

## Revisión sobre Industria 4.0 en el contexto cubano

### A Review of Industry 4.0 in the Cuban Context

Lourdes Martínez Corbillón <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1026-6422>

Raider Figueras Texidor <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4358-9148>

<sup>1</sup> COMBIOMED Tecnología Médica Digital, BioCubaFarma, La Habana. Cuba

\*Autor para la correspondencia: [lmtnez@icid.cu](mailto:lmtnez@icid.cu)

#### RESUMEN

**Objetivo:** Realizar una revisión sobre el fenómeno de la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial para presentar una reflexión sobre si, en el contexto cubano actual, es oportuno dar seguimiento a las transformaciones tecnológicas que implica.

**Métodos:** Búsqueda bibliográfica e investigación documental para establecer el estado del arte sobre el tema.

**Principales resultados:** Se realizó una revisión de la literatura para caracterizar el suceso de la Industria 4.0. Se reconocen las acciones contenidas en la estrategia nacional de desarrollo económico y social de Cuba que promueven el avance hacia la Industria 4.0.

**Conclusiones:** La Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial está asociada a un nivel de desarrollo superior de la tecnología. La estrategia de desarrollo de Cuba no puede estar apartada de las transformaciones tecnológicas que implica este fenómeno. Aunque en el plan de desarrollo económico y social del país se toman acciones para orientar el cambio tecnológico, la preparación de los directivos empresariales es necesaria para que puedan conducir la hoja de ruta de sus organizaciones.

**Palabras clave:** Industria 4.0, transformación digital, cuarta revolución industrial, estrategia nacional.

## **ABSTRACT**

**Aim:** To conduct a research study of the Industry 4.0 (the Fourth Industrial Revolution) phenomenon within the current Cuban context, and whether the related technological changes are worth surveiling.

**Methods:** A bibliographic search and documentary review were performed to reveal the state of the art.

**Main results:** The literature was review to characterize the emergence of Industry 4.0. The actions of the national strategy for economic and social development of Cuba that encourage the implementation of Industry 4.0 were embraced.

**Conclusions:** Industry 4.0, or the Fourth Industrial Revolution, is associated with higher technology development. The Cuban development strategy cannot afford to ignore the technological transformations of this progress. Although the economic and social development plan entails decisions toward technological change, the business executives demand proper training to pursue their organizations' roadmap.

**Keywords:** Industry 4.0, digital transformation, the Fourth Industrial Revolution, national strategy

Recibido: 31/03/2022

Aceptado: 16/06/2022

## INTRODUCCIÓN

Desde la segunda mitad del siglo XVIII hasta la actualidad, la industria ha sufrido profundas transformaciones y ha debido adaptarse a los requerimientos y aprovechar la tecnología existente en cada momento. El concepto de Industria 4.0 fue mencionado por primera vez en el año 2011 durante el Salón de la Tecnología Industrial de la Feria de Hannover, considerada la feria industrial más importante del mundo, y hace referencia a la Cuarta Revolución Industrial (Normando *et al.*, 2020).

Esta revolución se caracteriza por la incorporación masiva de la tecnología de la información a toda la cadena de valor de los procesos relacionados con la producción de bienes y servicios (Asociación Española de Normalización [AENOR], 2017). La transformación digital que implica, presupone la conexión integral de las distintas áreas de la economía y la manera en que cada sector se adaptará a las nuevas condiciones que imperan en la economía digital (Roland, 2016).

Muchos autores que abordan el tema, concuerdan en que el concepto de la Industria 4.0 se basa en nueve pilares principales: Datos masivos o *Big data* (Velásquez,

Estevez, & Pesado, 2018), simulación (Rüßmann *et al.*, 2015), fabricación aditiva (impresión 3D), ciberseguridad, *cloud computing* (Velásquez, Estevez, & Pesado, 2018), internet de las cosas (Normando *et al.*, 2020), sistemas ciberfísicos y robótica colaborativa (Rozo, 2020; Törngren, 2018), sistemas de integración vertical-horizontal y realidad aumentada (Normando *et al.*, 2020). Asimismo, en los últimos años se incorporan a esta idea nuevas tecnologías, como es el caso del *blockchain* (Lage, 2019; Rozo, 2020). Es importante destacar que, aunque todas se agrupan en un concepto, muchas de estas tecnologías son el resultado de la evolución y la combinación de concepciones ya existentes, ahora dotadas de un elevado nivel de conectividad e inteligencia, mayor funcionalidad, gran rendimiento y alta confiabilidad. Por otra parte, aunque estas sean consideradas las claves, no significa que necesariamente todas tengan que coincidir en la industria del futuro; lo importante es que se logre integrar de manera innovadora los dominios físicos y digitales.

Esta transformación digital genera cambios radicales en los modelos de negocios, procesos y productos. Aparecen nuevos modelos de negocio (AENOR, 2020; Kagermann, Wolfgang & Helbig, 2013), 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. Por otra parte, el proceso de fabricación se podrá adaptar a la producción personalizada, con tiempos de respuesta más cortos (AENOR, 2017). En cuanto al producto, la digitalización supone la incorporación de tecnología a los ya

existentes, el perfeccionamiento de sus funcionalidades, o el surgimiento de otros diseñados y concebidos bajo los nuevos principios.

De la misma manera, la fabricación del futuro está orientada a la disponibilidad de toda la información necesaria en tiempo real mediante la conexión de todos los elementos que participan en la cadena de valor (AENOR, 2017; Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2017). La transformación digital de la industria, se debe iniciar desde los procesos de investigación-desarrollo, diseño, las cadenas de suministro, las fábricas, hasta llegar a la logística de distribución y la prestación de los servicios asociados. No obstante, el éxito de la Cuarta Revolución Industrial depende, además de tener los factores industriales y tecnológicos suficientes, de trazar estrategias que los interrelacionen y los coloquen en beneficio del desarrollo socioeconómico de los países (Ricardo, Rodríguez, León y Medina, 2020).

La presente investigación surge por la necesidad de conocer en profundidad las características del fenómeno de la Industria 4.0, con la intención de pasar del conocimiento explícito a generar nuevos conocimientos que conduzcan a la acción. Muchos especialistas se refieren a los antecedentes, al surgimiento, así como a las tecnologías habilitadoras de la Cuarta Revolución Industrial, además de hacer análisis éticos, técnicos y sociales. En este caso, el objetivo general es realizar una revisión sobre el fenómeno de la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial para reflexionar sobre si, en el contexto cubano actual, es conveniente dar seguimiento a las transformaciones tecnológicas que implica adoptar el nuevo paradigma y como objetivo particular mostrar como Cuba promueve su inserción en la estrategia nacional de desarrollo económico y social.

Con el fin de cumplir los objetivos, se realizó una exploración documental para establecer el estado del arte sobre el tema. En este trabajo también se tomó como referencia la experiencia práctica de los autores en el diseño, programación y mantenimiento de sistemas de control automático por más de 25 años, en los que se constató, de manera directa, los cambios de tecnologías en el transcurso del tiempo.

## **DESARROLLO**

### **Metodología**

En la actualidad el tema de la Industria 4.0 está en el centro de muchos estudios. Para el desarrollo de la investigación se realizó una búsqueda y un análisis de contenido de diferentes documentos. Estos formaron parte de las fuentes primarias y secundarias de información, que constituyeron la base del conocimiento. Las herramientas de búsquedas utilizadas fueron el buscador general Google, el buscador especializado Google Scholar y las bases de datos indexadas de SciELO, Dialnet y de Redalyc.

Para lograr obtener información especializada, fiable y actualizada, el criterio de selección de los documentos estuvo definido, en su mayoría, por los aspectos siguientes:

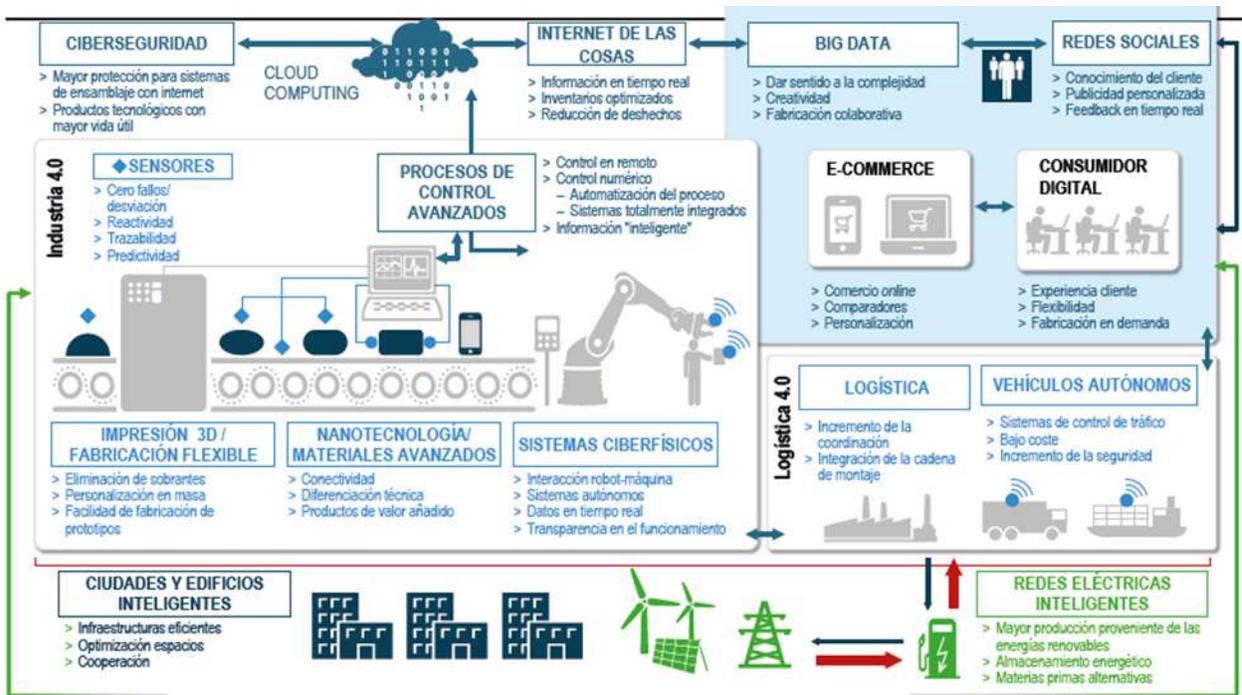
- Tema: Documentos de información sobre el concepto de la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial y sus perspectivas futuras, estudios sobre diferentes tecnologías asociadas, resultados de investigaciones relacionados con modelos de medición de la madurez digital, avances en materia industrial y otras afines al tema.

- Origen: Sitios académicos de universidades; artículos originales, de revisión y estudios de caso en revistas electrónicas arbitradas; informes de organismos gubernamentales y organizaciones internacionales y otros con valor científico-técnico. Se enfatizó en la búsqueda de publicaciones nacionales.
- Fecha de publicación: No existió una restricción cronológica, aunque se otorgó preferencia a documentos publicados en los últimos 5 años. En este sentido, se apreció un aumento de la producción de contenido con los años, lo que demuestra el interés que existe por la temática.

Partiendo del análisis de la documentación, se trató de ubicar a los aportes de mayor importancia que conducirían a producir un juicio sobre cuál debe ser el proceder ante el fenómeno de la Industria 4.0.

### **La 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 (Fig. 1); 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.



Fuente: Roland Berger

Fuente: (Roland, 2016)

**Fig. 1** Ejemplo de ecosistema presente en la Industria 4.0

En el ámbito de la investigación se encuentran diferentes perspectivas del significado de este paradigma y sus repercusiones. Investigadores, profesionales tecnológicos, empresas y organizaciones exponen sus puntos de vista al respecto. Henning Kagermann, presidente de la Academia Alemana de Ciencias e Ingenierías y uno de los promotores de la idea, junto a otros autores, lo definen como:

*In essence, Industrie 4.0 will involve the technical integration of CPS into manufacturing and logistics and the use of the Internet of Things and Services in industrial processes. This will have implications for value creation, business models, downstream services and work organization. (Kagermann, Wolfgang & Helbig, 2013, p. 14)*

Este concepto remarca la idea de que esta nueva era está caracterizada por la utilización de sistemas digitales integrados de diversos tipos y el aumento de servicios conectados y vinculados a los productos. Por esta razón, necesariamente se producirá un cambio en todos los procesos asociados a la creación de valor.

Por su parte, Contreras y Durán (2019) le conceden mayor relevancia al incremento de la producción y análisis de los datos, cuando expresan: “La Cuarta Revolución es la fase de la digitalización del sector manufacturero y está impulsada por el sorprendente aumento de los volúmenes de datos, la potencia en los sistemas computacionales y la conectividad.” (p. 12)

En cambio, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2017) propone definirla con una visión más abarcadora que toma como base conceptos análogos a los presentados previamente:

*This process encompasses the collision of the physical world of industrial production with the digital world of information technology, also known as Cyber-Physical system. Digitized and interconnected industrial manufacturing processes are created, where factories are becoming mainly self-organizing and steering – even across factory borders. (p. 43)*

En las definiciones expuestas anteriormente, así como otras encontradas en la investigación, existe una coincidencia en que la Industria 4.0 apunta a una fusión de altas tecnologías de diferente naturaleza. Por consiguiente, es una realidad que uno de los principales inconvenientes presentes en este entorno es el referido a los altos costos que implica cambiar el proceso de producción, la logística, la distribución en planta de una instalación e, incluso, la capacitación del recurso humano (Baquero y

Mahecha, 2020). Por tal motivo, muchos autores coinciden en plantear que es necesario trazar una hoja de ruta que contemple estrategias personalizadas para cada sector e inclusive para cada país.

La medición del grado de madurez y preparación para la Industria 4.0 son temas que están siendo muy estudiados. Según la literatura, en las etapas iniciales de la transformación de los negocios, el uso de modelos de madurez o de preparación es muy útil, puesto que permiten identificar las áreas donde se pueden hacer cambios (Jacquez y López, 2018) y a partir de sus resultados crear la hoja de ruta antes mencionada. Estos modelos se basan en el análisis de varias dimensiones que son claves en la estrategia y en las operaciones de la organización estableciendo, en la mayoría de los casos, niveles de medición. Otro aspecto que se identificó en la bibliografía consultada es la convergencia en el uso de la encuesta y la entrevista como instrumentos para recopilar la información utilizada por los modelos.

En el caso de América Latina y el Caribe, el análisis de la experiencia en esta región demuestra que, con diferente grado de desarrollo, ciertos países avanzan en la formulación de componentes de una estrategia de cambio del modelo productivo (Americas Sustainable Development Foundation, 2020; Llanes, Salvador, Suárez y Solórzano, 2020). No obstante, el nivel de desarrollo e implementación de estas es todavía muy limitado. En este sentido, el estudio realizado por Llanes, Salvador, Suárez y Solórzano (2020) señala a México, Brasil, Colombia, Cuba, Costa Rica y Panamá como los casos más representativos en cuanto a estrategias nacionales. Por otra parte, el informe realizado por Americas Sustainable Development Foundation (2020) presenta una investigación más profunda basada en el diagnóstico general de Brasil,

Chile, México y Uruguay. Resaltan las fortalezas y debilidades de cada país en cuanto a su capacidad de asumir la Industria 4.0 y señala a México como el de mayor potencial de implantación del nuevo paradigma.

De igual manera, en la investigación se encontraron hallazgos de estudios realizados en la región, sobre modelos para la transformación que sirven como parámetros de evaluación de una organización relacionada con la Industria 4.0 (Jacquez y López, 2018; Soares, Breval, Soares, Brilhante y Lucena, 2020).

Con respecto a Cuba en particular, existe muy poca bibliografía orientada en este sentido. Se encontraron razonamientos con diferentes enfoques sobre la postura ante la Industria 4.0. Existen comunicaciones sobre las competencias profesionales para transitar y asumir la Industria 4.0 (Cuesta y Lopes, 2020); se analiza el papel de los cuadros de dirección en la ejecución de este cambio estratégico y la situación actual de los recursos humanos (Ruiz, 2020) y también se halló un caso de estudio en los que se aplican métodos asociados a la Industria 4.0 (Arbella, Trinchet y Mora, 2021). Por otra parte, se aprecian estudios dirigidos a medir, específicamente, el nivel de informatización de una empresa o conjunto de ellas (Escalona, 2016).

En cuanto a estrategia y modelos, el estudio más completo localizado en el país, a criterio de los autores, es el de Gómez y Merino (2020) que, aunque no se vincula explícitamente a la Industria 4.0, hace referencia al proceso de transformación digital. Este trabajo introduce un modelo propio que podría ser tomado como referencia por otras organizaciones. Se destaca por la integración de las tecnologías de la información (los servicios de informática y telecomunicaciones) y las tecnologías de la operación (áreas de redes de control de procesos, automatización e instrumentación).

## **¿Puede estar Cuba indiferente al fenómeno de la Industria 4.0?**

La presente investigación, en torno a la Industria 4.0, tiene lugar en un escenario exterior muy complejo para la nación. La dinámica de la economía mundial mostró en los primeros meses de 2021 movimientos no favorables en lo concerniente al comercio exterior (Rodríguez, 2021). Paralelamente, empieza a existir una elevada toma de conciencia de la importancia que posee la industria productiva para el desarrollo de la economía y el bienestar del país. Otro elemento clave, que marca el contexto, es la percepción a nivel de gobierno de que el conocimiento, la investigación, el aprendizaje son elementos básicos para estimular la innovación en el modelo de desarrollo que lleva a cabo el país (Díaz-Canel, 2021).

Teniendo en cuenta todo lo comentado anteriormente, cabría hacerse la siguiente pregunta ¿Puede estar Cuba indiferente al fenómeno de la Industria 4.0?

A lo largo de la historia, todas las revoluciones industriales generan diferencias entre las empresas, los países y hasta entre los hemisferios. El desarrollo global de la cuarta se halla en una fase inicial, con un liderazgo concentrado en un pequeño grupo de países. Según informe presentado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, el 91 % del conjunto de patentes de tecnologías de producción avanzada están en manos de diez países (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2019). En este mismo informe se plantea que el grupo que lidera mundialmente el conocimiento y el mercado está compuesto por EE. UU., Japón, Alemania, China, Taiwán, Francia, Suiza, Reino Unido, la República de Corea y los Países Bajos.

Con la Revolución Científico-Tecnológica desde la segunda mitad del siglo XX, el modelo reproductivo vigente en la economía capitalista mundial incorporaría —como factor decisivo de su competitividad— la capacidad de generación científica y de asimilación temprana de la innovación tecnológica a su estrategia global (Grobart, 2019). Desde esta óptica, para los países del Sur, el dominio integral de los procesos y tendencias que rigen el mencionado modelo se constituiría en premisa ineludible con vistas a la definición acertada de sus estrategias de desarrollo y de reinserción en la imperante coyuntura internacional globalizada (Grobart, 2019).

Por otra parte, en septiembre de 2015, fue aprobada la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, durante la Cumbre de Desarrollo Sostenible celebrada en el marco del 70 período de sesiones de la Asamblea General de la ONU. La aprobación de este documento, con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus 169 metas significó el compromiso de todos los países con la búsqueda de un nuevo paradigma de desarrollo (Cuba, 2019).

En específico el ODS 9, sobre infraestructura, industria e innovación, marca las nuevas metas para un desarrollo sustentable. La transformación estructural es un proceso clave en el desarrollo económico de los países en desarrollo. Sin una mejora de su capacidad productiva y una transferencia de recursos hacia sectores de mayor productividad, los países no podrán cumplir los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, 2019), siendo el suceso de la Industria 4.0 un patrón a tener en cuenta.

Lo anteriormente expuesto reafirma la idea de que Cuba, aún en el contexto socioeconómico desfavorable en que se desarrolla, tiene que dar seguimiento a las

transformaciones tecnológicas que conlleva la Cuarta Revolución Industrial. En este sentido, desde el punto de vista de Estado, se traza una estrategia que servirá de base para la transformación digital que esto implica.

### **Estrategia nacional**

En las bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta el 2030 (Presidencia y Gobierno de Cuba, s.f.) del país, se establecen seis ejes estratégicos que se alinean con los 17 ODS (Cuba, 2019), de los cuales cuatro de ellos, están relacionados directamente con el ODS 9. Los seis ejes estratégicos del PNDES 2030 se articulan en macroprogramas y programas que concentran su atención en las principales problemáticas nacionales. Se prioriza todo lo relacionado con el plan de informatización de la sociedad, el desarrollo y modernización de la infraestructura de transmisión de datos, la conectividad institucional y la transformación productiva.

En específico el macroprograma # 2 Transformación Productiva e Inserción Internacional, está orientado a la aplicación de enfoques innovadores de reestructuración productiva (Presidencia y Gobierno de Cuba, s.f.); de esta forma se promueve el avance hacia la Industria 4.0. Está compuesto por 6 programas que contienen 25 proyectos.

En el mes de abril de 2022 la reunión del Consejo Nacional de Innovación, órgano consultivo del Estado cubano creado con el objetivo de asistir al presidente para gestionar con éxito la innovación (Consejo de Estado, 2021), centró sus debates en este tema. Fueron presentadas y discutidas acciones del proyecto Nuevas tecnologías, industrialización avanzada y reinserción internacional, que pertenece al programa número IV Reconversión productiva y competitividad, contenidos en el PNDES 2030.

En esta sesión, el doctor en Ciencias Agustín Lage Dávila, asesor de BioCubaFarma, argumentó que dicha estrategia, busca promover y crear las capacidades para la asimilación creativa por la industria cubana de las nuevas tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial (La realidad de la industria 4.0 en Cuba, 2022).

Es importante destacar, que en el macroprograma # 2 existen otros dos programas de gran importancia que tienen que ver con el antes y el después de la transformación productiva que se propone. El primero, Financiamiento de la transformación productiva, se concentra en la estrategia a seguir para poder obtener el financiamiento que sustentará la transformación. El segundo, Dimensión social de la transformación productiva, le presta especial atención a la mitigación de los efectos negativos que genera la transformación productiva por medio de su evaluación social.

En este marco también se lleva a cabo la implementación de importantes políticas aprobadas por el Ministerio de Industrias. Algunas de las más relevantes son:

- Política de desarrollo industrial, cuyo objetivo es transformar y modernizar de forma gradual (por etapas) la industria, priorizando los productos de mayor impacto en los sectores estratégicos y combinando el desarrollo innovador, la sustitución de importaciones y la orientación a la exportación para lograr el aumento de la competitividad de productos y servicios (Ministerio de Economía y Planificación de Cuba, 2021).
- Política integral para la automatización en Cuba, que deberá conducir a la seguridad y soberanía técnica, a partir del crecimiento del nivel de automatización como parte del proceso de modernización del plantel industrial del país, los servicios y otras

actividades económicas y sociales (Ministerio de Economía y Planificación de Cuba, 2021).

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).

En este sentido, el primer objetivo debe estar centrado en la preparación del personal que dirige las organizaciones. Según Delgado (2022) en el entorno de la Industria 4.0 se plantean competencias de los directivos con enfoque holístico y estratégico, tales como: organización del trabajo en equipo, habilidad para delegar, motivación, pensamiento estratégico, planificación, liderazgo, administración de proyecto y del equipo. Paralelamente, es necesario fomentar las capacidades que conlleven no solo a asumir los cambios tecnológicos, sino a entender su necesidad.

Es un hecho que la incorporación de nuevas tecnologías no solo requiere de innovación por parte de las organizaciones, sino también de una evolución en el pensamiento de las personas involucradas, comenzando con tener la capacidad de valorar las fortalezas y debilidades vigentes. Para poder pensar en emprender el camino hacia la Industria 4.0, primeramente se necesita analizar los procesos que soportan las operaciones y el negocio de la organización. De igual modo, reconocer e identificar la situación de las capacidades instaladas por medio de información especializada con un enfoque prospectivo. Solo haciendo un autodiagnóstico de la situación actual, se podrán asentar las bases para definir la ruta que conducirá a la empresa a un eslabón superior basado en el conocimiento y la innovación.

Implementar prácticas de la Industria 4.0 no es solo realizar una alta inversión en tecnología de punta ni aplicar sofisticadas herramientas informáticas que optimicen los procesos. Se trata de darle un vuelco total a la actividad humana en todos los contextos, de la mano de la tecnología de la era digital, para transformar a las empresas en organizaciones inteligentes (Universidad Internacional de Valencia, 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.

## **CONCLUSIONES**

La Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial está asociada a un nivel de desarrollo superior de la tecnología. La estrategia de desarrollo de Cuba no puede estar apartada de las transformaciones tecnológicas que implica este fenómeno. Aunque en el plan de desarrollo económico y social del país se toman acciones para orientar el cambio tecnológico, la preparación de los directivos empresariales es necesaria para que puedan conducir la hoja de ruta de sus organizaciones.

## **REFERENCIAS**

- Americas Sustainable Development Foundation. (2020). *Diagnóstico general: nivel de desarrollo de la Industria 4.0 en Brasil, Chile, México y Uruguay*. Recuperado de [https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/Entregable\\_51\\_20201123\\_CTCN.pdf](https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/Entregable_51_20201123_CTCN.pdf)
- Arbella, Y., Trinchet, C. A. y Mora, C. (2021). Monitoreo de condición en las turbinas de viento del Parque Eólico Gibara II aplicando métodos de la Industria 4.0. *Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional RILCO*, 3(9), 45-53. Recuperado de <https://www.eumed.net/es/revistas/rilco/9-febrero21/turbinas-viento-parque>
- Asociación Española de Normalización. AENOR (2017). *Estandarización para la Industria 4.0. Informes de Normalización*. Recuperado de [https://www.une.org/normalizacion\\_documentos/Estandarizacion-para-la-industria-4\\_0.pdf](https://www.une.org/normalizacion_documentos/Estandarizacion-para-la-industria-4_0.pdf)
- Asociación Española de Normalización. AENOR. (2020). *Apoyo de la Normalización a la Transformación Digital. Informes de Normalización*. Recuperado de [https://www.une.org/normalizacion\\_documentos/Informe%20Transformaci%C3%B3n%20Digital\\_20201127.pdf](https://www.une.org/normalizacion_documentos/Informe%20Transformaci%C3%B3n%20Digital_20201127.pdf)
- Baquero, G. y Mahecha, M. (2020). Respuesta de la industria 4.0 a las necesidades de una sociedad cada vez más conectada. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 17(1), 1-8. doi:<https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6017>
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. (2019). *Transformación estructural, cuarta revolución industrial y desigualdad: desafíos para las políticas de ciencia, tecnología e innovación*. Recuperado de [https://unctad.org/system/files/official-document/ciid43\\_es.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/ciid43_es.pdf)
- Contreras, R. y Durán, J. C. (2019). *Industria 4.0 y su digitalización para enfrentar desafíos globales. Innovación Tecnológica Industria 4.0 Tecnología Inteligente*. Recuperado de <http://redibai-myd.org/portal/wp-content/uploads/2020/01/8617-41-8.pdf>
- Cuba. (2019). *Cuba Informe Nacional sobre la implementación de La Agenda 2030*. Recuperado de <https://www.mep.gob.cu/es/documento/informe-nacional-voluntario-cuba-2021-sobre-la-agenda-2030>

- Cuesta, A. y Lopes, I. (2020). Hacia las competencias profesionales 4.0 en la empresa cubana. *Revista Cubana de Ingeniería*. 11(1), 66-76. Recuperado de <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/738/446>
- Delgado, M. (2022). Perfil de competencias de los directivos en Cuba y su aplicación en la agricultura. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 6(1), 1-20. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.5821770>
- Díaz-Canel, M. (2021). ¿Por qué necesitamos un sistema de gestión del Gobierno basado en ciencia e innovación? *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 11(1). Recuperado de <http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1000>
- Escalona, C. I. (2016). *Midiendo el grado de informatización en una organización. Propuesta para la empresa cubana*. Presentado en el IV Taller Internacional Informática 2016. La Habana, Cuba.
- Consejo de Estado. (2021). Acuerdo 156/2021. Publicado en *Gaceta Oficial* No. 40 Extraordinaria de 4 de Mayo de 2021. Cuba. Recuperado de <https://www.presidencia.gob.cu>
- Gómez, A. y Merino, M. I. (2020). Transformación digital en Refinería Cienfuegos S.A. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 1(1), 24-37. Recuperado de <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/8>
- Grobart, F. (2019). *La prospectiva científica y tecnológica en cuba. Desafíos ante la integración de alyc de cara a sociedades necesariamente basadas en el conocimiento*. Recuperado de <http://www.obela.org/system/files/2.%20FGS%20La%20Prospectiva%20CT%20en%20Cu%20Desarrollo%20e%20Integraci%C3%B3n%20ALyC.pdf>
- Ministerio de Economía y Planificación de Cuba. (2021). *Informe Nacional Voluntario de la República*. Recuperado de <https://www.mep.gob.cu/es/documento/informe-nacional-voluntario-cuba-2021-sobre-la-agenda-2030>
- Jacquez, M. V. y López, V. G. (2018). Modelos de evaluación de la madurez y preparación hacia la Industria 4.0: una revisión de literatura. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*. 6(20), 61-78. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003004>

- Kagermann, H., Wolfgang, W. & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Recuperado de <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>
- Lage, O. (2019). Blockchain, la tecnología que la Industria 4.0 estaba esperando. *Metaindustria*. (21), 42-46. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6797126>
- Llanes, M., Salvador, Y., Suárez, M. Á. y Solórzano, R. (2020). Cuarta revolución industrial y administración pública de América Latina y el Caribe. *Ciencias Holguín*, 26, 78-87. Recuperado de <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/1201/1312>
- Normando, L., Fonseca, T., Reis, J., Barbosa, C. A. & Almeida, A. E. (2020). Pillars of Technological Advancement and Indicators of Scientific Production of Industry 4.0. *International Journal for Innovation Education and Research*, 8(4), 245-257. doi:<https://doi.org/10.31686/ijer.vol8.iss4.2286>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2017). *Accelerating Clean Energy through Industry 4.0: Manufacturing the Next Revolution*. Recuperado de [https://www.unido.org/sites/default/files/2017-08/REPORT\\_Accelerating\\_clean\\_energy\\_through\\_Industry\\_4.0.Final\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2017-08/REPORT_Accelerating_clean_energy_through_Industry_4.0.Final_0.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2019). *Informe sobre el Desarrollo Industrial 2020. La industrialización en la era digital*. Recuperado de [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO\\_IDR2020-Spanish\\_overview\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO_IDR2020-Spanish_overview_0.pdf)
- La realidad de la industria 4.0 en Cuba. (2022). *Periódico Granma*. Recuperado de <https://www.informaticahabana.cu/noticia/la-realidad-de-la-industria-4-0-en-cuba/>
- Presidencia y Gobierno de Cuba. (s.f.). *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030*. La Habana, Cuba: Presidencia y Gobierno de Cuba. Recuperado de <https://www.presidencia.gob.cu/es/gobierno/plan-nacional-de-desarrollo-economico-y-social-hasta-el-2030/>
- Puig, Y. (15 de Abril de 2022). La industria 4.0 en Cuba: un camino necesario y constante. *Trabajadores*. Recuperado de

<https://www.trabajadores.cu/20220415/la-industria-4-0-en-cuba-un-camino-necesario-y-constante/>

- Ricardo, H., Rodríguez, B., León, J. L. y Medina, A. (2020). Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 8-15. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n4/2218-3620-rus-12-04-8.pdf>
- Rodríguez, J. L. (2021). *Notas sobre el contexto de la Economía Cubana a inicios de 2021 (I)*. Recuperado de <https://www.cubaperiodistas.cu/index.php/2021/03/notas-sobre-el-contexto-de-la-economia-cubana-a-inicios-del-2021-i/?fbclid=IwAR0ajxC399ZpfvFGuqVnx4F-wmCfYMMC3rC1AZBM8olo0pDxouDrMzop2uA>
- Roland, B. (2016). *España 4.0 El reto de la transformación digital de la economía*. Recuperado de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/public.1515407804.4fe796280d1d58ab6eb71e51f14e13a546c3948.estudio-digitalizacion-espaa-40.pdf>
- Rozo, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177-191. doi:<https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Ruiz, A. (2020). *Transformación digital en cuba: Reflexiones contra el tiempo*. Recuperado de <http://www.informaticahabana.cu>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group. Recuperado de [https://web-assets.bcg.com/img-src/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm9-61694.pdf](https://web-assets.bcg.com/img-src/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf)
- Soares, S., Breval, S., Soares, A., Brilhante, M. y Lucena, F. (2020). Metanálise dos modelos de maturidade da INDÚSTRIA 4.0 *Interciencia*, 45(8), 397-400. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33964324007>
- Törngren, M. (2018). How to Deal with the Complexity of Future Cyber-Physical Systems? Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2(40). doi:<http://dx.doi.org/10.3390/designs2040040>

Universidad Internacional de Valencia. (2022). *Equipo de Expertos en Ciencia y Tecnología*. Recuperado de <https://www.universidadviu.com/co/actualidad/nuestros-expertos/revolucion-40-importancia-ventajas-y-desventajas>

Velásquez, N., Estevez, E. & Pesado, P. (2018). Cloud Computing, Big Data and the Industry 4.0. Reference Architectures. *Journal of Computer Science & Technology*. 18(3), 258-266. doi:<https://doi.org/10.24215/16666038.18.e29>

### **Declaración de conflicto de interés**

Los autores declaramos que somos responsables del contenido recogido en el artículo, y en él no existen: ni plagios, ni conflictos de interés, ni éticos. El presente manuscrito es original y no ha sido enviado oficialmente a otra revista.

### **Declaración de contribución de los autores**

1. Lourdes Martínez Corbillón: Participó en la investigación (igual), conceptualización (igual) y redacción – borrador original y edición.
2. Raider Figueras Texidor: Participó en la investigación (igual), conceptualización (igual) y redacción – revisión.