



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: XI Número: 1. Artículo no.:78 Período: 1ro de septiembre al 31 de diciembre del 2023

TÍTULO: Sistematización teórica de la Industria 4.0 en el área de logística.

AUTORES:

1. Dr. Ricardo Patricio Medina Chicaiza.
2. Est. Daisy Abigail Toapanta Tipantasig.

RESUMEN: Industria 4.0 es un término empleado para hacer referencia a tecnologías modernas que inciden significativamente en el funcionamiento de la industria, tiene una gran repercusión en la logística al transformar la forma de gestionar y operar los procesos con métodos de trabajo más optimizados. Por ello, el artículo tiene como objetivo realizar un acercamiento teórico a las tecnologías de la industria 4.0 con aplicación en la logística. Se emplea una metodología de enfoque histórico-lógico con el modelo Kitchenham apoyada en la herramienta *Rayyan*. Los resultados ponen de manifiesto diversas tecnologías que son posibles de aplicar en los procesos logístico (recepción, almacenaje, despacho y distribución), para lo cual resulta clave estudiar a fondo la condición y las necesidades de la empresa.

PALABRAS CLAVES: automatización, industria 4.0, logística, transformación digital.

TITLE: Theoretical systematization of Industry 4.0 in the logistics area.

AUTHORS:

1. PhD. Ricardo Patricio Medina Chicaiza.
2. Stud. Daisy Abigail Toapanta Tipantasig.

ABSTRACT: Industry 4.0 is a term used to refer to modern technologies that have a significant impact on the operation of the industry, it has a great impact on logistics by transforming the way of managing and operating processes with more optimized working methods. Therefore, the article aims to make a theoretical approach to Industry 4.0 technologies with application in logistics. A historical-logical approach methodology is employed with the Kitchenham model supported by Rayyan tool. The results reveal various technologies that can be applied in logistics processes (reception, storage, dispatch, and distribution), for which it is essential to study in depth the condition and needs of the company.

KEY WORDS: automatization, industry 4.0, logistics, digital transformation.

INTRODUCCIÓN.

Tras el inicio de la Industria 4.0 emprendido en el año 2011 en Alemania, es la transformación de los mercados industriales en búsqueda de la eficiencia con los procesos de fabricación inteligentes a la cabeza (Uribe et al., 2021).

La industria 4.0 ha creado nuevas oportunidades y factores de vulnerabilidad que deben ser gestionados y dominados para influir positivamente en las empresas (Büchi et al., 2020). Se enfrentarán a un proceso de cambio que implica un alto grado de incertidumbre asociada (Silva et al., 2022). En este sentido, la capacidad mejorada de comunicación, procesamiento y operación basándose en la utilización de la información en tiempo real proporcionará un amplio conjunto de soluciones viables a las crecientes necesidades de digitalización y puede llevar a las empresas a alcanzar niveles superiores de rendimiento (Xu et al., 2018; Tortella et al., 2023).

La logística y el almacenamiento es el núcleo de la empresa, por lo cual, su desarrollo y mejora inteligente son de gran importancia para su supervivencia y crecimiento; se caracteriza por ser un campo diverso y de gran complejidad por la expansión de los sectores y la relación estrecha que existe entre el ser humano y las tecnologías modernas (Xie y Chen, 2022).

Al tratarse de un área de gran relevancia para la aplicación de las nuevas tecnologías de la industria 4.0, las empresas se focalizan cada vez más en la logística, al considerarla como un punto estratégico para ganar competitividad en el mercado; además, posibilita responder a las demandas particularizadas de clientes sin elevar los costes (Winkelhaus y Grosse, 2020).

Como es de esperar, son numerosas las publicaciones y artículos que abordan las oportunidades que trae la Cuarta Revolución Industrial para el sector empresarial; sin embargo, existe un déficit de investigación de la industria 4.0 con relación a la logística. De este modo, se ha planteado como objetivo sistematizar la teoría de la Industria 4.0 aplicada a la logística, de forma que aporte a la sociedad investigadora como a la toma de decisiones en las empresas para la optimización de sus procesos.

DESARROLLO.

Una revisión de la literatura hace posible la sustentación, el análisis e interpretación de modo sintetizado de las investigaciones y estudios relevantes existentes de la industria 4.0 y los aportes en la logística. Este trabajo se basa en un método histórico-lógico y comprende tres etapas conforme al modelo de Kitchenham: planear, realizar la revisión y documentar (Khan et al., 2023). En una primera fase se establecen tres interrogantes:

RQ1: ¿Cómo ha evolucionado la industria?

RQ2: ¿Cuáles son las vías de aplicación de la industria 4.0?

RQ3: ¿De qué modo han aportado las tecnologías de la Industria 4.0 en la logística?

Los motores de búsqueda donde se extrajo la información y utilizados en el planteamiento teórico del tema de investigación corresponden a: *Scopus*, *Web of Science*, *Scielo*. Se partió con la combinación de palabras claves y términos como: industria 4.0 (*industry 4.0*), logística (*logistics*), optimización (*optimization*), toma de decisiones (*decision making*), automatización (*automation*).

La selección preliminar de los artículos se llevó a cabo para determinar su relevancia con relación al tema de investigación a través de la revisión y lectura del título y resumen. Entre los datos obtenidos, hay un total de 1.285 documentos y se trabajó con un total de 57 estudios que respondieron a los criterios definidos para la sistematización teórica.

La fase de documentar la revisión de la sistematización teórica se expone en función de las interrogantes planteadas.

Surgimiento y desarrollo de la industria 4.0.

La Revolución Industrial fue un periodo de transformación de las prácticas industriales en nuevos métodos bajo el dominio de las tecnologías de la época. De momento, tres revoluciones industriales han tenido lugar en el mundo.

A mediados del siglo XVIII inicia la primera revolución industrial con el desarrollo de los motores, tras la introducción de la maquinaria a vapor en las industrias de hierro y la mecanización de la industria textil, lo que hizo posible la producción masiva de bienes e incrementó la eficiencia y la productividad (Mora y Guerrero, 2020); no obstante, la segunda revolución industrial iniciada a la mitad del siglo XIX se caracterizó por las líneas de fabricación que funcionaban con electricidad producida a través del carbón y el petróleo (Pandey et al., 2023). El desarrollo de nuevas tecnologías, la tecnificación de sectores agrícolas, industrias textiles, ferrocarriles, la introducción de maquinaria agrícola también formó parte de esta revolución, lo que permitió una mayor productividad en la producción.

La electrónica y las tecnologías de información forman parte de la tercera revolución industrial que comenzó en los años 70, lo que consiguió automatizar muchos de los procesos en las fábricas que introdujeron estas tecnologías (Stock y Seliger, 2016; Chen et al., 2021).

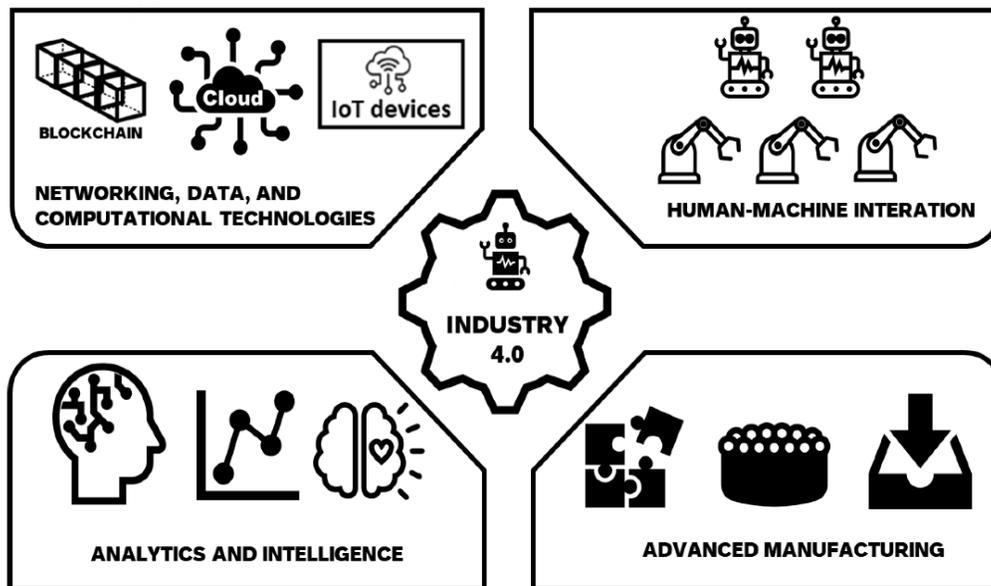
La creación de una fábrica con sistemas de producción conectados y comunicados entre sí, que transformen el modo de fabricar y el de consumir productos y servicios es la cuarta revolución

industrial, lo que permite alcanzar la eficiencia en la producción, flexibilidad y una respuesta inteligente más ágil a las demandas del mercado.

La historia de la industria 4.0 se remonta a partir de crisis financiera mundial del año 2008, como una vía para que las industrias puedan recuperarse de la recesión e impulsen el crecimiento económico (Madsen, 2019); sin embargo, la primera mención de la industria 4.0 fue presentada por el Gobierno alemán en *Hannover Messe*, lugar donde se desarrolló una exposición de tecnologías industriales (Barreto et al., 2017; Kuram, 2021); de tal forma, que la industria 4.0 ha registrado un rápido ascenso meteórico en sus niveles de notoriedad.

La industria 4.0 se sustenta a partir de cuatro grandes tecnologías modernas: las redes, los datos y la informática, la analítica y la inteligencia, la interacción hombre-máquina y la fabricación avanzada, tal como se expone en la figura 2 (Raja y Muthuswamy, 2022).

Figura 2. Bases de las tecnologías de la Industria 4.0.



Fuente: Raja y Muthuswamy (2022).

Industria 4.0 y sus vías de aplicación.

La industria 4.0 está centrada en el asentamiento de sistemas inteligentes y comunicativos dentro de la gestión de producción y servicios con procesos de automatización y digitalización, sistemas electrónicos e informáticos avanzados, con lo que consigue que los dispositivos y sistemas se comuniquen y trabajen de manera autónoma, con la menor intervención humana. Al proporcionar una enorme cantidad de información en un tiempo real es posible respaldar la toma de decisiones con conocimiento y precisión orientadas a lograr procesos ágiles, flexibles y eficientes (Alcácer y Cruz, 2019).

Si bien es cierto que la tecnología ha evolucionado a gran velocidad; sin embargo, se es consciente que los seres humanos no pueden ser sustituidos completamente por los robots o inteligencia artificial, dado que estos dispositivos no pueden emular la auténtica esencia humana. Las tecnologías de la industria 4.0 orientadas al ser humano, ayudan a reducir el esfuerzo del trabajador, y con el uso de herramientas y programas informáticos (*hardware* y *software*) logran crear métodos de trabajo más optimizados y posibilitan el trabajo colaborativo informatizado, hasta el punto de crear seres humanos inteligentes con capacidad de interactuar dinámicamente con las máquinas (Cimini et al., 2023).

El contexto de la industria 4.0 se sitúa en la arquitectura, con el diseño o rediseño de *layout* de las instalaciones industriales y sistemas de fabricación a partir de la simulación en un concepto modular y flexible. Así pues, en las fábricas inteligentes, la distribución de la planta debe ser configurable y capaz de adaptarse a los cambios del proceso en tiempo real; de esa forma, los sistemas de transporte, mantenimiento, maquinaria y muros pueden cumplir de modo flexible las diversas tareas que se han de llevar a cabo (Alpala et al., 2018).

En el ámbito militar, aplican las tecnologías asociadas a la industria 4.0 tales como: la inteligencia artificial, las redes de comunicación, el internet de las cosas (IoT), y las tecnologías destinadas a la sostenibilidad energética; es decir, tecnologías que se ocupan de la inteligencia, la vigilancia de la salud

y seguridad de los soldados, del apoyo logístico, de los materiales de combate, de la detección y neutralización de situaciones de amenazas, de actuación en caso de catástrofes, de la detección de interferencias y de la seguridad de la comunicación (Corzo et al., 2022).

En el ámbito académico, la industria 4.0 ha introducido vías, mecanismos y sistemas de aprendizaje innovadores y flexibles, de modo que los estudiantes puedan hacer frente al mundo laboral del futuro con un pensamiento proactivo, innovador y lógico; esto es, con capacidad para desempeñarse en interfaces modernas dotadas de creatividad a la hora de tomar decisiones y solventar problemas de forma integral (Jin et al., 2022; De la Calle et al., 2022).

En las industrias, la calidad es de gran relevancia dado que constantemente se trabaja en la mejora continua de los procedimientos donde intervienen las personas, los procesos y la tecnología para alcanzar la excelencia; las tecnologías de la industria 4.0 son herramientas de apoyo para alcanzar un mejor rendimiento, una mayor eficiencia y un modelo de negocio mejorado con una analítica avanzada, donde interviene el equipo humano, los procedimientos y la tecnología, siendo así los diferentes aspectos de gestión social (acompañamiento a la alta dirección, formación y aprendizaje) y aspectos de gestión técnico (gestión de los procesos, automatización de datos y el uso de la tecnología) factores críticos para garantizar el éxito digital de la industria (Huang et al., 2022).

En el mercado actual, las industrias de construcción presentan un nivel de competitividad considerable, razón por la cual, optan por implantar las tecnologías de la industria 4.0, con el fin de modernizar los sistemas de gestión y mantenimiento, mejorar la elaboración y ejecución de los planes de construcción y conseguir niveles de mayor inteligencia y sostenibilidad. La informática en la nube, el Big Data, los sistemas ciber-físicos y la analítica avanzada de datos aplicados en la industria ayudan en la optimización de los recursos de la construcción y a alcanzar un mejor rendimiento (Maqbool et al., 2023).

En el ámbito textil, las industrias de Indonesia han presentado un buen crecimiento y rendimiento en todo el mundo, lo que les impulsa a adoptar las tecnologías de la industria 4.0 y aplicarlas en la cadena de suministro. La industria 4.0 incorporada en la cadena de suministro se ve reflejada en el almacenamiento, la valoración, la evaluación del rendimiento y la búsqueda de datos, lo que tiene un impacto positivo; sin embargo, la incorporación de las tecnologías de la Industria 4.0 ha resultado ser un gran reto para las industrias (Chatchawanchanchanakij et al., 2023).

La industria 4.0 está presente en las industrias del caucho de Indonesia, al demostrar la mejora en la gestión de datos con la introducción de sistemas de mayor rendimiento basados en las nuevas tecnologías; se propuso la implantación de ciertos elementos del Big Data: el almacenamiento, la transformación y el procesamiento de datos en el tratamiento de pedidos y en la cadena de suministro, a fin de mejorar las misiones comerciales, dado que la gestión de pedidos tiene una transcendencia crítica en las empresas (Chienwattanasook et al., 2022).

En el ámbito de las ciencias y las empresas, comprende la inclusión de las tecnologías físicas y digitales (fundamentadas en las aplicaciones de *hardware* y *software*) para potenciar la eficiencia, la productividad y la calidad operativa. El elevado impacto de la digitalización de la industria 4.0 ha llevado a que en los últimos tiempos sea una de las prioridades empresariales (Culot et al., 2020).

Figura 3. Recorrido de la Industria 4.0



Fuente: elaborado en InfographVenngage.com

Aportes de las tecnologías de la industria 4.0 en la logística.

El proceso de integración de la industria 4.0 en la logística implica hacer frente a varios desafíos y factores externos a nivel organizativo, además del entorno comercial, la disponibilidad tecnológica, las imprecisiones y la cultura de la industria.

Desde la óptica de la gestión empresarial, se comprueba que la existencia de una infraestructura tecnológica, soluciones digitales y el compromiso de la alta gerencia son los principales facilitadores para la implantación de las tecnologías de la industria 4.0, a fin de crear una logística inteligente (Khan et al., 2022).

Desde la perspectiva de Barreto et al. (2017) y Cimini et al. (2019) se destacan cinco áreas centrales donde las tecnologías de la industria 4.0 son de aplicación en la logística:

- Programación de recursos: Gestión de los recursos utilizados en las operaciones.
- Sistemas de gestión de almacenes: Control, gestión y seguimiento de las operaciones diarias.

- Sistemas de gestión de transporte: Actuación conjunta de un sistema de gestión y un sistema de distribución.
- Sistema inteligente de transporte: Mejora de la seguridad, fiabilidad y rapidez de los desplazamientos.
- Seguridad de la información: Actuaciones de control y protección de la información.

El sistema logístico trabaja en torno a cuatro procesos: recepción, almacenamiento, despacho y envío del producto terminado a los clientes; es así, como se demuestra que diseñar el espacio y las redes de distribución; es decir, minimizar el espacio para el almacenamiento de los productos y reducir el stock, acortar los muelles de recepción de productos de las plantas y ampliar los muelles de despacho de producto terminado a los clientes, permite una mayor flexibilidad en las operaciones, mejorar la seguridad, minimizar los errores humanos y maximizar la productividad en las operaciones (Boonsothonsatit et al., 2020; Perotti et al., 2022).

Es imprescindible saber evaluar el grado de repercusión de la puesta en práctica de estas tecnologías en la productividad de los procesos logísticos, pues así, será posible conocer los beneficios y el éxito en las operaciones. Conforme a Boonsothonsatit et al. (2020) señalan, que para incorporar las tecnologías de la industria 4.0 en la logística se debe adoptar las siguientes fases:

- Estudio de las necesidades del sistema del almacén.
- Definición y obtención de datos.
- Análisis de los datos captados.
- Planteamiento matemático del sistema a desarrollar.
- Configuración del sistema de almacenamiento.
- Comprobación de la adaptabilidad del sistema.
- Validación del sistema aplicado en el almacén.

Una investigación realizada en una empresa del territorio italiano y con el apoyo de su personal estratégico que han decidido emprender un trayecto de innovación en la logística, se conoce que manejaba sus operaciones de la forma tradicional o manual, razón por la cual se decidió implantar el sistema WMS apoyado en tecnologías en la nube que se ajustara a sus necesidades.

El WMS es un *software* de gestión de almacenes que posibilita la recepción y salida de productos, asignación de las ubicaciones, inventarios y otras operaciones con mayor seguridad (Tong et al., 2023).

Las operaciones logísticas: el inventario, el control de stock, la gestión de almacén y el transporte, la asignación de tareas a los operarios y la calendarización de las actividades han sufrido una evolución con la aplicación de determinadas tecnologías: *Software* WMS, sensores RFID, lectores de barras y RFID, drones y dispositivos inteligentes.

Gracias a la adopción de las tecnologías de la industria 4.0 se ha demostrado que el operario tiene acceso al conocimiento de las actividades que se van a desarrollar; la empresa ha podido construir una mejor comunicación en las operaciones, reducir las horas de trabajo de los operarios, y lograr una mejor autonomía en las operaciones diarias (Cimini et al., 2019).

Los datos almacenados en la nube, los sistemas de comunicación entre máquinas, así como los vehículos autónomos y los robots son las principales propuestas tecnológicas para implantar en el área logístico. Un estudio desarrollado con los gestores logísticos de las industrias automovilísticas señala que la incorporación de los vehículos autónomos como tecnología de la industria 4.0 permitirá disminuir el tiempo en las operaciones logísticas de las industrias (Markov y Vitliemov, 2020).

La forma más adecuada de optimizar el tiempo, que el costo de la inversión no sea desmedido, el nivel de familiarización de los colaboradores con las tecnologías y el tiempo de adaptación para ver resultados una vez implantadas las tecnologías no sean prolongadas, han sido los criterios con los que una industria del cableado de automoción ha seleccionado las tecnologías de la industria 4.0 para adaptar a las operaciones logísticas. Los equipos y tecnologías que la empresa seleccionó resultaron

ser: transelevadores, AGV (*Automatic Guided Vehicles*), sistema RFID y escáner, ATLS (*Automatic Truck Loader System*) y código de barras, lo que permitió automatizar y fusionar varias de las operaciones como: manipulación, transporte, validación, paletización, despacho, carga y distribución, con lo que se redujo el *Lead Time* de los procesos, se logró disminuir los riesgos laborales y el número de accidentes, se produjo un impacto positivo en el medio ambiente; además, la adopción de estas tecnologías ha permitido a la empresa obtener un buen rendimiento económico (Kihel et al., 2022).

La investigación realizada en una industria de alimentos y bebidas ha permitido identificar problemas de almacenamiento, gestión de stocks, recogida y preparación de pedidos, búsqueda de ubicaciones, inventario, carga y descarga de camiones, motivo por el cual la empresa llevó a cabo un cambio sustancial al implementar tecnologías de la industria 4.0. Las tecnologías que consiguen mejorar el bienestar de los colaboradores, motivarlos y apoyarlos en sus operaciones fue su primer propósito; de igual forma, se implementó el LoT, RFID, transelevadores y código de barras para desarrollar un almacén más conectado en sus operaciones y sacar mayor provecho del espacio, el *software* WMS para recoger datos y flexibilizar los procesos y la inteligencia artificial como soporte al análisis de datos (Kihel, 2022).

La adopción de las tecnologías señaladas resolvió los problemas de gestión del almacén al permitir el control en tiempo real, reducir los riesgos y accidentes, acortar el tiempo en las operaciones y proporcionar una respuesta ágil a las exigencias de los clientes, lo que significa que han logrado excelentes resultados económicos, sociales y medioambientales.

CONCLUSIONES.

El mundo se ha enfrentado a múltiples retos que han dado lugar a la introducción de tecnologías digitales avanzadas. Las empresas hacen frente a una nueva etapa productiva, propulsada por la informatización, conectividad y automatización, es así como la incorporación de las grandes tecnologías: datos, capacidad analítica e inteligencia, interacción hombre-máquina y transformación

avanzada propician oportunidades, desafíos y capacidad de respuesta en un mercado más global y exigente.

Las diversas vías de aplicabilidad de las tecnologías de la industria 4.0 en la literatura científica muestran que el ser humano inteligente, con capacidad de interactuar estratégicamente con las máquinas, es una parte muy importante e insustituible. Captar, procesar y analizar la información a tiempo real a fin de tomar decisiones más fundamentadas y empíricas, es lo que hace que los procesos sean más rápidos, transparentes y resistentes.

En última instancia, las tecnologías de la industria 4.0 en la logística son herramientas imprescindibles en la empresa para los procesos de recepción, almacenamiento, despacho y distribución de mercaderías a los clientes. Tras analizar varios casos de aplicación, se considera que para implantar las tecnologías es importante realizar un estudio exhaustivo del estado y necesidades de la empresa, dado que la estructura de cada una es diferente y se requiere integrar las tecnologías en las diversas operaciones para obtener, intercambiar y analizar datos que permiten optimizar y automatizar los procesos empresariales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(3), 899-919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
2. Alpala, L., Alemany, M., Peluffo-Ordoñez, D., Bolaños, F., Rosero, A., & Torres, J. (2018). Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an “industry 4.0” context. *DYNA*, 85(207), 243-252. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n207.68545>
3. Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245-1252. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045>

4. Boonsothonsatit, G., Hankla, N., & Choowitsakunlert, S. (2020, del 07 al 09 de abril). Strategic Design for Warehouse 4.0 Readiness in Thailand [conference]. 2nd International Conference on Management Science and Industrial Engineering (MSIE 2020), Osaka, Japan. <https://doi.org/10.1145/3396743.3396744>
5. Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting & Social Change*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>
6. Chatchawanchanchanakij, P., Jermsittiparsert, K., Chankoson, T., & Waiyawuththanapoom, P. (2023). The role of industry 4.0 sustainable supply chain: Evidence from the textile industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 11 (1), 1-10. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.12.006>
7. Chen, X., Éder, M., Shihavuddin, A., & Zheng, D. (2021). A Human-Cyber-Physical System toward Intelligent Wind Turbine Operation and Maintenance. *Sustainability*, 13(2), 561. <https://doi.org/10.3390/su13020561>
8. Chienwattanasook, K., Tancho, N., Onputtha, S., Boonrattanakittibhumi, C., Sriyakul, T., & Waiyawuththanapoom. (2022). The role of industry 4.0 in supply chain sustainability: Evidence from the rubber industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 10(4), 1243-1252. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.8.004>
9. Cimini, Ch., Lagorio, A., Pirola, F., & Pinto, R. (2019). Exploring human factors in Logistics 4.0: empirical evidence from a case study. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 2183-2188. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.529>
10. Cimini, Ch., Romero, D., Pinto, R., & Cavalieri, S. (2023). Task Classification Framework and Job-Task Analysis Method for Understanding the Impact of Smart and Digital Technologies on the Operators 4.0 Job Profiles. *Sustainability*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/su15053899>

11. Corzo-Ussa, G., Álvarez-Aros, E. y Chavarro-Miranda, F. (2022). La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: oportunidad estratégica para Latinoamérica. *Revista Científica General José María Córdova*, 20(39), 717-736. <https://doi.org/10.21830/19006586.882>
12. Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G & Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 226. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107617>
13. De la Calle, M., Rodríguez, J. y González, T. (2022). Las competencias del talento en la Industria 4.0, demanda vs oferta: caso de estudio de la Universidad Rey Juan Carlos, España. *Formación Universitaria*, 15(1), 19-32. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000100019>
14. Huang, Z., Shahzadi, A., & Khan, Y. (2022). Unfolding the Impact of Quality 4.0 Practices on Industry 4.0 and Circular Economy Practices: A Hybrid SEM-ANN Approach. *Sustainability*, 14(23). <https://doi.org/10.3390/su142315495>
15. Jin, S., Abdullah, A., Mokhtar, M., & Abdul, U. (2022). The Potential of Big Data Application in Mathematics Education in Malaysia. *Sustainability*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/su142113725>
16. Khan, A., Ahmad, A., Waseem, M., Liang, P., Fahmideh, M., Mikkonen, T., & Abrahamsson, P. (2023). Software architecture for quantum computing systems – A systematic review. *Journal of Systems and Software*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111682>
17. Khan, S., Singh, R., Sá, J., Santos, G., & Ferreira, L. (2022). Modelling of Determinants of Logistics 4.0 Adoption: Insights from Developing Countries. *Machines*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/machines10121242>
18. Kihel, Y. (2022). Digital Transition Methodology of a Warehouse in the Concept of Sustainable Development with an Industrial Case Study. *Sustainability*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/su142215282>

19. Kihel, Y., Kihel, A., & Embarki, S. (2022). Optimization of the Sustainable Distribution Supply Chain Using the Lean Value Stream Mapping 4.0 Tool: A Case Study of the Automotive Wiring Industry. *Processes*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/pr10091671>
20. Kuram, P. (2021). An In-Depth Analysis of the Various Factors Influencing Industry 4.0 and its Impact on the Overall Performance of the Industrial Sector to Achieve Sustainable Development. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 17(11), 34-36. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v17i11.25325>
21. Madsen, D. (2019). The emergence and rise of industry 4.0 viewed through the lens of management fashion theory. *Administrative Sciences*, 9(3), 71. <https://doi.org/10.3390/admsci9030071>
22. Maqbool, R., Saiba, M., & Ashfaq, S. (2023). Emerging industry 4.0 and Internet of Things (IoT) technologies in the Ghanaian construction industry: sustainability, implementation challenges, and benefits. *Environ Sci Pollut Res*, 30, 37076-37091. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24764-1>
23. Markov, K. & Vitliemov, P. (2020, del 14 al 16 de mayo). Logistics 4.0 and supply chain 4.0 in the automotive industry [conference]. *9th International Scientific Conference "TechSys 2020" - Engineering, Technologies and Systems*, Plovdiv, Bulgaria. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/878/1/012047>
24. Mora-Sánchez, D., y Guerrero-Marín, L. (2020). Industria 4.0: el reto en la ruta hacia las organizaciones digitales. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*, (8), 186–209. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.7>
25. Pandey, V., Sircar, A., Bist, N., Solanki, K., & Yadav, K. (2023). Accelerating the renewable energy sector through Industry 4.0: Optimization opportunities in the digital revolution. *International Journal of Innovation Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2023.03.003>

26. Perotti, S. Bastidas, R., Bremer, P., & Beer, J. (2022). Logistics 4.0 in warehousing: a conceptual framework of influencing factors, benefits, and barriers. *The International Journal of Logistics Management*, 33(5), 193-220. <https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2022-0068>
27. Raja, A., & Muthuswamy, P. (2022). Pandemic, War, Natural Calamities, and Sustainability: Industry 4.0 Technologies to Overcome Traditional and Contemporary Supply Chain Challenges. *Logistics*, 6(4), 81. <https://doi.org/10.3390/logistics6040081>
28. Silva, J., Silva, F., Silva, D., Rocha L., & Ritter, A. (2022). Decision making in the process of choosing and deploying industry 4.0 technologies. *Gestão & Produção*, 29. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2022v29e163>
29. Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536-541. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>
30. Tong, Q., Ming, X., & Zhang, X. (2023). Construction of Sustainable Digital Factory for Automated Warehouse Based on Integration of ERP and WMS. *Sustainability*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/su15021022>
31. Tortella, G., Saurin, T., Hines, P., Antony, J., & Samson, D. (2023). Myths and facts of industry 4.0. *International Journal of Production Economics*, 225. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108660>
32. Uribe-Hernández, J., Ávila-Roa, L. y Chacón-Ramírez, E. A. (2021). Sistema de gestión de energía bajo paradigma de Industria 4.0. *Revista Ingenio*, 18(1), 33-40. <https://doi.org/10.22463/2011642X.2780>
33. Valizadeh, A., Moassefi, M., Nakhostin-Ansari, A., Hosseini, S., Saghab, M., Aghajani, R., Maleki, Z., & Faghani S. (2022). Abstract screening using the automated tool Rayyan: results of effectiveness in three diagnostic test accuracy systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12874-022-01631-8>

34. Winkelhaus, S., & Grosse, E. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18-43. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
35. Xie, J., & Chen, C. (2022). Supply chain and logistics optimization management for international trading enterprises using IoT-based economic logistics model. *Operations Management Research*, 15, 711-724. <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00254-y>
36. Xu, L., Xu., E., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

DATOS DE LOS AUTORES.

- 1. Ricardo Patricio Medina Chicaiza.** Doctor de Ciencias en la Educación por la Universidad de Matanzas-Cuba. Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato y Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Correo electrónico: pmedina@pucesa.edu.ec; ricardopmedina@uta.edu.ec
- 2. Daisy Abigail Toapanta Tipantasig.** Estudiante de la carrera de Administración de Empresas de la Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Correo electrónico: dtoapanta8882@uta.edu.ec

RECIBIDO: 16 de junio del 2023.

APROBADO: 27 de julio del 2023.