

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

CREATING CAPACITIES: TOWARDS INDUSTRY 5.0 IN THE TRAINING OF INDUSTRIAL ENGINEERS

Igor Lopes Martínez^I  <https://orcid.org/0000-0002-1249-8833>

Armando Cuesta Santos^{I*}  <https://orcid.org/0000-0001-6389-9453>

José Vilalta Alonso^I  <https://orcid.org/0000-0001-7505-8918>

María Sonia Fleitas Triana^I  <https://orcid.org/0000-0002-2093-464X>

Tatiana Delgado Fernández^I  <https://orcid.org/0000-0002-4323-9674>

Gaby Neumann^{II}  <https://orcid.org/0000-0001-6921-2026>

Alegna Cruz Ruíz^{III}  <https://orcid.org/0000-0002-7806-4026>

^I Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), La Habana, Cuba

^{II} Universidad Técnica Wildau, Alemania

^{III} Universidad de La Habana, La Habana, Cuba

*Autor para dirigir correspondencia: cuesta@ind.cujae.edu.cu

Clasificación JEL: D24, L23, O32

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6817718>

Recibido: 13/05/2022

Aceptado: 08/07/2022

Resumen

El objetivo del artículo, partiendo de la caracterización de la Industria 5.0 y su implícita Educación 5.0, es tratar experiencias con ingenieros industriales en formación, en el contexto universitario cubano, asociado a las competencias a desarrollar en el proceso de “aprendizaje activo”, en el tránsito hacia una industria 5.0 en Cuba. Esa Educación 5.0 implica dos vertientes de competencias: las de alta cognición de tecnologías o procesos de trabajo y las de gestión organizacional. Las mismas se desarrollarán mediante la Educación 5.0 asociadas a las tecnologías habilitadoras de esa Industria 4.0 evolucionada o 5.0. Como método se utilizó la observación, abarcando tanto el análisis documental como la participante hecha por profesores y estudiantes en el “aprendizaje activo”. Como resultados de la investigación se

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

expresan las características de esa Industria con su Educación 5.0 y las peculiaridades que se evidencian en la formación de ingenieros industriales.

Palabras clave: Industria 5.0, competencias laborales, aprendizaje activo

Abstract

The objective of this paper, based on the characterization of Industry 5.0 and its implicit Education 5.0, is to deal with experiences with industrial engineers in training, in the Cuban university context, associated with the competencies to be developed in the process of "active learning", in the transition towards an industry 5.0 in Cuba. This Education 5.0 implies two aspects of competences: those of high cognition of technologies or work processes and those of organizational management. They will be developed through Education 5.0 associated with the enabling technologies of that evolved Industry 4.0 or 5.0. Observation was used as a method, covering both documentary analysis and the participant made by teachers and students in "active learning". As results of the investigation, the characteristics of this Industry with its Education 5.0 and the peculiarities that are evident in the training of industrial engineers are expressed.

Keywords: Industry 5.0, job skills, active learning

Introducción

La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, publicitada como estrategia por primera vez en la Feria de Hannover, Alemania, en 2011, emergió como un cambio disruptivo para quedarse, ampliarse y evolucionar en todos los países del mundo y en todos los sectores económicos y sociales, significando interconectar todas las partes de una empresa mediante la digitalización de sus procesos productivos y de servicios, dando lugar a una automatización efectiva conformando una empresa más inteligente.¹⁻⁷ En estrecha relación con ese concepto de la Industria 4.0, nexa incluso de base, la ha tenido la educación junto al desarrollo de habilidades o competencias laborales.^{1, 8-14}

La referencia anterior a la "evolución" de la Industria 4.0 una vez que emergió como un cambio disruptivo, a la cual correspondió una Educación 4.0, bien fue avizorada por sus propugnadores pioneros,^{2,5} por lo cual se iría modificando gradualmente en sus modalidades o estadios. No obstante, apenas una década después no pocos estudios se refieren a la Industria 5.0, donde una característica fundamental ha sido poner en el centro y en plano superior al factor humano, considerando a la vez sus relaciones sociales, como esencia de lo humano.¹⁵⁻²¹

En esa ubicación del ser humano en el centro, indudablemente, ha influido el nivel de conciencia alcanzado sobre los efectos del cambio climático junto a sus secuelas, principalmente de la pandemia de la COVID-19, y el posicionamiento de la humanidad en la frontera del Antropoceno, como lo ha planteado el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 2020.²² Y aunque en su evolución conceptualmente sí se le puede seguir llamando Industria 4.0 (al no responder a un nuevo paradigma disruptivo o de revolución), sí se corresponde con una educación que implica un cambio radical al ubicarse al ser humano en el centro y en un plano superior a tecnologías y máquinas. Y en su

relación con una nueva educación requerida, distinta, en particular con la educación superior (universidades), sí debe reconocérsele como una Educación 5.0.

Constituye objetivo de este artículo, significar las nuevas características que ha de tomar el tránsito y establecimiento de una Industria 4.0 evolucionada en su gradual y necesario cambio, junto a su consustancial Educación 5.0 a asumir. En esa Industria 4.0 evolucionada (o 5.0) implicando una Educación 5.0, el factor humano (comprendido en expresión más completa u holística al referirlo como “personas y sus relaciones internas y externas” o recursos humanos o talento humano o capital humano en su contexto planetario) pasa a ser su centro y en un plano superior de gestión sobre las tecnologías y máquinas.

Y, además, con vistas al necesario tránsito hacia una industria 5.0 en Cuba, atendiendo a las experiencias adquiridas en entrenamiento de los docentes autores y de estudiantes cubanos en Alemania, con tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, serán referidas experiencias con ingenieros industriales en formación, en el contexto de la educación superior cubana asociadas a las competencias a desarrollar en el proceso de enseñanza activa o “experiencial”, destacando sus peculiaridades.

Metodología

Se recurrió al método de la observación a través del análisis documental, utilizando bibliografía sobre la Industria 4.0 y su evolución junto a la educación correspondiente y sus competencias laborales implicadas, y también fue recurrido ese mismo método de la observación incluyendo a los autores, procurando con la observación participante el “aprendizaje en la práctica” o “experiencial” en empresas y universidades de Alemania, comprendiendo con especial relevancia a estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la CUJAE, conscientes de la prioridad estratégica que la formación de estos jóvenes tiene para el tránsito y establecimiento de esta industria 4.0 en Cuba, como fue referido en un trabajo anterior publicado en la *Revista Cubana de Transformación Digital*.²³

Ese método de la observación participativa se llevó a efectos por docentes y estudiantes en empresas y laboratorios (*UNITAX* y *el Mixed Reality Lab “Elbedome” at Fraunhofer IFF*) y universidades de Alemania como la *Magdeburg-Stendal University of Applied Sciences* y la *Technical University of Applied Sciences Wildau, TH-Wildau* –que se reseñara en nota del Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba²⁴ en 2021, donde sus profesionales y docentes universitarios laboraban con tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0: Manufactura aditiva - Impresión 3D, Inteligencia Artificial, Realidad Aumentada, Big Data, Cadenas de Bloque, Computación en la nube, Drones, Internet de las Cosas, Robótica Colaborativa, Simulación²³ en el tránsito e instauración de esa Industria 5.0, y donde a la vez ejercían la educación superior.

Esto último posibilitó un convenio con la *TH-Wildau* (Brandeburgo, Alemania) donde un grupo de estudiantes de ingeniería Industrial de la CUJAE pasaron un entrenamiento que les permitió avanzar en su formación por competencias y alcanzar un premio en un concurso internacional.^{23,25} Además, los profesores cubanos, desde ese “aprendizaje en la práctica”, y en conjunto con profesores alemanes, iniciaron la tutoría a jóvenes profesores cubanos para la obtención de doctorados, a partir de entrenamientos y cursos desarrollados de conjunto con la *TH-Wildau*, y todo ello con vistas al establecimiento en la CUJAE de un Laboratorio de Ingeniería Industrial donde el entorno aborda el ciclo

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

de vida real de un eslabón productivo en la cadena de suministro, evolucionando para ser un simulador de la Industria 4.0 implicando un soporte esencial de la Educación 5.0 que se pretende.

Resultados

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) comenzaba su *Informe de Desarrollo Humano 2020*, señalando:

“Bajo la larga sombra de la COVID-19, el 2020 ha sido un año oscuro... Los seres humanos hemos logrado cosas increíbles, pero también hemos llevado nuestro planeta al límite. Cambio climático, desigualdades flagrantes, cifras nunca vistas de personas que se ven obligadas a abandonar sus hogares por conflictos y crisis [...] De hecho, las presiones que ejercemos sobre el planeta son ya tan elevadas que los científicos están estudiando si la Tierra ha entrado en una época geológica completamente nueva: el Antropoceno, la era de los seres humanos. Esto significa que somos las primeras personas que vivimos en una era definida por las elecciones humanas, en la que el riesgo dominante para nuestra supervivencia somos nosotros mismos[...] La próxima frontera del desarrollo humano consistirá en promover este desarrollo eliminando las presiones planetarias. Para sobrevivir y prosperar en esta nueva era, debemos trazar una nueva senda del progreso que respete los destinos entrelazados de las personas y el planeta...”^{22, p.iii}

Sobre esas presiones se ha tomado conciencia y junto a la práctica de la Industria 4.0, se han derivado las características de la Industria 5.0. Desde 2017, esfuerzos académicos dispersos han estado impulsando la introducción de la Quinta Revolución Industrial.^{15, 20, 26, 27} En 2021, la Comisión Europea pidió formalmente la Quinta Revolución Industrial o Industria 5.0,^{15, 28} como resultado del consenso de la Comisión Europea sobre la necesidad de integrar mejor los aspectos sociales y ambientales, donde la crisis del COVID-19 había puesto de relieve la necesidad de repensar los métodos y enfoques de trabajo existentes, incluyendo la vulnerabilidad de las cadenas de suministro globales, con el objetivo de hacer suyas industrias más preparadas para el futuro, resilientes, sostenibles y centradas en el ser humano.

En línea con todo lo anterior, reconociendo las turbulencias y desastres del mundo, que requiere soluciones rápidas, prácticas y dinámicas²⁹ y solicitando cooperación y solidaridad eliminando muros y situando puentes poniendo en el centro a los seres humanos (el pueblo) y destacando la trascendencia estratégica de la economía digital, en aras de la era post-COVID-19, en el Foro Económico Mundial de 2022 –proverbial impulsor de la Industria 4.0--, expresaba Xi Jinping:

*“Hemos de orientar la reforma del sistema de gobernanza global con apego a los principios de equidad y justicia, defender el sistema multilateral de comercio centrado en la OMC, así como elaborar, a base de plenas consultas, reglas efectivas y generalmente aceptables para la inteligencia artificial y la economía digital, entre otras, con miras a crear un entorno abierto, equitativo y no discriminatorio para la innovación científico-tecnológica”*³⁰

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Características fundamentales de la Industria 5.0, devenida trascendente innovación tecnológica, son reconocer el poder de la industria para lograr objetivos más allá del empleo y el crecimiento, para convertirse en un proveedor resiliente de prosperidad haciendo que la producción respete los límites de nuestro planeta y colocar el bienestar del trabajador de la industria en el centro de la producción.

La Industria 5.0 se centra en tres valores fundamentales interconectados: centrado en el ser humano, sostenibilidad y resiliencia. El enfoque centrado en el ser humano pone las necesidades e intereses humanos fundamentales en el corazón del proceso de producción, pasando de la tecnología impulsada a progresar hacia un enfoque completamente centrado en el ser humano y en la sociedad. Como resultado, los trabajadores de la industria desarrollarán nuevos roles como un cambio de valor, de considerar a los trabajadores como "costo" a "inversión". La tecnología es para servir a las personas y las sociedades, lo que significa que la tecnología utilizada en la fabricación se adapta a las necesidades y la diversidad de los trabajadores de la industria.^{15, 26}

Se debe crear un entorno de trabajo seguro e inclusivo para priorizar salud física, salud mental y bienestar y, en última instancia, salvaguardar los derechos fundamentales de los trabajadores, es decir, la autonomía, la dignidad humana y la privacidad. Los trabajadores industriales deben seguir mejorando y volviendo a capacitarse ellos mismos para mejorar las oportunidades profesionales y el equilibrio entre la vida personal y laboral.¹⁵

Para que la industria respete los límites planetarios, debe ser sostenible. Necesita desarrollar procesos circulares que reutilicen y reciclen los recursos naturales, reduzcan los residuos y el impacto en el medio ambiente y, en última instancia, que conduzcan a una economía circular con mejores recursos, eficiencia y eficacia. La resiliencia se refiere a la necesidad de desarrollar un mayor grado de robustez en la producción industrial, armándola mejor contra las interrupciones y asegurando que pueda proporcionar y soportar infraestructura crítica en tiempos de crisis. La industria del futuro debe ser lo suficientemente resistente para navegar rápidamente en los cambios geopolíticos y las emergencias naturales^{15, 16, 19, 20}.

Junto a las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, antes referidas y precisadas en artículos de los autores aludiendo a su labor de formación en la educación superior,^{23, 31} ahora se refieren las que están destacando en la evolucionada Industria 4.0 (la Industria 5.0). Las mismas no se consideran agregado a las anteriores, sino personalización o especificación de peculiaridades a tono con la evolución. Estas tecnologías habilitadoras¹⁵ para el logro de la Educación 5.0 y la evolucionada Industria 4.0, son las siguientes:

1. Tecnologías de interacción hombre-máquina individualizadas que interconectan y combinan las fuerzas de los seres humanos y las máquinas.
2. Tecnologías bioinspiradas y materiales inteligentes que permitan que los materiales con sensores sean integrados y con funciones mejoradas y que sean reciclables.
3. Gemelos digitales y simulación para modelar sistemas complejos.
4. Tecnologías de transmisión, almacenamiento y análisis de datos que pueden manejar la interoperabilidad de datos y sistemas.
5. Inteligencia artificial para detectar, por ejemplo, causalidades en complejos sistemas dinámicos, que conducen a una inteligencia procesable.
6. Tecnologías de eficiencia energética, renovables, almacenamiento y autonomía.

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

En esas tecnologías habilitadoras, relevancia toman las disciplinas científicas que son impartidas en la educación superior asociadas a la carrera de Ingeniería Industrial, relativas a la ergonomía o psicología ingenieril, la seguridad y salud en el trabajo, la organización del trabajo (métodos de trabajo y estudio de tiempos), la logística en sus diferentes modalidades, la comunicación efectiva y la compensación laboral. Recalcan los autores Xu, Lu, Vogel-Heuser & Wang en 2021¹⁵ que la Industria 5.0 no es una revolución impulsada por la tecnología, sino una iniciativa impulsada por valores que empujan la transformación tecnológica con un propósito particular exigiendo de políticas ágiles, interrelacionadas y sistémicas comprendiendo: a) economías rentables, escalables y con modelos de gestión; b) ecología con reducción del CO2 y economía circular; c) y cambios en la sociedad centrados en el ser humano.

En la literatura sobre el tema de la educación y las competencias^{2, 10, 13, 32} y aun sin referir la evolución significada por la Industria 5.0, donde destaca la necesidad de continuar invirtiendo en educación, se plantea que las competencias laborales que marcarán la impronta del tránsito y consolidación de esa Industria 4.0, estarán comprendidas en dos grandes vertientes o macro competencias: las competencias de alta cognición sobre tecnologías o procesos de trabajo y las competencias en gestión organizacional. Ello se destaca en particular en el reporte de la WEF de 2018 (en *The Future of Jobs Report 2018*). Las primeras implican la originalidad, creatividad e innovación; el pensamiento analítico sistémico y crítico; el aprendizaje en la práctica; el razonamiento y resolución de problemas complejos; así como el diseño y programación. Las segundas relativas a gestión, comprenden liderazgo, cooperación, compromiso y desarrollo; el manejo de las relaciones interpersonales y equipos de trabajo y la inteligencia emocional. Se llama la atención que en el aludido análisis de la WEF, entre las competencias en crecimiento se destaca el “Aprendizaje activo” o el aprendizaje en la práctica. Es necesario expresar que en la investigación de la *McKinsey Global Institute*,¹³ también en 2018, hay coincidencia en el incremento de esas competencias, solo que en un plazo mucho mayor (de 2016 a 2030); y no expresan el “declive” de competencias en tan corto plazo.

Debe señalarse que en la literatura científica posterior a ese reporte de 2018 de la WEF, y en especial a la que refiere la Industria 5.0 y su Educación 5.0 y sus competencias, se reafirman esas dos grandes vertientes o macro competencias: las de alta cognición sobre tecnologías o procesos de trabajo y las de gestión organizacional, desglosando a las de alta cognición sobre tecnologías en duras y digitales, y a las de gestión organizacional –con mayor énfasis– en blandas y de inteligencia emocional.

En tal sentido, una tipología de competencias ya implicada en la fase de Educación 5.0 es la argumentada por Flores et al. en 2020,¹⁵ que se distingue de las competencias antes enunciadas por la WEF por ubicarlas en el contexto de conceptos y tecnologías de esa Industria 4.0 ya evolucionada (Industria 5.0), con coincidencias esenciales con otros autores. Flores et al. exponen cinco agrupaciones de competencias habilitadoras del Capital Humano, que a continuación se detallarán por su importancia metodológica en la formación acorde a la Educación 5.0.

1. *Fuerza de trabajo blanda, comprendiendo competencias de flexibilidad y sociales.* Las competencias blandas están jugando un papel clave para los trabajos futuros. Harán exhibir la oportunidad de responsabilidades sociales, como una rápida adaptación o cooperación, que bien puede conducir a resultados exitosos. Estas competencias permitirán interconectividad, autoadaptabilidad y descentralización de los puestos de trabajo buscados por la Industria 4.0 a nivel de capital humano. Una clara necesidad de esta competencia es que la multiculturalidad y la destreza de colaboración se han

considerado relevantes en futuras redes de organizaciones interculturales. Las competencias ahí comprendidas son: las de comunicación, el trabajo en equipo o la cooperación, liderazgo, voluntad de aprender, autodesarrollo, negociación y flexibilidad o adaptabilidad. Los autores Flores, Xu y Lu,¹⁹ a los desgloses o dimensiones de esas cinco competencias de su tipología les denominan habilidades. Y al finalizar la caracterización de cada una de ellas, se referirán en sus desgloses que ellos los consideran componentes denominados habilidades.

2. *Fuerza de trabajo dura, comprendiendo competencias de profesional y destreza.* Ahí inician los autores Flores et al. en 2020 anotando que no debería sorprender que muchas de las nuevas competencias duras puedan clasificarse dentro de la categoría “competencia digital” también. Por ejemplo, la “programación” puede ser tanto una competencia técnica como digital, pero “Navegar por la red” podría ser una competencia digital sin ser una competencia técnica requerida para un trabajo. Además, en el caso de “programación”, y otras similares competencias en “digitalización dura”, sería seguro asumirlas mezclando diferentes tipos de competencias, que vienen del enfoque interdisciplinario de un mundo físico y digital necesario para la Industria 4.0 evolucionada.

La fuerza de trabajo, que es *profesional y diestra*, debe hacer frente al próximo grupo de las competencias técnicas más discutidas de los futuros trabajos. El *pool* de competencias aquí cubre: la organización industrial, procesos industriales, comprensión de estándares, técnicas de resolución de problemas, diseño con software, interacciones hombre-máquina, configuración de red digital, seguridad digital y codificación o programación.

3. *Fuerza de trabajo cognitiva, comprendiendo competencias inteligente y analítica.* La importancia de habilidades cognitivas aumenta con el nivel de complejidad de las tareas o sistemas. Por lo tanto, los trabajos futuros en esa Industria se verán afectados por esta clasificación, ya que la integración de nuevos conceptos y tecnologías está generando redes complejas e interconectadas y sistemas. El trabajo humano tendrá que aprender a utilizar e interactuar con el nuevo software (por ejemplo, sistemas, plataformas, nube) y nuevos hardware (es decir, equipos, máquinas, dispositivos móviles) que se construirán para incorporar la integración digital. Aunque los esfuerzos tecnológicos son desarrollados para apoyar la adaptación humana a nuevos sistemas, aún los humanos necesitarán mantenerse aprendiendo. Se requerirá seguir desarrollando competencias cognitivas en la fuerza laboral para apoyar la autonomía de los trabajadores, que es otro objetivo de la Industria 4.0.

Las competencias de la fuerza de trabajo cognitiva, que es inteligente y analítica, se dividen en tres aspectos: aspecto uno, aptitud verbal (es decir, vocabulario, ortografía y lectura), aspecto dos, aptitud numérica (es decir, matemáticas, aritmética) y aspecto tres, aptitud espacial (es decir, coordinación, memoria, toma de decisiones, pensamiento de resolución de problemas, razonamiento abstracto y pensamiento analítico).

4. *Fuerza de trabajo emocionalmente inteligente comprendiendo competencias de autoconciencia y empatía.* Abordar la importancia de esta competencia para los nuevos roles debería suavizar la transición de modelos de negocios existentes hacia nuevos modelos de Industria 4.0. La inteligencia emocional puede proporcionar futuros trabajos con respuestas al estrés, la fatiga y la conciliación de la vida laboral y familiar a que aspira esta Industria. Además, dado que la Inteligencia Emocional está vinculada para influir en el impulso y las motivaciones de los empleados, considerar y aprovechar esta competencia

puede respaldar potencialmente los desafíos existentes. Por ejemplo, la preocupación demográfica del envejecimiento de la población podría encontrar una respuesta levantando el espíritu de los empleados más antiguos y persuadirlos para que permanezcan más tiempo en sus trayectorias profesionales.

Además, esta competencia podría ser una herramienta para abordar la carga de trabajo y la sensación de ansiedad que se ha informado proviene de la colaboración entre humanos y robots. Las competencias que se han identificado para la fuerza laboral emocionalmente inteligente, que es consciente de sí misma y empática son: autoconciencia, autocontrol, actitud positiva, empatía, orientación y motivación al logro.

5. Fuerza de trabajo digital comprendiendo competencias de alfabetización digital e interactividad digital. El impacto de las competencias digitales es absoluto para los trabajos de la Industria. Los elementos del mundo digital significan el torrente sanguíneo para toda la idea de Industria 4.0 en sí. Por lo tanto, el aprendizaje y el dominio de estas competencias no podría ser una opción para el futuro del trabajo humano. Por lo tanto, la fuerza laboral se verá obligada a adoptar estas competencias. El grupo de competencias más comunes buscadas para la fuerza laboral digital, que es digitalmente alfabetizada e interactiva, es tendencia para mantener el nivel profesional.

La lista de competencias aquí incluye: programación, ciberseguridad, redes digitales, computación en la nube, bases de datos, web, desarrollo y también la gestión de tecnologías habilitadoras de esta Industria 4.0, es decir: Internet en las cosas, Big Data analítica, Impresión 3D, Simulación, Realidad aumentada y virtual. Cabe señalar que la mayoría de estas competencias digitales, al ser también competencias requeridas para realizar un puesto de trabajo, también podrían encajar en la clasificación de competencias duras o técnicas.

La tendencia educativa en las universidades que se enfrentan a la Industria 4.0 en su evolución y requiriendo ya de la Educación 5.0,^{8, 9, 17, 18, 33} apuntan hacia el concepto de una universidad innovadora que tiene en la investigación su eje principal de desarrollo. Este enfoque investigativo atiende dos planos relevantes: por una parte, la investigación se usa para la innovación científica y tecnológica aportando así nuevos conocimientos; por la otra, la investigación es usada en la innovación académica ayudando a redefinir las prácticas de aprendizaje y enseñanza. La innovación es muy diversa y compleja,³⁴ lo que requiere de un proceso de cambio cultural continuo y en la Industria 4.0 es aún más relevante ese dinamismo, muy en particular en la formación de los profesionales orientado a las competencias.

Y todo lo anterior debe dar como resultado un modelo de gestión universitaria caracterizado por un dinamismo de retroalimentación entre estos dos planos esenciales. En consecuencia, la educación superior –y en el caso que se ilustrará asociado a la carrera de Ingeniería Industrial-- habrá de enfocarse, no solo en formar a todos los miembros de su comunidad en los conocimientos básicos de las disciplinas o del trabajo, sino también en estimular el desarrollo de competencias múltiples, propias de las necesidades del contexto tecnológico, de forma que, desde las competencias de gestión o blandas como el trabajo colaborativo, la creatividad y el pensamiento crítico, se preparen egresados con una vocación hacia la innovación y la gestión tecnológica, desde las diversas áreas del conocimiento o disciplinas científicas, pero con un fuerte apoyo en herramientas digitales y analíticas soportadas en el procesamiento de grandes volúmenes de información y desarrollo tecnológico.

Discusión

A continuación, se argumenta la propuesta realizada (y ya iniciada con la *TH-Wildau* de Alemania) para el desarrollo de competencias en los Ingenieros Industriales, asumiendo las características de la Educación 5.0 antes enunciadas, con la finalidad de transitar e implantar la Industria 4.0 evolucionada en Cuba.

Según Deepa, S., & Seth, M. en 2013,³⁵ el 80% del desempeño profesional está determinado por las habilidades blandas (*Soft*) y solo el 20% por las habilidades duras (*Hard*), al mismo tiempo existe un consenso en que las competencias o habilidades blandas son en general difíciles de enseñar en el entorno educativo tradicional, lo cual ha traído como consecuencia que una gran parte de los graduados no tengan las habilidades necesarias para enfrentar de forma efectiva los procesos en la vida real, tal como se demuestra en estudios de campo sobre el tema publicados.^{36,37}

El destacado estudioso del aprendizaje organizacional del *Massachusetts Institute of Technology* Peter Senge (1992) expresó al iniciar su libro *La quinta disciplina*:

“Desde muy temprana edad nos enseñan a analizar los problemas, a fragmentar el mundo. Al parecer esto facilita las tareas complejas, pero sin saberlo pagamos un precio enorme. Ya no vemos las consecuencias de nuestros actos; perdemos nuestra sensación intrínseca de conexión con una totalidad más vasta. Cuando intentamos ver la “imagen general”, tratamos de ensamblar nuevamente los fragmentos, enumerar y organizar todas las piezas. Pero, como dice el físico David Bohm, esta tarea es fútil: es como ensamblar los fragmentos de un espejo roto para ver un reflejo fiel. Al cabo de un tiempo desistimos de tratar de ver la totalidad”.^{38, p.2.}

Una de las tendencias educativas para enfrentar este déficit, es el aprendizaje basado en juegos (*game-based learning* - GBL), donde integrado en el flujo de estímulos educativos, "encaja" con el funcionamiento del sistema nervioso de sentir-pensar-hacer. GBL también encaja con las "necesidades" naturales del cerebro. El aprendizaje basado en juegos hace que el cerebro se sienta en control, ofrece diversión, juego y recompensas, y se adapta a la necesidad de ahorrar energía al tener una historia congruente.³⁹

Según la nueva constitución cubana, la sociedad espera que las universidades contribuyan activamente al desarrollo del país. Esto no cubre solo aspectos sociales, sino aspectos de desarrollo económico también. Según lo referido en las Bases del Plan Nacional Desarrollo Económico y Social al 2030 en Cuba⁴⁰ (PNDES, 2017), el país prioriza la inserción en la esfera internacional de cadenas, producción y comercialización de nuevos productos y sustitución de importaciones, todo apoyado por una estrategia de encadenamiento productivo en la economía nacional. Además, el plan reconoce la necesidad de asegurar que las universidades ofrezcan profesionales bien preparados.

La inserción de Cuba en las cadenas globales de suministro es un verdadero desafío⁴¹ y se deben desarrollar nuevas competencias.⁴² La carrera de Ingeniería Industrial en Cuba, siguiendo el actual Plan “E” aprobado en 2018, se enfoca a preparar a los estudiantes para evaluar, diseñar, operar, controlar y mejorar la producción y procesos de servicio en la cadena de suministro con el objetivo de lograr alta efectividad y sostenibilidad.

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

La ingeniería industrial es la única carrera en Cuba que incluye, en el mismo plan: logística, capital humano en procesos, cadena de suministro, gestión de la producción, estudios del entorno laboral, transformación de procesos mediante el uso de nuevas tecnologías e informática, gestión de la calidad, simulación y gestión de operaciones, estadística, administración y finanzas, entre otras, y todo esto en los planes de estudio básicos. Con esto se pretende formar ingenieros industriales que entienden la naturaleza compleja, dinámica, diversa y en evolución de las cadenas de suministro modernas y globales. Esto impacta directamente en un desarrollo positivo de la universidad y del país. A pesar de que el currículo cumple con los requisitos para el desarrollo del país y de América Latina, la Ingeniería Industrial en Cuba debe actualizarse para lograr una competitividad internacional en lo que respecta a la planificación y ejecución de los contenidos. Además de eso, hay limitaciones en los aspectos técnicos y tecnológicos de la carrera, incluida la Industria 4.0.

Esta realidad, y el enfoque curricular de los ingenieros industriales, precisa que estos deben formarse en contacto con las tecnologías habilitadoras, pues aunque otras disciplinas como automática, informática, las dominen y desarrollen, no se vislumbra, en opinión de estos autores, una implementación ni rápida ni efectiva en varios entornos en Cuba, pues por diseño curricular, el industrial está directamente en el diseño y organización de los procesos, si este profesional no conoce cómo las tecnologías pueden ayudar en la práctica, no va a fomentar su uso.

En la práctica, es necesario desarrollar entornos de aprendizaje que garanticen que el entrenamiento se realice con un sentido práctico, siendo un prototipo de la realidad que el humano se encuentre en el entorno laboral real. En Cuba actualmente no es posible desarrollar entrenamientos en ambientes laborales que garanticen que los estudiantes entiendan integralmente las potencialidades de uso de las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, pues, aunque hay avances, en general están aislados los conocimientos y las aplicaciones de las mismas, existen las tecnologías en algunas empresas, pero su uso aún no es desplegado de forma integral en procesos de manufactura. Esto no favorece que el ambiente ideal de entrenamiento sea en la empresa, por tanto, es necesario desarrollar en la Universidad esta capacidad de desarrollo.

Tal y como se expone en Lopes y colaboradores en 2022,²³ si se propicia el aprendizaje activo o experiencial, a través de experiencias que pueden ser implementadas a través de la cooperación internacional, y de la creación de laboratorios similares a Fábricas de Aprendizaje (*Learning Factories*), que simulan a detalle o de forma general un ambiente realista e integral de un entorno de manufactura, es posible desarrollar lo expuesto en Günther et al. en 2020¹⁸ acorde a la Educación 5.0 que pone “al humano en el centro y en plano superior” de gestión de tecnologías y máquinas.

Ante este escenario, la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE ha comenzado a formar a nuestros ingenieros en estas tecnologías, pues los ingenieros industriales tienen, o deben tener, en las organizaciones, desde su trabajo en los procesos (y se subraya), una importante capacidad transformadora, pues la base de las organizaciones son los procesos de trabajo y la aplicación de cualquier tecnología de este tipo en ellos implica que los procesos estén diseñados y funcionando como es debido. Rememoramos aquí aquellas reglas referidas por Bill Gates en 1995,⁴³ a tener muy presentes en el avance de la digitalización exigida por la Industria 4.0 evolucionada y su Educación 5.0: la primera, que la

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

automatización de un proceso eficaz aumentará la eficacia; y la segunda, que la automatización de un proceso ineficaz, aumentará la ineficacia.

La complejidad se incrementa cuando, además de la necesidad de formar a estudiantes y personal que trabaja actualmente en los procesos, hay un elemento base y primordial en este proceso, y es la transformación de los formadores, los profesores, lo cual es una limitante para acelerar la necesaria transformación, no obstante, la flexibilidad y actualidad del plan de estudio.

La experiencia que se viene desarrollando, en especial con un Proyecto de colaboración conjunto con la TH-Wildau y la CUJAE, se enfoca en entrenamientos con estudiantes y profesores de la carrera de Ingeniería Industrial de la CUJAE, consecuentes con competencias a desarrollar en ellos, asociadas al “aprendizaje activo”, al uso de competencias de alta cognición o técnicas o digitales y también de gestión organizacional (de colaboración, trabajo en equipo e inteligencia emocional), vinculadas en particular a lograr la interacción en la práctica con las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0.

La **Figura 1** representa la estructura que soporta la formación integral de los ingenieros industriales en el marco de la Industria 4.0 evolucionada.



Figura 1. Formación integral de los ingenieros industriales en el marco de la Industria 4.0

Fuente: elaboración propia

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

La propuesta de implementación de la estrategia en la Facultad de Ingeniería Industrial se divide en tres áreas fundamentales:

- *Área de enfoque 1 (desarrollo de la capacidad académica en la CUJAE)*: comprende acciones para actualizar y extender la formación en ingeniería industrial en la CUJAE y preparar profesores / docentes de la CUJAE para la docencia en el plan de estudios mejorado de ingeniería industrial. Dentro de esta área los contenidos de asignaturas del currículo base y currículo propio existentes en la Facultad de Ingeniería Industrial se mejoran y actualizan. Se planea desarrollar e implementar nuevas asignaturas del currículo optativo/electivo que contribuyan a formar con un enfoque de mejora continua a los estudiantes en determinada área del conocimiento, para permitir a los ingenieros industriales asegurar la sostenibilidad y responsabilidad en los procesos y cadenas de suministro en Cuba.

Los resultados serán evaluados frecuentemente como base para exponer propuestas de transformación de las asignaturas ante la Comisión Nacional de Carrera. Las modificaciones y/o mejoras se presentarán para su discusión y futura aprobación por la Comisión Nacional de Ingeniería Industrial con impacto nacional.

Es necesario, de forma prioritaria, calificar a los profesores / docentes de la CUJAE en los contenidos de materias y didácticas para la docencia, y captar a los propios estudiantes resultado de esta formación como futuros docentes de la Facultad. El plan de estudios mejorado de ingeniería industrial es desarrollado y ejecutado mientras se realizarán una variedad de eventos de formación de formadores. Los docentes de la CUJAE no solo estarán preparados para la docencia en ingeniería industrial, sino que también pasarán a formar parte de una red de expertos en mejores prácticas con profesores y profesionales para asegurar la transferencia continua de conocimientos.

Los grupos directamente involucrados en el proyecto son:

1. Los profesores de la CUJAE, que acceden a conocimientos de vanguardia en materia industrial, ingeniería, logística y gestión de la cadena de suministro, materiales didácticos de alta calidad y didáctica moderna de nivel universitario (por ejemplo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje combinado, gamificación, etc.), experiencia de trabajo en proyectos en equipos. Participación o realización de eventos de formación de formadores, talleres prácticos, redes de expertos, eventos científicos o similares que fortalecen competencias duras y blandas de los profesores.
2. Los estudiantes, que se benefician conjuntamente de materiales de aprendizaje y programas de estudio adaptados al estado actual de los conocimientos y a los requisitos del mercado laboral local y mundial.

- *Área de enfoque 2 (preparación para una red multinacional de expertos)*: todas las actividades solo pueden tener éxito si se integran en una red de ingenieros industriales y expertos, empresas como proveedores de tecnología y usuarios, organizaciones dentro de las cadenas de suministro e incluso actores políticos.

Los grupos afectados indirectamente por el proyecto propuesto pertenecen a empresas y organizaciones fuera de las universidades participantes:

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

- Empresas de diferentes sectores en Cuba se benefician de los futuros egresados.
- Las empresas se benefician de eventos de transferencia de conocimientos como, por ejemplo, talleres y seminarios.
- Los escolares de diferentes edades tienen la oportunidad de ponerse en contacto con temas de ingeniería, principalmente de manera práctica, ya sea en talleres prácticos a cargo de los estudiantes de la CUJAE en el entorno del laboratorio o en talleres especiales fuera de la CUJAE, garantizando un impacto social concreto.

• *Área de enfoque 3 (desarrollo de estructuras institucionales en la CUJAE):* comprende acciones para establecer un entorno de laboratorio de Ingeniería Industrial con enfoque en los procesos y visualizando la preparación utilizando tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 en la CUJAE, como base de la sustentabilidad en la formación de Ingenieros Industriales, pero priorizando la enseñanza de los procesos de manera adecuada, independiente del nivel de digitalización de que se disponga.

El concepto del *laboratorio* es la formación directamente en prototipos de procesos, teniendo como base las siguientes fases que son la fundamentación de su distribución espacial: 1. Entrada, 2. Almacenamiento, 3. Producción y 4. Salida.

Es un laboratorio que produce uno o varios productos finales definidos, y a partir de la estructura de los mismos se diseñan y ejecutan los procesos en cada fase, con una versión de formación sin el uso de tecnologías, y a partir de esa base conceptual y práctica, se van integrando tecnologías entre las cuales están las habilitadoras de la Industria 4.0 para mostrar su uso e impacto en los procesos.

En resumen, el laboratorio no es un *showroom* de tecnologías, ni es un laboratorio de computadoras solamente, es un ambiente creado intencionalmente para simular de forma generalizable la práctica empresarial común a cualquier tipo de industria o servicio, siendo escalable el nivel de uso de tecnologías, pero con la base de un funcionamiento adecuado de los procesos.

Conclusiones

Los procesos y tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 llevan a la necesidad de una transformación del talento humano, esto en el marco de la Educación 5.0 que pone “al humano en el centro y en plano superior” de gestión de tecnologías y máquinas.

Los ingenieros industriales en Cuba tienen el potencial de apoyar y trabajar multidisciplinariamente en el despliegue del uso de tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0., asumiendo las exigencias de la Educación 5.0, dada su influencia en los procesos, pero es necesario transformar integralmente el sistema de formación, incluyendo a los estudiantes y a los profesores.

La formación (Educación 5.0) en el marco de la Industria 4.0 debe estar sustentada en el desarrollo de competencias de alta cognición en tecnologías o procesos de trabajo y en gestión organizacional. Las tecnologías habilitadoras en la Industria evolucionada 4.0 deben estar presentes en este entorno educacional de manera que sea posible el aprendizaje activo, por experiencia o vivencial, a través de laboratorios que simulen los procesos reales y se transformen en fábricas de aprendizaje, y la

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

incorporación transversal de los contenidos de transformación digital en todas las asignaturas de la carrera, desde una visión multidisciplinar.

Las tecnologías posibles a incluir en la formación del Ingeniero Industrial deben ser contextualizadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje activa de los estudiantes, siendo necesario contar con profesores o entrenadores bien preparados, lo cual puede suplantarse con el apoyo intra e interinstitucional.

En la educación superior en general, se requerirán más contenidos en ergonomía, seguridad y salud, métodos de trabajo, comunicación, simulación, compensación y motivación, innovación tecnológica, todo en su nexo con la logística, la gestión de la producción y la necesidad de desarrollo de los conceptos de la economía circular como base de la sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

1. World Economic Forum. The Future of Jobs Report; 2018. <http://reports.weforum.org/futureof-jobs-2018>
2. World Economic Forum. The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution; 2016. [Consultado 1 mayo 2022] Disponible en: http://WEF_Future_of_jobs.pdf
3. Ratcheva V. 5 things to know about the future of jobs, 2018, <https://www.weforum.org/agenda/2018/09/future-of-jobs-2018-things-to-know>
4. Terrés JI, Lleó A, Viles E, Santos J. *Competencias profesionales 4.0*, Navarra: Tecnum Universidad de Navarra, 2017, [Consultado 1 mayo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13498.49602> <https://researchgate.net/publication/321338579>
5. Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution*, Ed. Penguin Random House. 2016. <https://www.weforum.org>
6. Boston Consulting Group. Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group (BCG); 2015. <http://www.bcg.com>
7. Fazit Communication GMBH. Deutschland.de 1.0. (F. C. GmbH, Productor. 2014 <https://www.deutschland.de/es/topic/economia/globalizacion-comerciomundial/industria-40-en-la-feria-de-hannover>
8. Peña-Cheng L & L Valencia. Industria 4.0 requiere competencias 5.0, en Theorema, Revista científica, 2020, en <https://www.researchgate.net/publication/350055565>
9. Ulloa G, Torres S, López D. Industria 4.0 en la educación superior. Vincula Tegica, 2020; Año 6, Vol. 2, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. <http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/>
10. Banco Mundial. Informe sobre el Desarrollo Mundial: La naturaleza cambiante del trabajo, 2019. <http://www.bancomundial.org>
11. Sánchez D. Industria y educación 4.0 en México: un estudio exploratorio, Innovación Educativa, 2019; 19 (81): 39-63. ISSN: 1665-2673.
12. Porto CE. La Industria 4.0: ¿Una nueva industria?; 2019. <https://www.cubahora.cu/cienciay-tecnologia/la-industria-4-0-una-nueva-industria>
13. Mckinsey Global Institute. *Skill Shift: Automation and the Future of the Workforce*; 2018. <http://www.mckinsey.com/mgi>

14. Roig C. Industria 4.0: la cuarta (re) evolución industrial. Harvard Deusto business review, 2017; 266: 64-70.
15. Xu X, Lu Y, Vogel-Heuser B, Wang L. Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception, Journal of Manufacturing Systems 2021; 61: 530–535. [Consultado 4 mayo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>
16. Breque M, De Nul L, Petridis A. Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. - Luxembourg, LU: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation; 2021.
17. Prell B., Günther N, Jörg Reiff-Stephan J. Cyber-Physical Production Systems in Settings with Limited Infrastructure (Blind Spots and Implications), 2nd German-West African Conference on Sustainable, Renewable Energy Systems (SusRES2021) – Kara 2021, CPS & IOT (IIOT) 2021;1. <https://doi.org/10.52825/thwildauensp.v1i.6>
18. Günther N, Moraes B & Reiff-Stephan J. *Education in the Era of IoT: Prescriptive Learning Paths as Human-Centered Approach for “Industry 5.0”* en VII SEMTETC, 2020. <https://tech-education.de>
19. Flores E, Xu X, Lu Y. Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0, Journal of Manufacturing Technology Management, 2020; 31 (4): 687-703. [Consultado 5 mayo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2019-0309>
20. Longo F, Padovano A, Umbrello S. Value-oriented and ethical technology engineering in Industry 5.0: a human-centric perspective for the design of the factory of the future. Appl Sci 2020; 10: 4182. [Consultado 3 mayo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/APP10124182>
21. Ostergaard E. Welcome to Industry 5.0. The “human touch” revolution is now underway; 2019, Quality Magazine, <https://www.qualitymag.com/articles/95450-welcome-to-industry-50>
22. PNUD. Informe sobre desarrollo humano 2020 (La próxima frontera. El desarrollo humano y el Antropoceno) ISBN: 978-92-1-126444-9; 2020. <https://www.undp.org>
23. Lopes I, Cuesta A, Neumann G, Günter M, Marrero S, Noya L, Martínez E, Cruz A, Machado D, Díaz D. La transformación del talento humano en el marco de la Industria 4.0, Revista Cubana de Transformación Digital, abril-junio 2021;2(2):118-133
24. Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba. Cuba en Alemania (Fructífero intercambio académico entre la Universidad Tecnológica de la Habana (CUJAE) y la Universidad de Ciencias Aplicadas de Wildau, Alemania), Berlín, diciembre 2021. <https://www.cubadiplomatica.cu/es/alemania?page=2>
25. Chiralde, M I. Cuba clasifica por primera vez en Global Student Challenge, Juventud Técnica de 7 de mayo de 2021 <https://medium.com/juventud-t%C3%A9cnica/cuba-clasifica-por-primera-vez-en-global-student-challenge-8bdb7e182fde>
26. Lu Y, Adrados JS, Chand, SS, Wang L. Humans are not machines—anthropocentric human-machine symbiosis for ultra-flexible smart manufacturing. Engineering 2021; 7:734–7 [Consultado 3 mayo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2020.09.018>
27. Demirka, Doven G, SezeN B. Industry 5.0 and human-robot co-working. Proceed Compute Sci 2019; 158:688–95. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2019.09.104>.
28. European Economic and Social Committee. *Industry 5.0*, 2021. <https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50>
29. Hannah D, Christopher D, Zatzick & Kietzmann J. Los períodos turbulentos exigen normativas dinámicas. Harvard Deusto Business Review, 2021. <https://www.harvard-deusto.com>
30. Jinping X. Seguir Adelante con Confianza y Determinación para Crear Juntos un Mundo Mejor en la Era Post COVID-19 (Intervención en la Sesión Virtual del Foro Económico Mundial. 17 de enero 2022 https://www.fmprc.gov.cn/esp/zxxx/202201/t20220117_10601032.html

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

31. Cuesta A, Lopes I. Hacia las competencias profesionales 4.0 en la empresa cubana. Revista Cubana de Ingeniería, 2020; XI (1): 66-76 [Consultado 7 abril 2022] Disponible en: <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/738>
32. Informe sobre Desarrollo Humano, (Más allá del ingreso, más allá de los promedios, más allá del presente: Desigualdades del desarrollo humano en el siglo XXI); 2019 [Consultado 1 mayo 2022] Disponible en: <http://hdr 2019 overview - spanish.pdf>
33. Pérez JG. Retos de las instituciones de la educación superior para su articulación en la Industria 4.0. Revista CEA, 2020;6(11):1-11 [Consultado 3 mayo 2022] Disponible en: <https://revistas.itm.edu.co/index.php/revista-cea/article/view/1584/1495>
34. Delgado M. Proyectos de innovación en Administración Pública y Empresarial en Cuba. Folletos gerenciales. abril-junio 2018; XXII (2): 71-84 [consultado 5 mayo 2021] Disponible en: <http://200.14.55.208/index.php/folletosgerenciales/article/download/89/104>
35. Deepa S, Seth M. Do soft skills matter? -Implications for educators based on recruiters' perspective. IUP Journal of Soft Skills, 2013;7(1)7.
36. Busted B. Why Aren't Graduates Ready for Work? They're the Least Working Generation. U.S. History; 2019. [Consultado 7 abril 2022] Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/brandonbusteed/2019/03/29/why-arent-graduates-ready-for-work-theyre-the-least-working-generation-in-us-history/?sh=59855a455e58>
37. Delgado M. Industria 4.0 y competencias en la Transformación Digital. Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial, 2022; 6(1), e212 [Consultado 11 mayo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6478087>
38. Senge P. La quinta disciplina, Buenos Aires/Barcelona: Granica; 1992.
39. Zeeland E. The neuroscience of game-based learning; 2021. <https://inchainge.com/resources/blogs/the-neuroscience-of-game-based-learning/>
40. PNDES: Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDS) hasta el 2030.; 2017 [Consultado 5 abril 2022] Disponible en: <https://www.presidencia.gob.cu/es/gobierno/plan-nacional-de-desarrollo-economico-y-social-hasta-el-2030/transformacion-productiva-e-insercion-internacional/>
41. Lopes I, Marrero SP, Feria MA, Grass A, Espina Y, Lugo A. Impacto de la COVID-19 en las cadenas de suministro globales: caso comercio electrónico. Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial, 2021;5(1):e153. [consultado 2 marzo 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5534652>
42. Delgado M, Muriel J, Polo JC, Padilla Rodríguez D. Perfil de competencias de los directivos en Cuba y su aplicación en la agricultura. Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial, 2022;6(1), e194. [consultado 5 mayo 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5821770>
43. Gates B. The Road Ahead, New York: Viking Penguin; 1995.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar conflictos de intereses

Contribución de los autores

- Igor Lopes Martínez: Conducción del proyecto investigativo, investigación y desarrollo de conceptualizaciones y métodos. Redacción y revisión del artículo.
- Armando Cuesta Santos: Investigación y desarrollo de conceptualizaciones y métodos. Redacción y revisión del artículo.

CREANDO CAPACIDADES: HACIA LA INDUSTRIA 5.0 EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

- Gaby Neumann: Investigación y desarrollo de conceptualizaciones y métodos. Redacción y revisión del artículo.
- José Villalta Alonso: Investigación y aporte de experiencias. Redacción y revisión del artículo.
- Sonia Freitas Triana: Investigación y aporte de experiencias. Redacción y revisión del artículo.
- Tatiana Delgado Fernández: Investigación y aporte de experiencias. Redacción y revisión del artículo.
- Alegna Cruz Ruiz: Investigación y aporte de experiencias. Redacción y revisión del artículo.