

## **Convergencias hacia la Industria 5.0 en Cuba**

### *Convergences towards Industry 5.0 in Cuba*

Pavel Díaz González de Mendoza <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0009-0000-1241-4591>

Maria Elena Maciá Gravier <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7823-8957>

<sup>1</sup> Empresa de Aplicaciones Informáticas, Desoft, Cuba

\*Autor para la correspondencia. [pavel.diaz@desoft.cu](mailto:pavel.diaz@desoft.cu); [pdgmendoza@gmail.com](mailto:pdgmendoza@gmail.com)

#### **RESUMEN:**

Las estrategias centradas en el ser humano, enfocadas hacia la resiliencia y la sostenibilidad son los pilares de la Industria 5.0. En los propósitos del Gobierno Cubano incluidos en el Plan de Desarrollo Económico Social al 2030 se presenta de manera dispersa la intención de los objetivos que definen la quinta revolución industrial. La intención de este artículo es despertar en el lector el interés de análisis referido a la posible convergencia, entre otros, de: la continuidad de la Industria 4.0 a la 5.0, la importancia estratégica de ciencia e innovación en el desarrollo de las naciones, la necesidad de las industrias limpias, la economía circular y el reciclaje, el aprendizaje y la recalificación de la fuerza de trabajo.

**Palabras Clave:** estrategia, industria 5.0, industria 4.0, resiliente.

#### **ABSTRACT:**

*Human-centered strategies, focused on resilience and sustainability are the pillars of Industry 5.0. In the purposes of the Cuban Government included in the Social Economic Development Plan to 2030, the intention of the objectives that define the fifth industrial revolution is presented in a dispersed manner. The intention of this article is to arouse in the reader the interest of analysis referred to the possible convergence, among others, of: the continuity of Industry 4.0 to 5.0, the strategic importance of science and innovation in the development of nations, the need for clean industries, the circular economy and recycling, learning and requalification of the workforce.*

**Keywords:** *Industry 5.0, Industry 4.0, strategy, resilient*

Recibido:

Aceptado:

## INTRODUCCIÓN

Desde principios del presente siglo, la humanidad se encuentra inmersa en el desarrollo de la nueva era de las Tecnologías de la Informatización y las Comunicaciones (TIC). Aunque los conceptos y empleos son compartidos por la comunidad científica, las áreas económicas y empresariales en todo el mundo; la materialización de lo anterior ha estado asociada al desarrollo industrial de las naciones o de sectores específicos dentro de estas.

Fue en la Feria de Hannover de 2011, en Alemania donde se acuñó el término de Industria 4.0, para describir cómo ésta revolucionaría la organización de las cadenas de valor globales, mediante la creación de fábricas inteligentes. La cuarta revolución industrial generó un mundo en el que sistemas de fabricaciones virtuales y físicas cooperan entre sí de una manera flexible en todo el planeta. Esto permite la absoluta personalización de los productos y la creación de nuevos modelos de operación (Schwab, 2016; Pangol, 2022).

Desde 2015 se incuban y desarrollan las bases de la Industria 5.0, considerada por algunos expertos como una evolución de la industria 4.0, que se enfoca en la integración de la tecnología en los procesos de producción para mejorar la eficiencia y la productividad. Sin embargo, va más allá de esto, al considerar no solo la eficiencia y la productividad, sino también el impacto social y ambiental de los procesos de producción. Tecnológicamente, se caracteriza por la colaboración entre humanos y robots, donde estos últimos realizan tareas repetitivas y peligrosas, mientras que los primeros se encargan de las tareas que requieren creatividad, pensamiento crítico y habilidades sociales (Breque, et al., 2021; Kraaijenbrink, 2022). En el desarrollo del trabajo se podrá constatar que numerosos estados y empresas se hacen eco de esta nueva revolución industrial.

En el Plan de Desarrollo Económico Social (PNDES) al 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Cuba, a los sectores y entidades de la economía que tributan en la Industria 4.0 se le brinda una atención priorizada para garantizar su cumplimiento (Díaz-Canel & Delgado, 2020). Si se hace una lectura más amplia, esa misma estrategia del país contiene de manera dispersa los elementos que forman parte de la concepción del Industria 5.0. Todas estas tareas y objetivos necesitan fuerza de trabajo altamente capacitada por lo que se requieren enfoques de

formación que garanticen la productividad del conocimiento adquirido. Se muestran evidencias de que el sector académico tiene concebidos programas de estudio para estos fines que han denominado Educación 5.0. (Lopes et al., 2022).

En el artículo se pretende analizar los principales elementos de la quinta revolución industrial y evaluar si existe convergencia entre los diferentes esfuerzos que se realizan de manera paralela como parte de la PNDES 2030 y los ODS y la Industria 5.0 como estrategia en Cuba. Destacar igualmente qué otros elementos relacionados con la gestión del conocimiento y el aprendizaje son necesarios considerar para que en el 2030 el desarrollo económico del país esté enfocado en la marcha de lo que para esa fecha debe ser la ya establecida quinta revolución industrial. Se argumenta que para la próxima década (2031- 2040) debe comenzar a desarrollarse la sexta revolución industrial (Simone, 2021).

## **ORIGEN**

Para muchas empresas la Industria 4.0 es el “próximo paso” en el que deberían centrarse, o la tendencia a la que adoptan actualmente su estrategia. Reflejan la cuarta revolución industrial desencadenada y habilitada por los avances en las tecnologías de la información, las comunicaciones y la automática desde principios del siglo XXI. Entre los elementos clave están: la automatización, la robotización, el análisis de Big data, los sistemas inteligentes, la virtualización, la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático y el internet de las cosas (IoT).

Mientras que las empresas y sectores enteros aún se encuentran en medio de esta cuarta revolución, la siguiente ya avanza: la quinta revolución industrial.

Michael Rada se reconoce como el fundador de la Industria 5.0 el 1 de diciembre de 2015 después de dos años de implementación de principios sistemáticos de prevención de residuos (Breque, De Nul y Petridis, 2021).

El objetivo fundacional fue construir una red global dirigida a la prevención de la generación de residuos industriales, a fin de eliminar el número cada vez mayor de sitios industriales y residenciales no utilizados. Estas ideas incluyeron la preocupación por el número de desempleados en todo el mundo que generó la introducción de la Industria 4.0, por lo que se le dedicó un espacio importante al tema del empleo. Es una revolución industrial que relaciona el desarrollo sostenible y del reciclaje (Rada, 2015).

Sin lugar a dudas, fue la Unión Europea (UE), la primera que llevó a la dimensión de política regional estas ideas (Unión Europea, 2021). Según Kraaijenbrink (2022), para la UE, este concepto ofrece una visión de la industria que va más allá de la eficiencia y la productividad como únicos objetivos, y refuerza el papel y la contribución de la industria a la sociedad. A la vez que sitúa el bienestar del trabajador en el centro del proceso de producción y utiliza las nuevas tecnologías para proporcionar prosperidad más allá del empleo y el crecimiento, respeta los límites de producción del planeta. Complementa el enfoque de la Industria 4.0 al poner específicamente la investigación y la innovación al servicio de la transición hacia una industria europea sostenible, centrada en el ser humano y resiliente.

En otras palabras, en esencia, la Industria 5.0 refleja un cambio de enfoque desde el valor económico hacia el valor social, y un cambio de enfoque desde la asistencia social hacia el bienestar.

Esto es algo importante, pero por supuesto, no es algo nuevo. Los llamamientos a un mayor énfasis en el bienestar del valor social son tan antiguos como el propio capitalismo y desde entonces se escuchan ecos de él, pero poner a las personas y al planeta en el centro del escenario en lugar de los beneficios y el crecimiento en la definición misma de la industria es algo nuevo. Nunca antes se había visto un énfasis tan radical en la reutilización de los objetivos centrales de la industria (Unión Europea, 2021).

## **¿QUÉ SIGNIFICA ASUMIR LA INDUSTRIA 5.0 DE MANERA ESTRATÉGICA?**

La idea de la Industria 5.0 no se limita a la «industria». Se aplica a todos los sectores y a todas las organizaciones que se pueda imaginar. Esto significa que su aplicabilidad es mucho más amplia que la de la Industria 4.0. Como explica la Comisión Europea (Kraaijenbrink, 2022), esta nueva revolución industrial tiene tres pilares fundamentales: centrada en el ser humano, resiliente y sostenible. Los tres tienen importantes implicaciones para la estrategia empresarial.

### **– Estrategia centrada en el ser humano**

Una estrategia centrada en el ser humano es aquella que promueve el talento, la diversidad y la capacitación. El cambio más importante que esto sugiere es el de pasar de ver a las personas como medios (por ejemplo, como en los recursos humanos) a verlas como fines. En otras palabras, un

cambio de perspectiva: de las personas al servicio de las organizaciones, a las organizaciones al servicio de las personas.

Esto es más radical de lo que puede parecer a primera vista y coincide con la evolución actual del mercado de trabajo. En muchos sectores y países, encontrar, atender y conservar el talento se ha convertido en un reto mucho mayor que encontrar, atender y conservar a los clientes. Si esta evolución continúa, en la estrategia empresarial tiene que ocupar un lugar adecuado a la captación, la formación continua del personal que desempeñan los roles claves en las organizaciones.

#### **– Estrategia resiliente**

Para la UE, una estrategia resiliente es ágil con tecnologías flexibles y adaptables. Después de la Covid-19, con la escasez mundial de suministros la mayoría de los gobiernos que están de acuerdo en que la resiliencia es clave, hoy y en el futuro.

Sin embargo, también se trata de un cambio más radical de lo que inicialmente parece. Aunque la agilidad y la flexibilidad estén presentes en la agenda corporativa, éstas por sí mismas no conducen necesariamente a una mayor resiliencia. Hoy en día las empresas se guían en gran medida por la eficiencia y la optimización de los beneficios económicos, no por la resiliencia. Este enfoque en la eficiencia, es el que impulsa muchas iniciativas para hacer que las empresas sean más ágiles y flexibles, especialmente en su versión *clean*, es decir eliminar los desperdicios y optimización de los procesos para ser más productivos (Unión Europea, 2021).

Si se tiene en cuenta que la resiliencia se convertirá realmente en uno de los tres pilares de la Industria 5.0, significa que el enfoque principal de la estrategia ya no será el crecimiento, el beneficio y la eficiencia, sino la creación de organizaciones que sean antifrágiles, es decir, que sean capaces de anticiparse, reaccionar y aprender oportuna y sistemáticamente de cualquier crisis y, por tanto, garantizar un rendimiento estable y sostenible que perdure en el tiempo.

#### **– Estrategia sostenible**

Con la actual preocupación generalizada por el cambio climático, la noción de sostenibilidad apenas necesita una introducción. Según la Comisión Europea, una estrategia sostenible lidera la acción sobre la sostenibilidad y respeta los límites planetarios. Esto implica, por ejemplo, que las organizaciones deben prestar atención a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la UE (Unión Europea, 2021).

Hasta ahora, el concepto de Industria 5.0 no ha ganado mucha atracción. Las empresas siguen muy comprometidas con la Industria 4.0, o incluso con versiones anteriores. Además, el protagonismo

de la sostenibilidad acaba de ponerse en marcha. Sin embargo, el hecho de que la UE impulse a las empresas hacia el siguiente nivel, y construya el marco de la quinta revolución industrial sobre estos tres pilares, proporciona a las organizaciones una visión de lo que significará el verdadero progreso en los próximos años.

### **Evolución de los conceptos**

Dado que la Industria 5.0 aún debe evolucionar al máximo, varios profesionales e investigadores de la industria proporcionan varias definiciones (Anexo 1). De ellas se han establecido algunas características básicas (Maddikuntaa et. al., 2021).

A criterio de los autores, el aspecto más importante es la sostenibilidad ambiental, donde se utilizan tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las cosas (IoT) para reducir el desperdicio y el consumo de energía en los procesos de producción.

La Industria 5.0 tiene el potencial de transformar la manera en que se producen y consumen bienes, al integrar la tecnología con la ética y la responsabilidad social y ambiental. Sin embargo, también plantea desafíos como el impacto en el empleo y la necesidad de una educación y capacitación adecuada para los trabajadores en esta nueva era de la producción.

Es en este escenario que la economía del conocimiento y su productividad están estrechamente relacionadas, ya que una economía basada en el conocimiento depende en gran medida de la capacidad de las empresas y los trabajadores para generar y aplicar nuevos conocimientos de manera efectiva en una época en la que la velocidad de generación de contenidos no siempre está respaldada por la posibilidad de los trabajadores de apropiarse de ellos.

Esta preocupación es mayor cuando se tiene la responsabilidad de que tanto en los sistemas de educación y los empresariales los actores puedan apropiarse de estas tecnologías, y a su vez crear las condiciones necesarias para que ocurra un proceso de formación continua, donde los escenarios virtuales tienen el protagonismo. Las generaciones actuales y venideras tienen que ser capaces de autoprepararse y de aprender por sí misma. Este enfoque es el que sustenta la sostenibilidad de la estrategia.

La inversión en la innovación, la investigación y el desarrollo, la educación y la formación, el capital humano y las TIC, entre otros factores, marcarán la pauta que podrá mejorar la productividad del conocimiento y, por lo tanto, impulsar el crecimiento económico en este nuevo escenario que ya es realidad en la presente revolución industrial.

## ¿Cuáles son las características de la industria 5.0?

Según Kraaijenbrink (2022) algunas de las características de la Industria 5.0 son:

- **Personalización de la oferta.** Impulsará la fabricación de productos personalizados. En la actualidad, ya se dispone de una variedad casi infinita de productos y opciones de cada uno de ellos, pero el siguiente paso será que se adapten a las necesidades individuales de cada persona. Gracias a las nuevas posibilidades de técnicas de producción, será factible que los productos puedan ser personalizados completamente al gusto y según las necesidades de cada individuo.
- **Aparición de cobots.** Los cobots son robots colaborativos, diseñados a partir de la inteligencia artificial para trabajar con personas e incluso interactuar con ellas. Pueden realizar prácticamente cualquier tarea manual y tienen capacidad de aprender rápidamente, por lo que cualquier operario podría enseñarle los pasos a seguir en tan solo unos minutos.
- **Empoderamiento humano.** No se puede negar que el avance tecnológico que implica esta nueva industria va a eliminar algunos puestos de empleo. Sin embargo, también es cierto y no menos importante, que esta revolución supondrá una reestructuración de empleos para facilitar el trabajo humano y aparecerán nuevos roles donde las competencias digitales de los trabajadores serán definitorias. Las tareas mecánicas, peligrosas y rutinarias pasarán a ser desempeñadas por la inteligencia artificial, como los cobots antes mencionados. Así, los humanos tendrán empleos de mayor calidad en los que podrán disponer de más tiempo para realizar esas tareas que solo la razón puede ejecutar. La estrategia de transformación digital de las organizaciones marcará el desarrollo de su fuerza de trabajo y viceversa.
- **Rapidez y calidad.** La ayuda de la tecnología y la inteligencia artificial, sumada a la colaboración entre humanos y máquinas, supondrá una mayor inmediatez en la cadena de producción. Esta mayor rapidez del ciclo industrial se verá en todas las partes del proceso: desde la materia prima, los proveedores, la logística, la producción y la comercialización hasta llegar a los clientes. Todo producto gestado en este entorno mayormente digital tendrá más calidad sin sacrificar la participación humana.
- **Sostenibilidad y respeto medioambiental.** Gracias a la mejora tecnológica, las compañías enfocarán sus estrategias a largo plazo en sistemas de producción más sostenible. Podrán basarse en energías renovables, reutilización, uso responsable y sostenible. El gran reto de esta nueva revolución industrial se encuentra en la reducción de la emisión de residuos con respecto a las anteriores y el desarrollo de la economía circular.

## **¿Cuál es la diferencia entre industria 4.0 e industria 5.0?**

La Industria 4.0 buscaba transformar a la empresa en una organización inteligente capaz de conseguir los mejores resultados. Para ello, se propuso un modelo basado en la interconexión de todos los departamentos de la entidad, con apuestas por la automatización y la digitalización de todos los procesos e incremento de la inteligencia operacional.

La principal diferencia entre estos dos conceptos se basa en el papel que desempeña la tecnología en cada uno de ellos. En la Industria 4.0, son los humanos los que monopolizan la generación de conocimiento e inteligencia con el uso de la tecnología únicamente como mecanismo de ayuda. Sin embargo, en la Industria 5.0, las máquinas ya toman un papel diferente, al ser ellas mismas las que también generan conocimiento e inteligencia, y el uso de la inteligencia artificial pasa a estar al servicio de las personas.

### **Beneficios de la industria 5.0**

Según Longo et al., (2020) los beneficios de la Industria 5.0 son:

- Mayor innovación para la resolución de problemas.
- Desarrollo de la creatividad de los humanos, al poder centrarse en tareas más enfocadas al pensamiento y a la inteligencia y no en tareas mecánicas y repetitivas.
- Sostenibilidad y mayor preocupación por el medio ambiente. Uso de energías renovables, más reciclaje de materias primas, locales, subproductos de los procesos productivos y reducción de la emisión de residuos.
- Aumento de la eficiencia de procesos y cadenas de producción.
- Mayor rendimiento de las empresas y mayor éxito en el largo plazo.

Paralelamente a lo antes explicado, el término Finanzas 5.0 empieza a tomar cuerpo en el mundo empresarial. En este caso no se habla sólo de tecnología, sino de la conjunción entre economía y desarrollo sostenible, un tándem determinante para el éxito a corto, medio y largo plazo. La reputación de las empresas se consigue en un entorno de Finanzas 5.0 a través de una estrategia en la que la ética financiera y la asociación con empresas que apoyen la sostenibilidad van a tener un valor cada vez más importante. Los fondos especializados en inversiones de empresas sostenibles no paran de crecer y ello es consecuencia de que los inversores solicitan, cada vez con más

frecuencia, que su dinero no se destine a empresas que alimentan el calentamiento global, sino que contribuyan a la sostenibilidad medioambiental (Aggity, 2022).

Además de la Unión Europea, otros países elaboraron políticas regionales basadas en estos enfoques. El estado de Yucatán, México, instrumentó un Plan de Desarrollo cuyo objetivo es darle más competitividad al estado con el empleo de los principios de la Industria 5.0 (Suarez, 2021 y Herrera, 2023).

La petrolera brasileña Petrobras impulsa la transformación digital mediante la implementación de la tecnología de gemelos digitales para replicar digitalmente todas sus refinerías con el objetivo de realizar análisis y mantenimiento predictivo al incorporar inteligencia artificial en los llamados gemelos digitales, de esta manera pasa de un enfoque proactivo a uno predictivo en la exploración y extracción de petróleo. Esta tecnología ha permitido ahorrar 200 millones de dólares norteamericanos.

Petrobras también trabaja internamente en la Industria 6.0, que va más allá de la automatización (Industria 4.0) y la automatización más IA (Industria 5.0) para llevar a ambas a entornos hostiles, como las profundidades marinas. De igual forma, investigan en cómo operar a una profundidad del mar de 2.500 m y establecer redes Wifi submarinas, por citar algún ejemplo. (Simone, 2021).

## **¿Convergen los esfuerzos gubernamentales en cuba con la base conceptual de la industria 5?0?**

En el Decreto Presidencial 261 (Díaz-Canel, 2021) se norma la implementación del Plan Nacional de Desarrollo Económico Social hasta 2030 (PNDES 2030) de la República de Cuba. Este cuenta con seis macroprogramas que a su vez lo integran 27 programas y 100 proyectos que de una forma u otra responden a las transformaciones que se requieren para la materialización de los objetivos de la agenda 2030 en la nación.

Un análisis detallado de cada uno en atención a los objetivos generales y el alcance que se pretende con los enunciados, comparado con los enfoques recogidos en las diferentes estrategias que incluye la Industria 5.0 a nivel global explicados anteriormente, se constata que en los seis macroprogramas, 15 de los programas y 32 de los proyectos se recogen acciones relacionadas de manera directa o indirecta con esta nueva revolución industrial. Visto de otra manera, el 100 % de los macroprogramas, el 55 % de los programas y el 32 % de los proyectos son complementos en alguna medida de la estrategia de la quinta revolución industrial.

Este análisis subsume todos los esfuerzos que hace el país por avanzar en aquellos escenarios identificados donde juega un papel protagónico la Industria 4.0 que pueden aportar además a la exportación de bienes y servicios, elementos vitales para el desarrollo económico.

Igualmente, en correspondencia con la estrategia de resiliencia de la Industria 5.0, el PNDES 2030 cuenta con su macroprograma 2: Transformación Productiva e Inserción Internacional, donde contempla el programa No. 3: Reconversión productiva y competitividad que incluye proyectos relacionados con reciclaje y el desarrollo la economía circular (Díaz-Canel, 2021).

De esta realidad, Piloto y Ruíz (2020) hacen un análisis detallado de las posibilidades de Cuba, en el contexto actual, para implementar una correcta conceptualización de economía circular. Destacan que el reciclaje no constituye una justificación para producir más, sino para producir mejor, por lo que debe suponerse un cambio de paradigma hacia un pensamiento masivo de protección y cuidado del medio ambiente. Es importante que esta advertencia sea tomada en cuenta a la hora de llevar a cabo una estrategia de economía circular en Cuba. La industria del reciclaje pudiera constituir un soporte importante para la implementación de una economía circular, aunque también pudiera segmentar el proceso en sí. Es importante que se internalice una concepción correcta de economía circular, se logre la adecuada simbiosis industrial y se utilice el diseño de productos como forma de protección del medio ambiente. Llevarlo a nivel de la economía nacional es un reto para el programa.

Si se continuara con un análisis más exhaustivo y transversal a todos los componentes identificados por los autores, pudiera aportarse un enfoque que argumente que la estrategia de desarrollo en Cuba converge en muchos puntos con las bases de la Industria 5.0.

En esta estrategia, la ciencia y la innovación tecnológica tendrían un papel decisivo donde la vinculación con el sector académico, las empresas, la política ambiental, entre otras, pudieran promover en igual nivel que la producción y adquisición de tecnologías avanzadas, el desarrollo de las TIC, la industria del reciclaje, las tecnologías limpias, la protección del medio ambiente y las fuentes renovables de energía, entre muchas otras. En este análisis integrador, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente desempeñaría un papel decisivo.

Se pudieran proponer financiamientos a proyectos integradores que incluyan estos elementos, pudieran otorgarse bonificaciones fiscales y financiamientos diferenciales de manera intencionada a aquellos proyectos que promuevan tanto la generación de nueva tecnología de punta con el empleo de la automatización, la robótica y la IA, con objetivo del desarrollo en igual nivel de

proyectos que promuevan abiertamente la industria reciclaje tanto de materias primas como de instalaciones, la economía circular, las tecnologías limpias y las energías renovables, por citar algunos ejemplos.

Un punto vital en todo este esfuerzo lo decide la formación de los trabajadores del conocimiento y promover el talento innovador. Se coincide con Carro y Sarmiento (2022) en que el nuevo papel del factor humano para incorporar esta quinta revolución industrial no sólo debe ser visto como el nacimiento de nuevos puestos de trabajo o roles, sino también como la necesidad de adquirir nuevas competencias para los ya existentes o que existirán en el futuro inmediato. Actualmente, cada una de las nuevas competencias pueden llegar a ser parte importante en la formación de todo profesional ya que muchas áreas del conocimiento —por no decir todas— hoy en día manejan millones de datos que requieren ser analizados, interpretados y protegidos; utilizan plataformas digitales para darse a conocer en el mundo o utilizan o incorporan robots para facilitar y mejorar su desempeño.

Las preguntas serían ¿estarán las organizaciones que hoy existen conscientes de esta realidad inminente? ¿Se contarán con los profesionales preparados para ello? La recalificación de la fuerza de trabajo es esencial para el éxito del futuro inmediato, teniendo en cuenta la composición etaria del país. De manera simultánea se formarán las venideras generaciones con las competencias que se necesitarán.

Paralelamente al desarrollo de la quinta generación industrial, se conforman en el mundo esfuerzos paralelos. A la ya conocida comunicación con redes capaces de soportar la 5G, se le suman la Educación 5.0 (Lopes et. al, 2022; Sydle One, 2023). Cada uno aborda las estrategias particulares que apuntan a un mismo fin, la adopción de estrategias de desarrollo superior. Todos coinciden que son necesarias, pero su alcance está por descubrir.

## CONCLUSIONES

La Industria 5.0 como nueva revolución industrial existe y varios estados, organizaciones y empresas la asumen como estrategia. La misma incluyó todos los avances alcanzados por su antecesora, Industria 4.0 y añadió sostenibilidad y mayor preocupación por el medio ambiente e innovación para la resolución de problemas. Su aplicación aporta mayor rendimiento de las empresas y mayor éxito a largo plazo.

Las evidencias sustentan que muchas de las actividades que ejecuta el Estado cubano en el PNDES 2030, son conceptualmente parte de la estrategia de la Industria 5.0 si se logra armonizar los esfuerzos de forma transversal y dependientes unas de otras. Este enfoque no contradice el empeño de la nación con el desempeño eficiente de la empresa estatal y los nuevos actores económicos que el desarrollo de la economía nacional.

Se realiza un elemento decisivo al momento de asumir esta estrategia y es la atención directa a los trabajadores del conocimiento involucrados y su desempeño exitoso en el nuevo escenario que se avecina donde los nuevos roles en la era de la transformación digital decidirán el futuro del desarrollo económico del país.

Abrazar esta revolución industrial puede ser útil hacia el comercio exterior y la colaboración internacional pues colocaría al país en la avanzada de las naciones con ese propósito abarcador y poder aspirar a acceder a las fuentes de financiamientos que se mueven alrededor de la misma. Se arribaría al 2030 con el cumplimiento de la mayoría de las metas del PNDES en correspondencia con la culminación de la era de la Industria 5,0 y en las puertas de la sexta revolución industrial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aggity (2022). Finanzas 5.0: el desarrollo sostenible y la economía. Leído de: <https://aggity.com/finanzas-5-0-el-desarrollo-sostenible-y-la-economia/>
- Breque, M., De Nul, L. y Petridis, A. (2021). Industry 5.0. Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Publications Office of the European Union. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission).
- Carro, J. y Sarmiento, S. (2022). El factor humano y su rol en la transición a Industria 5.0: una revisión sistemática y perspectivas futuras. Leído de: <http://dx.doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81727>
- Díaz - Canel, M.M. y Delgado, M. (2020). Gestión del Gobierno orientado a la innovación: contexto y caracterización del modelo. *Revista Universidad y Sociedad*, 13 (1), 15 – 25.
- Díaz - Canel, M.M. (2021). Decreto Presidencial 261 Plan Nacional de Desarrollo Económico Social hasta 2030 (PNDES 2030) de la República de Cuba. [cuba\\_decreto\\_presidencial\\_ndeg\\_261\\_de\\_2021\\_pndes\\_2030](#). [Programa de computadora]

- Friedman, B. y Hendry, D.G. (2019). Value sensitive design: Shaping technology with moral imagination, Mit Press. [Programa de computadora]
- Herrera, E. (2023). *Yucatán, directo hacia la industria 5.0*. La Revista Peninsular. <https://www.larevista.com.mx/yucatan/yucatan-directo-hacia-la-industria-50-ernesto-herrera-secretario-de-fomento-economico-y-trabajo-42760>
- Koch, P.J., Van Amstel, M.K., Debska, P., Thormann, M. A., Tetzla, A. J. and Chrysostomou, D. (2017). A skill-based robot co-worker for industrial maintenance tasks. *Procedia Manufacturing* 11, 83-90. Leído de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917303451>
- Kraaijenbrink, J. (2022). Qué es la Industria 5.0 y cómo cambiará las empresas. *Revista EMPRESAS Forbes 10 Years*. España. <https://forbes.es/empresas/167359/que-es-la-industria-5-0-y-como-cambiara-las-empresas/>
- Leong, K., Tan, J.H., Chew, K.W. y Show, P.L (2020). Show, Significance of industry 5.0, in: P. L. Show, K. W. Chew, T. C. Ling (Eds.), *The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing*, CRC Press, Ch. 2.2, pp. 1 - 20.
- Longo, F., Padovano, A. y Umbrello, S. (2020). Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: a human-centric perspective for the design of the factory of the future, *Applied Sciences* 10 (12) 4182.
- Lopes, I., Cuesta, A., Vilalta, J., Fleitas, M. S, Delgado, T., Neumann, G. y Cruz, A. (2022). Creando capacidades: Hacia la industria 5.0 en la formación de ingenieros industriales. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*. <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/230>
- Maddikuntaa, P.K.R et al., (2021). Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration* 26(2) DOI:10.1016/j.jii.2021.100257.
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0. A human-centric solution, *Sustainability* 11 (16) 4371.
- Pangol, A. M (2022). Industria 4.0, implicaciones, certezas y dudas en el mundo laboral. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 453-465.
- Piloto, R. H. y Ruíz, V. (2020). Análisis de los desafíos para la implementación de un modelo de economía circular en Cuba”, *Revista Observatorio de las Ciencias Sociales en*

- Iberoamérica, 3(18), pp.191-201). <https://www.eumed.net/es/revistas/ocsi/ocsi-enero-22/modelo-economia>
- Rada, M. (2015). Industry 5.0 from virtual physical. <https://www.linkedin.com/pulse/industry-50-from-virtual-physical-michael-rada>
- Rada, M. (2020) Industry 5.0 definition. <https://michael-rada.medium.com/industry-5-0-definition-6a2f9922dc48>
- Schwab, K. (2016) La cuarta revolución industrial. [https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/pluginfile.php/286991/mod\\_resource/content/1/La%20cuarta%20revolucion%20industrial%20-%20Klaus%20Schwab.pdf](https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/pluginfile.php/286991/mod_resource/content/1/La%20cuarta%20revolucion%20industrial%20-%20Klaus%20Schwab.pdf)
- Simone, N (2021). Petrobras recurre a gemelos inteligentes e industria 6.0 para innovar. <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/petrobras-apunta-a-gemelos-inteligentes-e-industria-60-en-su-transformacion-digital>
- Suarez, C. (2021). Integración de la industria 5.0 al sector de la manufactura en México. The logistics world. <https://thelogisticsworld.com/tecnologia/integracion-de-la-industria-5-0-al-sector-de-la-manufactura-en-mexico/>
- Sydle One (2023). Plataforma digital corporativa all-in-one. <https://www.sydle.com/es/blog/educacion-5-0-61e71a99edf3b9259714e25a>
- Unión Europea (2021). Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS): una base para una estrategia a largo plazo de la UE para una Europa sostenible en 2030 (2019/C 404/04). Diario Oficial de la Unión C 404/16 ES. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals\\_es](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals_es).

## **ANEXO 1**

### Definiciones de Industria 5.0 según autores

Industria 5.0 es la primera evolución industrial liderada por el ser humano basada en los principios de las 6 R (Reconocer, Reconsiderar, Realizar, Reducir, Reutilizar y Reciclar) del reciclaje industrial, una técnica sistemática de prevención de residuos y un diseño de eficiencia logística para valorar el estándar de vida, creaciones innovadoras y produce productos personalizados de alta calidad. Michael Rada, fundador y líder, Industria 5.0 (Rada, 2015 y 2020).

Industria 5.0 es la era de la fábrica social inteligente donde los cobots se comunican con los humanos. Social Smart Factory utiliza redes sociales empresariales para permitir una

comunicación fluida entre los componentes humanos y sistemas de producción cibernéticos (CPPS) (Koch et. al, 2017).

Industria 5.0 trae de vuelta la fuerza de trabajo humana a la fábrica, donde el ser humano y la máquina se emparejan para aumentar la eficiencia del proceso mediante la utilización de la capacidad intelectual y la creatividad humanas a través de la integración de flujos de trabajo con sistemas inteligentes (Nahavandi, 2019).

La Industria 5.0 obliga a los diversos profesionales, tecnólogos de la información y filósofos a centrarse en la consideración de los factores humanos con las tecnologías en los sistemas industriales (Friedman y Hendry, 2019).

El Comité Económico y Social Europeo afirma que la nueva ola revolucionaria, la Industria 5.0, integra las fuerzas desviadas de los sistemas de producción cibernéticos (CPPS) y la inteligencia humana para crear fábricas sinérgicas. Además, para abordar el desempleo de mano de obra generado por la Industria 4.0, los legisladores buscan un diseño innovador, ético y centrado en el ser humano (Longo, et al., 2020).

Industria 5.0, una innovación simétrica y la gobernanza global de próxima generación, es un avance incremental de la Industria 4.0 (innovación asimétrica). Su objetivo es diseñar salidas seguras ortogonales mediante la segregación de los sistemas de automatización hiperconectados para la fabricación y la producción. (Leong, Tan, Chew y Show, 2020).

Industria 5.0 es una solución de diseño centrada en el ser humano donde el compañero humano ideal y los cobots colaboran con los recursos humanos para permitir la fabricación autónoma personalizable a través de las redes sociales empresariales. Esto, a su vez, permite que humanos y máquinas trabajen de la mano. Los cobots son máquinas programables, pero pueden comprender e interpretar la presencia humana. En este contexto, los cobots se utilizarán para tareas repetitivas y trabajos intensivos en mano de obra, mientras que los humanos se encargarán de la personalización y el pensamiento crítico (Maddikuntaa, 2021).

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

### **Contribución autoral**

Pavel Díaz González de Mendoza: originó la idea a partir de la problemática existente objeto de estudio. Trabajó en la confección y edición del artículo.

María Elena Maciá Gravier: contribuyó en la revisión, edición, diseño metodológico y estructural del artículo.

Los autores se responsabilizan con el contenido del artículo y declaran no tener asociación personal o comercial que pueda generar conflictos de interés en relación con este. Además, certifican que todos los documentos presentados son libres de derecho de autor o con derechos declarados y, por lo tanto, asumen cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Revista Cubana de Educación Superior.