayor conciencia corporativa y mejor compromiso de los empleados y directivos. Otros estudios han analizado la relación cooperativa entre humanos y robots. Por ejemplo, en muchas fábricas de automóviles, diversas partes del proceso de fabricación y ensamblado son realizadas por robots para minimizar el tiempo de producción en el ensamblaje de placas de circuito impreso mediante la asignación de tareas precisas que reducen desperdicios [33].

B. Tendencias de la digitalización respecto a la integración colaborativa de la cadena de suministro

Rahamneh et al., [34] señalan que la transformación digital en las cadenas de suministro crea oportunidades para aumentar la disponibilidad de información y mejorar la logística entre organizaciones, y trabajar en la transparencia y claridad de la información al poder acceder a información oportuna y controlarla. Tomando en consideración lo expresado anteriormente, dicha integración colaborativa mantiene un vínculo estrecho con los procesos logísticos dentro de la cadena de suministro.

La integración de la cadena de suministro se define como prácticas y procedimientos a través de los cuales las empresas obtienen eficiencias operativas y estratégicas tanto interna como externas, a través de la colaboración entre funciones con otras empresas [12]. Incluso, es mucho más que compartir información y el desarrollo de canales de comunicación adecuados debido a que se requiere inversiones significativas en el desarrollo de procesos interorganizacionales, la toma conjunta de decisiones y la gestión de relaciones entre empresas; Asimismo, cabe destacar que ello requiere una nueva norma social y una gestión productiva de las relaciones con clientes y proveedores. Esto también puede requerir un cambio en la cultura y estructura organizacional para facilitar el proceso de integración [12]. Por tal razón, Servera-Francés [10] señala que una posible implantación del concepto de función logística integral le otorga a esta una posición privilegiada en la integración y coordinación de las funciones internas de la empresa, con el objetivo de satisfacer los requisitos de los clientes, sin olvidar que es la única función empresarial que interactúa con los diversos agentes externos a la organización, tales como proveedores, socios o clientes en el proceso manufacturero.

En estos momentos, los cambios en la economía han elevado la importancia de la logística y la gestión de la producción, debido a factores como la creciente globalización del mercado, el aumento de la competencia a nivel global, la mejora en los procesos de fabricación y tecnología de producción, la adopción de nuevas tecnologías, un mayor enfoque en la calidad de los procesos, productos y servicio al cliente, así como las crecientes expectativas de los compradores [35]. Los costos logísticos son específicos, ya que pueden incurrir en diferentes funciones comerciales en una empresa, como ventas, compras, fabricación y logística. Asimismo, la buena gestión de estos costes depende especialmente del conocimiento de los procesos logísticos y del nivel de coordinación entre las funciones empresariales implicadas en la cadena de suministro de la empresa [36].

La planificación logística es uno de los elementos clave del funcionamiento de las empresas modernas. Entidades comerciales que no prestan atención a esta parte de la gestión de sus actividades no pueden tener éxito en la realidad del mercado actual; Asimismo, la planificación logística en una empresa tiene un objetivo específico establecido de antemano,

que puede aumentar ingresos, reducir costos, acortar plazos de entrega, etc [37]. La innovación en la cadena de suministro representa la posibilidad de que las empresas manufactureras mejoren su competitividad cambiando su red de cadena de suministro, tecnología, proceso o una combinación de estos [38].

C. Tendencias de la digitalización respecto a la calidad y el proceso de innovación de la cadena de suministro

La integración de procesos de tecnología digital la producción manufacturera flexible, brinda a las fábricas la capacidad de reducir costos, mejorar la producción, cumplir con los compromisos de entrega y beneficiarse de los beneficios de la transformación digital [34]. Esto se debe a que las herramientas digitales proporcionan a las organizaciones soluciones tecnológicas que les permiten tener sus procesos internos automatizados, logrando así una cultura digital en la que todos están involucrados en la empresa [3]. También, Trujillo Valdiviezo, Mejía Ayala y Ríos Yovera [3] sostienen que las tecnologías digitales tienen un poder alto en las organizaciones, y que el uso de la transformación digital proporciona un cambio importante en los modelos de negocio, las direcciones de operaciones y tácticas y en las estrategias. Sin embargo, esta transformación digital afecta al capital humano de la empresa, ya que a veces es lógico que los empleados se muestren reticentes al cambio, por lo que hay que trabajar en una nueva cultura empresarial que valore las ventajas de la digitalización y sus procesos. Formar a los trabajadores para que se involucren con la transformación, es fundamental [7].

En cuanto al tema de calidad e innovación es importante mencionar que la calidad es una de las estrategias más utilizadas por las empresas para lograr la sostenibilidad y competitividad, ya que mediante esta permite normalizar los procesos de producción y manufactura, y establecer controles en las operaciones, para el autoaprendizaje y la mejora continua [25]. Se debe impulsar una cultura de innovación, no solo en los procesos y para cumplir con las necesidades que demanda la empresa como tradicionalmente se hace OJO (Vera & Vera, 2013, como se cita en Paredes et al., 2018), sino también en los productos y en la organización del trabajo. Debido a que, la innovación en procesos hace posible aumentar la productividad, la innovación progresiva en productos permite la diferenciación respecto a los competidores y abre nuevos mercados.

Según Del Carpio Gallegos y Miralles [26] las empresas mejoran su capacidad de innovación mediante la adquisición de maquinaria, equipos y hardware. Así afirman que, para las empresas brasileñas, la compra de maquinarias y equipos mejoró los resultados de innovación y procesos. En la misma línea, Hilbolling et al., como se cita en Guo y Chen, [39] discutieron cómo las empresas implementan una estrategia de plataforma digital para promover la innovación abierta en la economía digital. Su et al., como se cita en Guo y Chen, [39] encontraron que empresas conocidas como Google y Microsoft construyen un ecosistema de innovación a gran escala entre

múltiples plataformas en virtud de sus sólidas capacidades de tecnología digital y ventajas de recursos; utilizando un modelo multiagente. Esto también se ve reflejado en la realidad del sector manufacturero peruano, ya que la forma más común en las actividades de innovación que realiza la industria suele ser la adquisición de maquinaria, hardware y software, obteniendo resultados que muestran cómo la adquisición de tecnología favorece la innovación tecnológica [26].

Respecto a la digitalización, el Internet de las cosas (IoT) está a la vanguardia de la transformación de la comunicación entre socios de la cadena de suministro. Permite la gestión dinámica de las operaciones de la red global [40] A su vez, la realidad aumentada (AR) es una tecnología de interacción humano-computadora que ofrece información virtual en un modo de tiempo real y también es interactivo. Se encontró que mejoraba la eficiencia del proceso de desmontaje realizado por operadores humanos, optimizando así el proceso de recuperación de núcleos para manufacturados [40].

Por tal razón, el gran esfuerzo a nivel humano de digitalizar la organización trae consigo la recompensa de lograr la apertura a un negocio global, donde las posibilidades crecen de manera exponencial y proporcional a la capacidad del equipo de trabajo disponible [6].

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

Se puede concluir que la tecnología es el principal aporte para implementar conceptos de Industria 4.0, que abarca la digitalización y automatización de procesos. Por ejemplo, uno de ellos es la implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), lo cual incluye la fabricación integrada por computadora, planificación de procesamiento asistida por computadora, fabricación asistida por computadora, tecnologías para el diseño asistido por computadora, robots industriales, sistemas de fabricación flexible y control numérico computarizado. Asimismo, la Industria 4.0 cubre especialmente las tecnologías habilitadoras, por ejemplo, Internet de las cosas (IoT), sistemas ciber físicos (CPS), computación en la nube. Otra de estas tendencias es la simulación híbrida, que no es más que una técnica de apoyo para el desarrollo de sistemas de productos y servicios sostenibles, permitiendo identificar áreas críticas de mejora y reducción de impactos ambientales y sociales.

Además, se puede inferir que la integración colaborativa en la cadena de suministro no solo permite que las empresas manufactureras puedan alcanzar un grado alto de eficiencias estratégicas y operativas a través de colaboración entre funciones internas de diversas áreas de la empresa, sino también, promueven una mejora logística dentro del proceso productivo, requiriendo así un cambio en la cultura y estructura organizacional para ello si es necesario.

La innovación en la cadena de suministro brinda a las empresas manufactureras la oportunidad de mejorar su competitividad mediante cambios en su red de suministro, tecnología y procesos. Además, que los cambios económicos

han elevado la relevancia de la logística y la gestión de la producción; y que los costos logísticos presentan características particulares, ya que pueden surgir en diversas áreas comerciales dentro de una empresa, como ventas, compras, fabricación y logística. También, en esta investigación se lograron identificar aquellas herramientas digitales que son usadas por las empresas manufactureras para mejora en la calidad de sus procesos como son: la implementación de herramientas de hardware, software, realidad aumentada, entre otras.

B. Recomendaciones

Es recomendable promover la simulación híbrida en las empresas manufactureras como herramienta de evaluación en la sostenibilidad de la cadena de suministro. Esta técnica permite analizar sistemas complejos, identificar áreas de mejora y reducir impactos ambientales y sociales específicos en la logística. Al simular diferentes escenarios, se toman decisiones informadas para optimizar procesos logísticos, mejorar eficiencia y obtener beneficios como la reducción del consumo de energía. Además, la simulación híbrida brinda oportunidad de explorar nuevos temas de investigación como integrar tecnologías emergentes como blockchain para mejorar la trazabilidad y transparencia de la cadena de suministro. También se pueden investigar enfoques innovadores para gestión de residuos, optimización de rutas de transporte y reducción de emisiones de carbono. Estos temas de investigación derivados contribuyen al desarrollo de estrategias sostenibles en la gestión de la cadena de suministro en el contexto de la digitalización.

Se recomienda que, para futuras investigaciones, los investigadores se enfoquen en realizar un proceso de agrupación e integración de diversos expertos en las diferentes áreas de una organización para un equipo de proyecto manufacturero, como una oportunidad para comprender la imagen completa del sistema operativo en relación con los procesos logísticos. Esto facilitará de que las empresas no solo puedan mantener la disponibilidad y la claridad de la información durante la cadena de suministro, sino también para obtener una mayor capacidad de control de estos procesos logísticos. Cabe resaltar que dentro de la integración colaborativa se puede incluir nuevas redes de colaboración empresarial o plataformas digitales, considerando así la integración vertical, la cual incluye tanto a los operadores como a los gerentes. Este tema de investigación contribuye a la facilitación de la comunicación organizacional y a la coordinación de las funciones internas con el apoyo de los recursos compartidos dentro de la cadena de suministro.

Se sugiere que se realicen futuras investigaciones en relación con todo el proceso de adaptación, retos y desafíos que presentan las empresas del sector para poder enfrentarse a la transformación digital de su cadena de suministro y con ello poder identificar si la aplicación de las nuevas tendencias de digitalización contribuye a la mejora en la calidad e innovación de sus procesos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de la presente investigación agradecen el apoyo recibido por el Grupo de Investigación de Negocios Internacionales y la Dirección de Investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

REFERENCIAS

- [1] M. Tomičić Furjan, K. Tomičić-Pupek, and I. Pihir, "Understanding Digital Transformation Initiatives: Case Studies Analysis," *Business Systems Research Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 125–141, Mar. 2020, doi: 10.2478/bsrj-2020-0009.
- [2] A. Creazza, C. Colicchia, S. Spiezia, and F. Dallari, "Who cares? Supply chain managers' perceptions regarding cyber supply chain risk management in the digital transformation era," *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 27, no. 1, pp. 30–53, Jan. 2022, doi: 10.1108/SCM-02-2020-0073.
- [3] G. Trujillo Valdiviezo, D. Mejía Ayala, and V. Ríos Yovera, "transformación digital y los procesos empresariales en las empresas manufactureras," *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review /Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, vol. 11, no. Monográfico, pp. 1–12, Dec. 2022, doi: 10.37467/revtechno.v11.4490.
- [4] C. A. González Chávez, G. Unamuno, M. Despeisse, B. Johansson, D. Romero, and J. Stahre, "Analyzing the risks of digital servitization in the machine tool industry," *Robot Comput Integr Manuf*, vol. 82, p. 102520, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.rcim.2022.102520.
- [5] C. L. Garay-Rondero, J. L. Martinez-Flores, N. R. Smith, S. O. Caballero Morales, and A. Aldrette-Malacara, "Digital supply chain model in Industry 4.0," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 31, no. 5, pp. 887–933, Dec. 2019, doi: 10.1108/JMTM-08-2018-0280.
- [6] J. Marmolejo-Saucedo and S. Hartmann, "Trends in digitization of the supply chain: A brief literature review," *EAI Endorsed Transactions on Energy Web*, p. 164113, Jul. 2018, doi: 10.4108/eai.13-7-2018.164113.
- [7] G. G. Mosquera Yépez, L. R. Espinoza Roca, and J. D. Chancay Quimis, "Transformación digital e innovación," *RECIAMUC*, vol. 6, no. 3, pp. 736–744, Jul. 2022, doi: 10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.736-744.
- [8] M. A. Díaz Martínez, R. V. Román Salinas, A. D. Santiago Santiago, C. M. Barrios, and R. Z. Cruz, "Industria 4.0 y la digitalización hacia la satisfacción laboral de las organizaciones en Tampico, Tamaulipas, México," *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, vol. 30, pp. 43–57, Dec. 2020, doi: 10.46661/revmetodoscuanteconempresa.3992.
- [9] T. Fontalvo-Herrera, E. De-la-Hoz-Granadillo, and A. Mendoza-Mendoza, "Procesos Logísticos y La Administración de la Cadena de Suministro.," *Saber, Ciencia y Libertad*, vol. 14, no. 2, pp. 102–112, Dec. 2019, doi: 10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5880.
- [10] D. Servera-Francés, "Concepto Y Evolución De La Función Logística," *Innovar*, vol. 20, 2010, Accessed: Jan. 21, 2024. [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-50512010000300016&script=sci_arttext
- [11] P. Ślaski, "Logistics Processes Management In Supply Chain," *Archives of Business Research*, vol. 5, no. 1, Jan. 2017, doi: 10.14738/abr.51.2457.
- [12] M. Mellat-Parast and J. E. Spillan, "Logistics and supply chain process integration as a source of competitive advantage," *The International Journal of Logistics Management*, vol. 25, no. 2, pp. 289–314, Aug. 2014, doi: 10.1108/IJLM-07-2012-0066.
- [13] L. Bunclark and L. Barcellos-Paula, "Sustainability reporting for sustainable supply chain management in Peru," *Sustain Prod Consum*, vol. 27, pp. 1458–1472, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.spc.2021.03.013.
- [14] C. R. Carter and P. Liane Easton, "Sustainable supply chain management: evolution and future directions," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 41, no. 1, pp. 46–62, Feb. 2011, doi: 10.1108/09600031111101420.
- [15] B. L. Santos Hernández and Ma. L. G. Ruvalcaba Sánchez, "Sostenibilidad de las cadenas de suministro humanitarias: perspectivas y desafíos," *Revista Venezolana de Gerencia*, 2019, doi: 10.37960/revista.v24i2.31485.
- [16] M. R. Saavedra M., C. H. de O. Fontes, and F. G. M. Freires, "Sustainable and renewable energy supply chain: A system dynamics overview," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 82, pp. 247–259, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.09.033.

- [17] L. Símonova, “Technological Renewal and Sustainable Development of Latin America,” *IBEROAMERICA*, no. 2, pp. 5–34, 2021, doi: 10.37656/s20768400-2021-2-01.
- [18] G. Neubert, Y. Ouzrout, and A. Bouras, “Collaboration and integration through information technologies in supply chains,” *International Journal of Technology Management*, vol. 28, no. 2, p. 259, 2004, doi: 10.1504/IJTM.2004.005065.
- [19] H. L. Lee and S. Whang, “e-Business and Supply Chain Integration,” 2004, pp. 123–138. doi: 10.1007/0-387-27275-5_8.
- [20] A. Akintoye, G. McIntosh, and E. Fitzgerald, “A survey of supply chain collaboration and management in the UK construction industry,” *European Journal of Purchasing & Supply Management*, vol. 6, no. 3–4, pp. 159–168, Dec. 2000, doi: 10.1016/S0969-7012(00)00012-5.
- [21] D. J. Thomas and P. M. Griffin, “Coordinated supply chain management,” *Eur J Oper Res*, vol. 94, no. 1, pp. 1–15, Oct. 1996, doi: 10.1016/0377-2217(96)00098-7.
- [22] G. D. Putnik *et al.*, “Collaborative Engineering definition: Distinguishing it from Concurrent Engineering through the complexity and semiotics lenses,” *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1174, no. 1, p. 012027, Aug. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1174/1/012027.
- [23] G. Vieira, M. L. R. Varela, and G. D. Putnik, “Technologies Integration for Distributed Manufacturing Scheduling in a Virtual Enterprise,” 2012, pp. 337–347. doi: 10.1007/978-3-642-31800-9_34.
- [24] M. L. R. Varela and R. A. Ribeiro, “Distributed Manufacturing Scheduling Based on a Dynamic Multi-criteria Decision Model,” 2014, pp. 81–93. doi: 10.1007/978-3-319-06323-2_6.
- [25] U. Mendoza-Arviso and F. T. Solís-Rodríguez, “Calidad, conocimiento e innovación de procesos de manufactura en Ciudad Juárez, México,” *Retos*, vol. 12, no. 23, pp. 83–109, Mar. 2022, doi: 10.17163/ret.n23.2022.05.
- [26] J. F. Del Carpio Gallegos and F. Miralles, “Analyzing technological innovation in low and medium-low tech peruvian manufacturing companies,” *Contaduría y Administración*, vol. 64, no. 4, p. 131, Nov. 2018, doi: 10.22201/fca.24488410e.2018.1830.
- [27] L. Ahuja Sánchez, N. B. Yépez Ríos, and Á. R. Pedroza Zapata, “La relación entre gestión de la calidad total (GCT) y gestión de la tecnología /I+D (GT/I+D) en empresas de manufactura en México,” *Contaduría y Administración*, vol. 65, no. 1, p. 148, Jan. 2019, doi: 10.22201/fca.24488410e.2019.1698.
- [28] J. J. Ferreira, J. M. Lopes, S. Gomes, and H. G. Rammal, “Industry 4.0 implementation: Environmental and social sustainability in manufacturing multinational enterprises,” *J Clean Prod*, vol. 404, p. 136841, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.136841.
- [29] M. Woschank and P. Dallasega, “The Impact of Logistics 4.0 on Performance in Manufacturing Companies: A Pilot Study,” *Procedia Manuf*, vol. 55, pp. 487–491, 2021, doi: 10.1016/j.promfg.2021.10.066.
- [30] A. Rondini, F. Tornese, M. G. Gnoni, G. Pezzotta, and R. Pinto, “Hybrid simulation modelling as a supporting tool for sustainable product service systems: a critical analysis,” *Int J Prod Res*, vol. 55, no. 23, pp. 6932–6945, Dec. 2017, doi: 10.1080/00207543.2017.1330569.
- [31] Y. Eslami, M. Dassisti, M. Lezoche, and H. Panetto, “A survey on sustainability in manufacturing organisations: dimensions and future insights,” *Int J Prod Res*, vol. 57, no. 15–16, pp. 5194–5214, Aug. 2019, doi: 10.1080/00207543.2018.1544723.
- [32] O. Chaim, B. Muschard, E. Cazarini, and H. Rozenfeld, “Insertion of sustainability performance indicators in an industry 4.0 virtual learning environment,” *Procedia Manuf*, vol. 21, pp. 446–453, 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.02.143.
- [33] 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, p. 100053, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.clscn.2022.100053.
- [34] A. A. AL Rahamneh *et al.*, “The effect of digital supply chain on lean manufacturing: A structural equation modelling approach,” *Uncertain Supply Chain Management*, vol. 11, no. 1, pp. 391–402, 2023, doi: 10.5267/j.uscm.2022.9.003.
- [35] M. Rostek, “Productivity and improvement of logistics processes in the company manufacturing vehicle semi-trailers – Case study,” *Production*

- Engineering Archives*, vol. 28, no. 4, pp. 309–318, Dec. 2022, doi: 10.30657/pea.2022.28.39.
- [36] S. Škerlić and E. Sokolovskij, “A MODEL FOR MANAGING LOGISTICS COSTS THROUGHOUT A PRODUCT’S LIFE CYCLE: A CASE STUDY OF A MULTINATIONAL MANUFACTURING COMPANY,” *Transport*, vol. 34, no. 5, pp. 517–528, Aug. 2019, doi: 10.3846/transport.2019.11080.
- [37] M. Daroń, “Simulations in planning logistics processes as a tool of decision-making in manufacturing companies,” *Production Engineering Archives*, vol. 28, no. 4, pp. 300–308, Dec. 2022, doi: 10.30657/pea.2022.28.38.
- [38] T. Luomaranta and M. Martinsuo, “Supply chain innovations for additive manufacturing,” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 50, no. 1, pp. 54–79, Dec. 2019, doi: 10.1108/IJPDLM-10-2018-0337.
- [39] X. Guo and X. Chen, “The Impact of Digital Transformation on Manufacturing-Enterprise Innovation: Empirical Evidence from China,” *Sustainability*, vol. 15, no. 4, p. 3124, Feb. 2023, doi: 10.3390/su15043124.
- [40] P. Pratapa, R. Subramoniam, and J. Gaur, “Role of Standards as an Enabler in a Digital Remanufacturing Industry,” *Sustainability*, vol. 14, no. 3, p. 1643, Jan. 2022, doi: 10.3390/su14031643.