

Temática: **Transformación Digital**

Transformación Digital hacia la Industria 4.0: Revisión de la bibliografía.

Digital Transformation towards Industry 4.0: Literature review

Nurianar Speck García ^{1*}

¹ Empresa de Fibrocemento Perdurit. Calle A N° 829 e/35 y ave. Carlos Manuel de Céspedes. La Habana.
snurianar@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta la revisión bibliográfica de trabajos relacionados con la Industria 4.0 así como la transformación de la industria y la sociedad a través de la globalización, el internet y el uso de nuevas tecnologías de la información, creando así una nueva transformación de los modelos de negocios de las empresas donde se utilizan tendencias tecnológicas que son componentes esenciales para la industria 4.0. El propósito de esta investigación es brindar una visión actualizada mediante consultas bibliográficas sobre la Transformación digital hacia una Industria 4.0. a nivel mundial. Esta revisión indica que la implementación de los sistemas industriales transformándose hacia una Industria 4.0 se basa en los aspectos tecnológicos, organizativos y culturales; también resalta la falta de estudios y diseños de implementación de la misma en países en vías de desarrollo. Se proponen ejemplos para la incorporación paulatina de las tecnologías existentes en la gestión de los procesos industriales que existen en nuestro país.

Palabras clave: Transformación digital; Industria 4.0; Revolución Industrial; Interoperabilidad.

Abstract

This paper presents a bibliographical review of works related to Industry 4.0 as well as the transformation of industry and society through globalization, the Internet and the use of new information technologies, thus creating a new transformation of the business models of companies where technological trends are used that are essential components for industry 4.0. The purpose of this research is to provide an updated vision through bibliographical consultations on the digital transformation towards an Industry 4.0. Worldwide. This review indicates that the implementation of industrial systems transforming towards an Industry 4.0 is based on technological, organizational and cultural aspects; It also highlights the lack of studies and implementation designs of the same in developing countries. Examples for the gradual incorporation of existing technologies in the management of industrial processes that exist in our country are proposed.

Keywords: Digital transformation; Industry 4.0; Industrial Revolution; Interoperability

Introducción

Desde principios de los años 70 del siglo XXI ocurre un cambio significativo de tecnologías centradas en un uso específico a tecnologías cuyo centro es la información; es denominada la revolución de las TIC, la cual fue posible con la digitalización de la información y su procesamiento computarizado. En los años 80 aparecieron las biotecnologías, las cuales eran más restrictivas en sus posibles usos, luego su aplicación se vuelve a expandir mediante los microsensores y otros dispositivos. (Gilchrist 2016; Saavedra Salinas 2022)

Al pasar de los años y debido al desarrollo tecnológico y al crecimiento de manera acelerada, vertiginosa y diversa de las producciones, debido a la demanda de la población mundial, ha originado una nueva revolución industrial llamada Industria 4.0; término el cual se dio origen en Alemania en 2011, durante el salón de la Tecnología Industrial de la Feria de Hannover (Roblek, Meško y Krapež 2016; Rojko 2017), como una estrategia para mantener y mejorar la competitividad y a su vez busca la interconexión de los procesos industriales y/o la transformación digital. En ese contexto convulso, la transformación digital como variable de estudio ha venido cobrando mayor relevancia, en tanto se traduce en la aplicación de las tecnologías y es uno de los primeros pasos por el que la mayoría de las empresas comienzan su proceso de transformación. (Alayón Rodríguez 2021; Del Val 2016)

Realizando una revisión de referencias bibliográficas se puede determinar que existen múltiples definiciones, dependiendo de la fuente bibliográfica que se consulta sobre la Transformación Digital:

Es “el uso de nuevas tecnologías digitales (redes sociales, dispositivos móviles, análisis o dispositivos integrados) para permitir importantes mejoras comerciales, como mejorar la experiencia del cliente, racionalizar las operaciones o crear nuevos modelos de negocio” (García, Ferreira y Romero 2019)

Es “un proceso continuo de renovación estratégica que utiliza los avances en las tecnologías digitales para desarrollar capacidades que actualizan o reemplazan el modelo comercial, el enfoque colaborativo y la cultura de una organización” (Warner y Wäger 2019)

Es “un fenómeno de toda la empresa con amplias implicaciones organizativas en el que, sobre todo, el modelo de negocio principal de la empresa está sujeto a cambios a través del uso de tecnología digital” (Verhoef et al. 2021)

Toda revolución tecnológica tiene un eje en torno a lo cual se organiza la sociedad: la Industria 4.0 hace referencia a varias tecnologías combinadas que buscan la completa automatización de procesos y una alta flexibilidad y anticipación con respecto al comportamiento de consumidores y productores. Esta transformación digital genera cambios radicales en los modelos de negocios, procesos y productos. (Castro y Cortés 2022; Fernández 2021) Aparecen nuevos modelos de negocio al cambiar el modo en que se pone a disposición del cliente un producto o servicio, ofreciéndosele servicios adicionales con valor añadido. De igual modo, la incorporación de la tecnología de la información permite optimizar los procesos de gestión empresarial, eliminando tiempos de espera e intervenciones manuales, sustituidos por un flujo de información entre todas las capas de la organización. (del Val Román 2016; Barona López y Velasteguí 2021; Xu et al. 2021)

La Industria 4.0 es la cuarta Revolución Industrial que logra la interconexión de sistemas productivos industriales con la sociedad digital para satisfacer las demandas de consumo de las personas. (Barona López y Velasteguí 2021; Arciniegas Londoño y Corzo Ussa 2021). En varios artículos se refieren a la confluencia del Big Data, Internet de las Cosas, Mobile Cloud Computing, Machine to Machine (M2M), 5G, machine learning, robótica, materiales inteligentes, nuevos materiales, impresión 3D, sistemas ciberfísicos, etc. (Foladori y Ortiz-Espinoza 2022; Saavedra Salinas 2022; Basco et al. 2018)

Materiales y métodos o Metodología computacional

El presente trabajo de investigación constituye una revisión de la literatura sobre la Industria 4.0 en la transformación digital. Para la búsqueda de información a incluir en el estudio se utilizaron fuentes principales de Google Scholar para identificar otras fuentes de interés científico con énfasis en las bases de datos científicas: Elsevier (www.sciencedirect.com), Scopus (www.scopus.com) y IEEE (www.ieee.org). La literatura analizada comprende artículos de revistas, eventos y reportes. Se consideraron principalmente publicaciones comprendidas entre los años 2016 y 2023 en idioma inglés y español. Los términos de búsqueda utilizados para encontrar estudios relativos al tema fueron: “Industria 4.0”, “transformación digital” con énfasis en los conceptos categorizados en fuentes bibliográficas certificadas y citadas en varias publicaciones.

Resultados y discusión

El concepto Industria 4.0 ha cobrado un creciente interés en la última década a nivel global. El incremento de publicaciones científicas, divulgativas y de práctica sobre el tema se observa en la tendencia de crecimiento de este término en idioma inglés de la Ilustración 1, obtenida con la herramienta online Google Trends, evaluada para una ventana de tiempo entre el 2013 al 2023. En la Ilustración 2 se visualiza a través de un mapa cuales son los países en donde más se han realizado publicaciones sobre el tema.

Ilustración 1 Tendencia de "Industry 4.0" en Google Trends

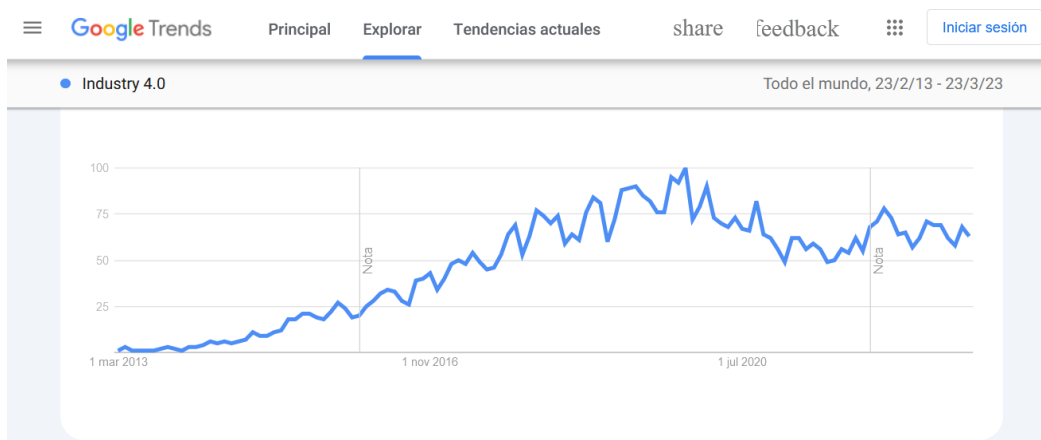


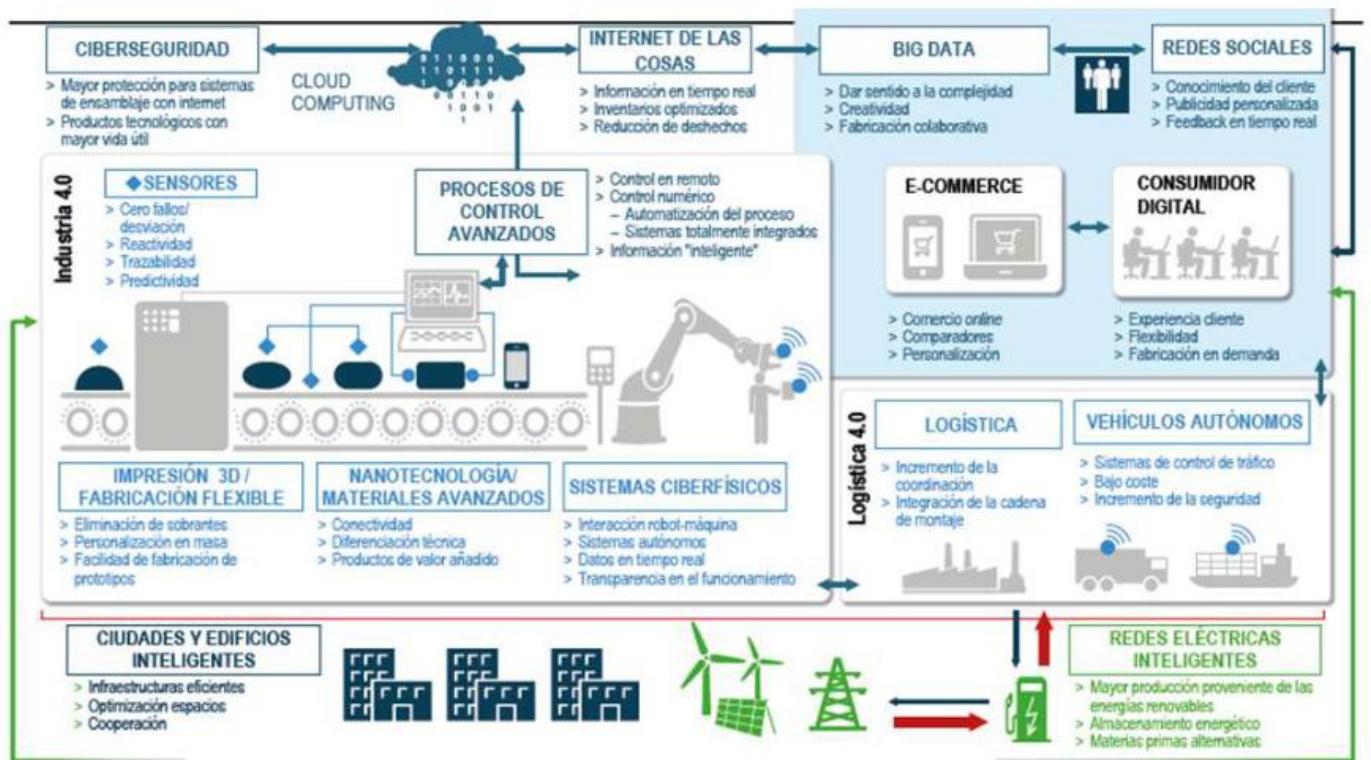
Ilustración 2 Tendencia de "Industry 4.0" en Google Trends



Industria 4.0

Como indican los referentes consultados, la Industria 4.0 se refiere a una profunda transformación de las organizaciones y de la economía en general de un país. A través del uso de tecnologías provistas de cualidades de última generación, se origina un ecosistema con una digitalización e interconexión extrema de la actividad productiva y de los servicios, Ilustración 3 (Roland Berger 2017; Ibarra, Ganzarain y Igartua 2017); lleva a tener alto grado de incertidumbre, no por desconocimiento de los beneficios que puedan ofrecer las tecnologías; sino porque para hacer uso de ellas es necesario un cambio en la forma de pensar y modelar los negocios. (Castro y Cortés 2022; Alayón Rodríguez 2021)

Ilustración 3 Ecosistema de digitalización e interconexión de la actividad productiva y de los servicios.



Fuente: Roland Berger

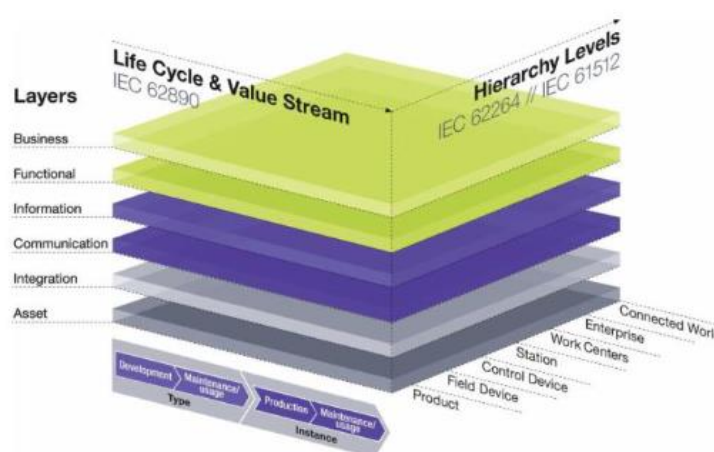
La Industria 4.0 representa una filosofía de fabricación que incluye la aplicación de tecnologías digitales en la operación de fabricación interna y externa, la cual permite una integración en tiempo real (vertical, horizontal, de extremo a extremo) entre todos los participantes de la cadena de valor para potenciar las operaciones y mejorar la competitividad. (Elnadi y Abdallah 2023)

La implementación de Industria 4.0 requiere tres tipos de integración. Integración vertical (dentro de la empresa) entre las diversas unidades dentro de una sola organización, de modo que estas unidades puedan comunicarse y coordinarse fácilmente para crear un entorno inteligente e inteligente. entorno organizacional. Integración horizontal (intra e inter) entre varias organizaciones a lo largo de la cadena de valor, ya sea hacia adelante o hacia atrás, crea un entorno colaborativo. Finalmente, la integración de extremo a extremo a lo largo de todo el ciclo de vida del producto crea productos y servicios personalizados que satisfacen las necesidades de los clientes.(Heredia Herrera y Quichua Contreras 2021; Barona López y Velasteguí 2021)

En la actualidad, sigue siendo un reto establecer un estándar mundial para hacer posible la adopción de la industria 4.0. Por el momento sobresalen dos arquitecturas de referencia. Por un lado, está la arquitectura RAMI 4.0 (Reference Architecture Model Industrie 4.0) y por el otro está el IIRA (Industrial Internet Reference Architecture).(Rozo-García 2020; Bastos et al. 2021)

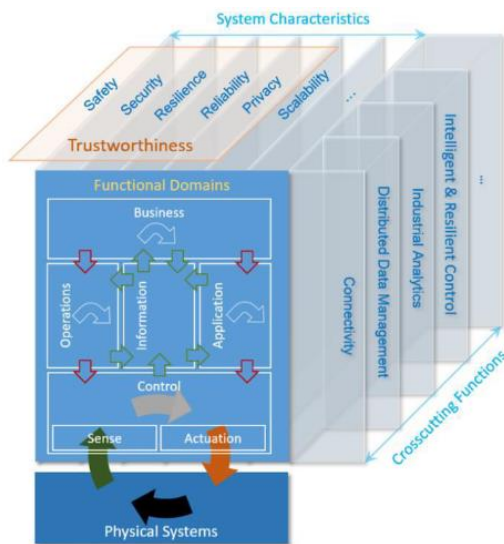
RAMI 4.0. es desarrollada por la organización alemana I4.0 Plattform. En una de las ediciones de la feria de Hannover se presentó la norma DIN 91.345 que convierte a RAMI en estándar. El Standarization Council 4.0, ha extendido el modelo a la norma internacional IEC/PAS 63088.(Bastos et al. 2021; Beltrami et al. 2021). Ilustración 4.

Ilustración 4 Modelo de Arquitectura de Referencia de Industria 4.0 -RAMI4.0 (Delgado-Fernández [2018])



IIRA es desarrollada por Estados Unidos mediante el IIC (Industrial Internet Consortium). La arquitectura de Referencia puede ser consultada en el sitio web del IIC. («Home - Industry IoT Consortium» 2023). Ilustración 5.

Ilustración 5 IIRA – Arquitectura de Referencia de Internet Industrial (Delgado-Fernández [2018])



A nivel mundial la industria de Japón, Corea del Sur, Alemania, Suiza y China han logrado avances significativos debido a la implementación de la Industria 4.0 generando procesos productivos con calidad, elevando la cantidad y eficacia de la producción de las industrias emergentes. (Bai et al. 2020; Arciniegas Londoño y Corzo Ussa 2021; Hizam-Hanafiah, Soomro y Abdullah 2020)

Tecnologías presentes en la Industria 4.0

Para lograr nivel de automatización de los procesos es importante la implementación de los pilares de la Industria 4.0 buscando como punto de partida optimizar la comunicación, análisis y calidad de la información para ofrecer servicios que cada día tengan más autonomía (Rozo-García 2020).

Tabla 1 Lista y definición de varias tecnologías presentes en la Industria 4.0 (Bai et al. 2020)

Tecnología	Definición
Fabricación aditiva (Impresión 3D)	Es una tecnología de fabricación que crea tres objetos sólidos dimensionales (3D) utilizando una serie de marcos de desarrollo aditivos o en capas.

Inteligencia artificial	Es un área de la informática que enfatiza la creación de máquinas inteligentes que funcionan y reaccionan como humanos.
Realidad aumentada	Es un tipo de entorno de visualización interactivo basado en la realidad que aprovecha las capacidades de visualización, sonido y otros efectos generados por computadora para mejorar la experiencia del mundo real.
Robots autónomos (Robótica)	Se utilizan para replicar las acciones humanas en la fabricación.
Big data y análisis	Se refiere a la estrategia de analizar grandes volúmenes de datos que se utilizan cuando las técnicas tradicionales de extracción y manejo de datos no pueden descubrir los conocimientos y el significado de los datos subyacentes.
Blockchain	Es una base de datos distribuida que mantiene una lista de registros en continuo crecimiento, completa, distribuida y sin manipulación, utilizando nueva tecnología de encriptación y autenticación y un mecanismo de consenso en toda la red.
Cloud Computer	Se refiere a cualquier servicio de TI que se aprovisiona y se acceda desde un proveedor de computación en la nube.
Cobotic Systems	Es un robot destinado a interactuar físicamente con humanos en un espacio de trabajo compartido.
Ciberseguridad	Se refiere a los métodos preventivos utilizados para proteger la información de robos, compromisos o ataques.
Vehículo aéreo no tripulado (Drones)	Es un avión sin piloto humano a bordo, y comúnmente conocido como dron.
Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	Es una técnica posible gracias a un grupo de satélites en la órbita de la Tierra que transmiten señales precisas, lo que permite que los receptores GPS calculen y muestren al usuario información precisa sobre la ubicación, la velocidad y el tiempo.
Industrial Internet of Things	Son los diversos conjuntos de piezas de hardware que funcionan juntas a través de la conectividad de Internet de las cosas para ayudar a mejorar los procesos industriales y de fabricación.

Mobile Technology	Es la integración de tecnología de comunicación inalámbrica basada en los dispositivos inalámbricos.
Nanotecnología	También conocida ahora como nanotecnología molecular, es la tecnología particular para controlar átomos y moléculas individuales para la fabricación de productos a macro escala.
RFID	Se refiere a tecnologías que utilizan la comunicación inalámbrica entre un objeto (o etiqueta) y un dispositivo de interrogación (o lector) para rastrear e identificar automáticamente dichos objetos.
Sensores y actuadores	Son un dispositivo que responde a un estímulo físico (como calor, luz, sonido, presión, magnetismo o un movimiento particular) y transmite un impulso resultante (como para medir u operar un control).
Simulación	Se refiere a las tecnologías que utilizan la computadora para la imitación de un proceso o sistema del mundo real.

Las tecnologías de la Industria 4.0 buscan superar los desafíos contemporáneos: competencia global, mercados y demanda volátiles, mayor personalización a través de la comunicación, la información y la inteligencia, y la disminución de la innovación y los ciclos de vida del producto. Los potenciales de las tecnologías de la Industria 4.0 incluyen contribuciones o limitaciones sustanciales al desarrollo sostenible organizacional y social. Teniendo en cuenta la dimensión económica, existen tiempos de configuración reducidos, plazos de entrega más cortos, costos de mano de obra y materiales reducidos, mayor flexibilidad de producción, mayor productividad y personalización mejorada.(Frank, Dalenogare y Ayala 2019). Pueden conducir a la reducción de desechos o emisiones de CO2 a través de análisis de huella de carbono trazables y centrados en datos (Beltrami et al. 2021). Los productos se pueden desmontar en sus componentes para su reutilización, reciclaje o re fabricación. Para las dimensiones de sostenibilidad social, los sistemas de producción inteligentes y autónomos pueden apoyar la salud y la seguridad de los empleados, asumiendo tareas monótonas y repetitivas; lo que resulta en una mayor satisfacción y motivación de los empleados (García, Ferreira y Romero 2019). Sin embargo, las tecnologías de Industria 4.0 también traen muchos desafíos y limitaciones a la sociedad. Por ejemplo, pueden prevalecer la reducción del empleo, los problemas de seguridad de la información, la complejidad de los datos, los desechos electrónicos y la mala calidad (Xu et al. 2021).

La influencia que ha tenido la industria 4.0 a nivel general en América latina constituyendo de este modo una de las herramientas más eficaces en los procesos tecnológicos de igual forma resulta primordial en hacer énfasis en lo significativo que ha traigo la revolución industrial más específicamente la 4.0 en América Latina ha permitido la implementación de diversas oportunidades que permite contrarrestar los desafíos establecidos a nivel organizacional, generándoles un aporte puntual, dentro de los procesos de la industria es importante reconocer los sin número de beneficios que estos pueden tener. Si los países de América Latina no se unen de manera más contundente y con rapidez a esta dinámica, le resultará cada vez más difícil cubrir la brecha que la separa de quienes lideran esta revolución, las organizaciones por su parte deben identificar las tecnologías que mejor satisfacen sus necesidades para invertir en ellas. Si las empresas no comprenden los cambios y oportunidades que trae consigo la Industria 4.0, corren el riesgo de perder cuota de mercado. (Quintero 2021)

¿Se pudiera desarrollar una Industria 4.0, en el sector de Industrias de Materiales de la Construcción en Cuba?

Sin duda, la Industria 4.0 es crucial para que cualquier fabricante entienda su negocio y sus dimensiones tecnológicas para implementarlo en un forma competitiva y sostenible con éxito. Industria 4.0 es una definición en constante evolución a medida que evolucionan la tecnología y las prácticas de gestión. Desde una perspectiva práctica, no hay duda de que la forma en que trabaja las industrias, cambió drásticamente después de la pandemia de Covid-19 y aumentó la necesidad de más iniciativas de transformación digital para hacer frente al nuevo entorno empresarial.

Existe voluntad a nivel de país para que Cuba avance organizadamente hacia la Industria 4.0. Sin embargo, como bien puntualizara Agustín Lage Dávila en el Consejo Nacional de Innovación, si se quiere reindustrializar, hay que preparar a las empresas para esto (Puig, 2022). Teniendo en cuenta que la adopción de la tecnología por sí sola, sin un plan establecido, no produce una verdadera transformación, constituye un reto para la dirección de las empresas, tener una perspectiva completa de la estrategia a largo plazo necesaria para tomar las mejores decisiones. Por lo tanto, es imprescindible seguir un proceso reflexivo, paso a paso y bien planificado que implique un impacto positivo en los modelos de negocio.(Martínez Corbillón, Figueras Texidor 2022)

En el sector de Industrias de Materiales de la Construcción en Cuba existe un grado de obsolescencia tecnológica lo cual no permite dar un salto automático hacia la Industria 4.0; sin embargo, realizando incorporaciones de un grupo de tecnologías de las anteriormente descritas se pudiera ir trabajando en base a esa transformación digital por la cual la

máxima dirección del país está trabajando. En el desarrollo de las ciencias informáticas en aras de la Industria 4.0, la digitalización de procesos productivos y de servicios es central. Y en ellos, los procesos de gestión son fundamentales. Hay que introducir con mayor celeridad los ERP (Enterprise Resource Planning) en las empresas, que son las aplicaciones informáticas de los distintos procesos de gestión (logística, producción, recursos humanos, etc.). Se tiene el criterio fundamentado de que previo a la automatización efectiva que significa esa nueva empresa inteligente, debe haber un establecimiento de los ERP con determinado nivel de robotización. No obstante, se tiene avanzado en el capital humano, las competencias de dominio técnico sobre esos procesos productivos y de servicios implicando operaciones (tecnologías) y competencias de gestión organizacional (con dominio de las operaciones implicadas por la logística, calidad, recursos humanos, etc.).(Cuesta Santos, Lopes Martínez 2020)

Conclusiones

A través de la revisión sistemática, este estudio denota un número limitado de estudios de literatura en el campo de la industria 4.0. Este estudio actualiza y amplía los estudios de literatura actualmente disponibles y demuestra las tendencias actuales de la Industria 4.0.

Finalmente, la revisión destaca que la principal concentración de los estudios previos estaba en los países desarrollados, puntualizando la escasez de estudios o proyectos de implementaciones de la Industria 4.0 en los países en desarrollo. En Cuba se ha comenzado a intencionar el trabajo hacia una transformación digital que permita el desarrollo de la sociedad, incluyendo el avance en el sector productivo a través de una Industria 4.0. Sin embargo su implementación presenta desafíos que deben ser abordados, como la inversión en infraestructura tecnológica, la formación y capacitación de los trabajadores, y el desarrollo de soluciones adaptadas al contexto local.

Referencias

ALAYÓN RODRÍGUEZ, E.E., 2021. Tecnologías disruptivas en la transformación digital de las organizaciones en la industria 4.0. Revista Scientific, vol. 6, no. 21. DOI 10.29394/scientific.issn.2542-2987.2021.6.21.14.267-281.

ARCINIEGAS LONDOÑO, L. y CORZO USSA, G.D., 2021. Contextualización de la cuarta revolución industrial, Industria 4.0, Industria 5.0 y tecnología 5G con el sector Defensa y Seguridad. Perspectivas en Inteligencia, vol. 12, no. 21. ISSN 2145-194X. DOI 10.47961/2145194x.225.

BAI, C., DALLASEGA, P., ORZES, G. y SARKIS, J., 2020. Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. International Journal of Production Economics, vol. 229. ISSN 09255273. DOI 10.1016/j.ijpe.2020.107776.

BARONA LÓPEZ, G. y VELASTEGUÍ, L.E., 2021. Automatización de procesos industriales mediante Industria 4.0. AlfaPublicaciones, vol. 3, no. 3.1. DOI 10.33262/ap.v3i3.1.80.

BASCO, A.I., BELIZ, G., COATZ, D. y GARNERO, P., 2018. Industria 4.0: fabricando el futuro. S.l.: Inter-American Development Bank.

BASTOS, A., SGUARIO COELHO DE ANDRADE, M.L., YOSHINO, R.T. y SANTOS, M.M.D., 2021. Industry 4.0 Readiness Assessment Method Based on RAMI 4.0 Standards. IEEE Access, vol. 9. ISSN 21693536. DOI 10.1109/ACCESS.2021.3105456.

BELTRAMI, M., ORZES, G., SARKIS, J. y SARTOR, M., 2021. Industry 4.0 and sustainability: Towards conceptualization and theory. Journal of Cleaner Production, vol. 312. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2021.127733.

CASTRO, A.M. y CORTÉS, C.A., 2022. Transformación digital en las empresas: Un enfoque desde la administración de la teoría a la práctica. S.l.: Ecoe Ediciones. ISBN 958-50-3389-5.

CUESTA SANTOS, Armando y LOPES MARTÍNEZ, Igor, 2020. Hacia las competencias profesionales 4.0 en la empresa cubana. *Revista Cubana de Ingeniería*. Vol. XI, pp. 66-76.

MARTÍNEZ CORBILLÓN, Lourdes y FIGUERAS TEXIDOR, Raidel, 2022. Revisión sobre Industria 4.0 en el contexto cubano. *Retos de la Dirección 2022*. Número 16(2), pp. 109-130.

QUINTERO, Diana Patricia Clavijo, 2021. Análisis de la Industria 4.0 En América Latina: Caso México y Colombia. .

DEL VAL, J., 2016. La Transformación Digital de la Industria. Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática. S.l.: s.n.,

DEL VAL ROMÁN, J.L., 2016. Industria 4.0: la transformación digital de la industria. Valencia: Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, Informes CODDII. S.l.: s.n.,

DELGADO-FERNÁNDEZ, T., [sin fecha]. INDUSTRIA 4.0: MARCOS DE REFERENCIA Y FACTORES DE ALISTAMIENTO EN EL CONTEXTO CUBANO. ,

ELNADI, M. y ABDALLAH, Y.O., 2023. Industry 4.0: critical investigations and synthesis of key findings. Management Review Quarterly, pp. 1-34.

FERNÁNDEZ, T.D., 2021. Transformación digital empresarial: modelos y mecanismos para su adopción. Revista Cubana de Transformación Digital, vol. 2, no. 2, pp. 01-08.

FOLADORI, G. y ORTIZ-ESPINOZA, Á., 2022. La relación capital-trabajo en la Industria 4.0. Íconos - Revista de Ciencias Sociales, no. 73, pp. 161-177. ISSN 1390-8065, 1390-1249. DOI 10.17141/iconos.73.2022.5198.

FRANK, A.G., DALENOGARE, L.S. y AYALA, N.F., 2019. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. International Journal of Production Economics, vol. 210. ISSN 09255273. DOI 10.1016/j.ijpe.2019.01.004.

GARCÍA, J.A.T., FERREIRA, C.P. y ROMERO, J.C.R., 2019. Industria 4.0 y transformación digital: nuevas formas de organización del trabajo. Revista de Trabajo y Seguridad Social. CEF, pp. 27-54.

GILCHRIST, A., 2016. Industry 4.0 [en línea]. Berkeley, CA: Apress. [Consulta: 6 marzo 2023]. ISBN 978-1-4842-2046-7. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-2047-4>.

HEREDIA HERRERA, D.Y. y QUICHUA CONTRERAS, C., 2021. Transformación digital en las pymes. Revisión sistemática de la literatura. ,

HIZAM-HANAFIAH, M., SOOMRO, M.A. y ABDULLAH, N.L., 2020. Industry 4.0 readiness models: A systematic literature review of model dimensions. *Information (Switzerland)*, vol. 11, no. 7. ISSN 20782489. DOI 10.3390/info11070364.

Home - Industry IoT Consortium. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 23 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.iiconsortium.org/>.

IBARRA, D., GANZARAIN, J. y IGARTUA, J.I., 2017. Business model innovation through Industry 4.0: A review. 11th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, INTER-ENG 2017 [en línea]. Tirgu-Mures, Romania: Elsevier B.V, pp. 4/10. [Consulta: 21 marzo 2023]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2351978918302968?token=5C344FBCE0A1257FB3F7D07AB8C1521DA5D01514A37666B5D12A1DC848D5BBA41C5A330503DE068A000EF51C4ED6BE9C&originRegion=us-east-1&originCreation=20230321141453>.

ROBLEK, V., MEŠKO, M. y KRAPEŽ, A., 2016. A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open*, vol. 6, no. 2. ISSN 21582440. DOI 10.1177/2158244016653987.

ROJKO, A., 2017. Industry 4.0 concept: Background and overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 11, no. 5. ISSN 18657923. DOI 10.3991/ijim.v11i5.7072.

ROLAND BERGER, 2017. Industry 4.0 – Challenge for the F&B industry in Turkey, advantage or competitive disadvantage? *Energy Conversion and Resources* 2005,

ROZO-GARCÍA, F., 2020. Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, vol. 19, no. 2, pp. 177-192. ISSN 1657-4583. DOI <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>.

SAAVEDRA SALINAS, K.V., 2022. Una revisión de la revolución industrial 4.0 y sus métodos de implementación en las nuevas industrias. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI. Cartagenas de Indias, Colombia: s.n., pp. 13.

VERHOEF, P.C., BROEKHUIZEN, T., BART, Y., BHATTACHARYA, A., QI DONG, J., FABIAN, N. y HAENLEIN, M., 2021. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. Journal of Business Research, vol. 122. ISSN 01482963. DOI 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.

WARNER, K.S.R. y WÄGER, M., 2019. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. Long Range Planning, vol. 52, no. 3, pp. 326-349. ISSN 00246301. DOI 10.1016/j.lrp.2018.12.001.

XU, X., LU, Y., VOGEL-HEUSER, B. y WANG, L., 2021. Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. Journal of Manufacturing Systems, vol. 61. ISSN 02786125. DOI 10.1016/j.jmsy.2021.10.006.