

## INDUSTRIA 4.0: RETOS EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA DEL INGENIERO INDUSTRIAL

### *INDUSTRY 4.0: CHALLENGES IN THE UNIVERSITY TRAINING OF INDUSTRIAL ENGINEERS*

Adolfo José Pérez Perdomo<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0005-7767-5107>

Recibido: 15-09-2023

Aceptado: 20-10-2023

#### Resumen

En este siglo XXI, prevalece la preocupación de las universidades al formar profesionales con alta capacidad del hacer. Así, la formación de ingenieros industriales no escapa de ello, pues en el saber hacer para emprender se debe advertir lo que la industria y el mercado a nivel tecnológico demandan, para instruir eficientemente el capital humano requerido en el campus laboral. En este sentido, el ensayo argumentativo pregona una revisión de las tecnologías emergentes de la industria 4.0, como lo son la big data, el cloud computing, los robots colaborativos, la inteligencia artificial, la realidad aumentada, la realidad virtual y la fabricación aditiva. Desarrolla su argumentación metódica con la revisión-análisis documental, para la interpretación de las premisas: la Industria 4.0, retos para comprender la industria 4.0 en la formación universitaria, la era de la Digitalización de procesos en la industria 4.0 y su conexión con la formación universitaria de ingeniería industrial. Concluye, que en la revolución científica la formación de ingenieros industriales tiene el reto de combinar las competencias metacognitivas críticas, con el desarrollo de capacidades blandas centradas en la colaboración, comunicación y en la experiencia de convertir las dificultades, como oportunidades dentro del capital humano, para la evolución de la industria conexada en los sistemas de producción en pro de las demandas de la sociedad digitalizada.

**Palabras clave:** industria 4.0; ingeniería industrial; educación superior; competencias; formación profesional.

#### Abstract

In this 21st century, the concern of universities in shaping professionals with a high capacity for action prevails. Thus, the training of industrial engineers is not exempt from this, as the know-how for entrepreneurship must take into account what the industry and the technological market demand, in order to efficiently instruct the human capital required in the workplace. In this sense, the argumentative essay advocates a review of emerging technologies in Industry 4.0, such as big data, cloud computing, collaborative robots, artificial intelligence, augmented reality, virtual reality, and additive manufacturing. It develops its methodical argumentation through documentary review and analysis to interpret the premises: Industry 4.0, challenges in understanding Industry 4.0 in university education, the era of process digitization in Industry 4.0, and its connection with university education in industrial engineering. It concludes

<sup>1</sup> Universidad Yacambú. Venezuela. Correo: [v-30146250@micorreo.uny.edu.ve](mailto:v-30146250@micorreo.uny.edu.ve)

that in the scientific revolution, the training of industrial engineers faces the challenge of combining critical metacognitive competencies with the development of soft skills focused on collaboration, communication, and the experience of turning difficulties into opportunities within human capital for the evolution of connected industry in production systems in response to the demands of digitized society.

**Keywords:** industry 4.0; industrial engineering; higher education; skills; vocational training.

## Introducción

El mundo está atravesando una época emocionante, marcada por los avances tecnológicos vertiginosos que están cambiando la faz de la industria tal como se conoce. La Revolución 4.0, impulsada por la convergencia de diversas tecnologías como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas, la computación en la nube y la analítica de datos, no solo ha desencadenado una transformación digital, sino que también ha dado origen a un nuevo paradigma industrial, caracterizado por la interconexión, la automatización inteligente y la capacidad de adaptación constante.

Cuando se habla de industria, hay una palabra imposible de no nombrar, por el nivel de relevancia que ha tenido a lo largo de los siglos y la conexión innegable que tiene con lo anterior mencionado, como lo es la Ingeniería, pues como el arte científico de formación de profesionales permite la evolución constante del trabajo en entornos laborales y sociales para solucionar las problemáticas del día a día, con la finalidad de simplificar la manera de vivir de las personas y mejorar las formas de producción para los productos o equipos manufacturados. En este sentido, la Universidad formadora de ingenieros, tiene el papel protagónico de desarrollar las competencias profesionales ante la nueva visión de la tecnología de información de sector industrial (Garcés y Peña, 2020).

Es importante resaltar, que el papel del ingeniero ha sido crucial en cada fragmento de la historia moderna para crear soluciones factibles ante los cambios imparables del mundo actual, un mundo en constante crecimiento en todos los aspectos que lo abarca, desde lo demográfico hasta lo socioeconómico. Es por ello, que surgen los indicios ¿Están preparadas las Universidades para desarrollar las competencias profesionales con una nueva visión de la industria 4.0? ¿Cuáles son las competencias requeridas para que los estudiantes de la educación superior se apropien de la visión industrial 4.0? ¿Qué incertidumbres soslayan el pensamiento teórico-práctico de los estudiantes de ingeniería industrial al prevalecer el pensamiento lineal referente a que la automatización sustituye a la mano de obra en toda la economía de una sociedad?

En este sentido, el artículo tipo ensayo argumentativo, tiene el propósito de develar un desarrollo teórico referente a la Industria 4.0: Retos en la Formación Universitaria del Ingeniero Industrial. Desarrolla su argumentación bajo la metódica de revisión documental, mediante el análisis de fuentes primarias y secundarias para la interpretación de las premisas: la Industria 4.0, retos para comprender la industria 4.0 en la formación universitaria, la era de la inteligencia artificial en la industria 4.0 y su conexión con la formación universitaria de ingeniería industrial. Es importante destacar que se suscribe en la Innovación de Procesos Industriales y Productos Tecnológicos.

## Discusión Teórica

### La Industria 4.0

Al hacer referencia a la Industria 4.0, es impetuoso citar a la Cuarta Revolución Industrial que según Schwab, (2020) está dotada de un ritmo exponencial dotado de velocidad, alcance e impacto de los sistemas. Así, para entender cómo se ha llegado a esta era digital, hay que retroceder un poco al pasado y analizar a fondo la manera en cómo la industria ha evolucionado a través de los años.

### Figura 1

*Historicidad de la Industria 4.0*



*Nota.* Características primordiales de las revoluciones industriales. Elaboración Propia.

La primera Revolución Industrial empezó a finales del siglo XVIII y se basó, de forma resumida, en la transformación del vapor en fuerza física, un avance inmenso para esa época, debido a que permitió la realización de tareas de manera más sencilla, ya que dónde antes se necesitaba un número de operarios para llevar operaciones a cabo, ahora se permitía simplificar el proceso a través de la acción de la maquinaria (Mahou & Diaz,2018). Un siglo más tarde llegaría

la segunda Revolución Industrial, caracterizada por el consumo masivo, a través de la creación de líneas de producción o cadenas de montaje que dieron pie a una transformación comercial inmensa.

Un punto clave que resalta el autor antes citado, es que la diversificación del trabajo se hizo posible, permitiendo el cumplimiento de roles distintos por parte de los operarios, sin embargo, algo que no existía para la época, era la diversificación de productos, debido a que solo podías comprar el mismo automóvil, con el mismo color y sin ningún tipo de diferenciación alguna. Esta manera de trabajar se mantuvo longeva durante muchos años, sin embargo, el surgimiento de gigantes industriales y de empresas transnacionales, abrió una puerta de oportunidades para el logro del surgimiento de una industria más competitiva y diversificada, en la que los ingenieros se vieron envueltos en una carrera constante de la perfección en la producción. (Popkova, Ragulina, & Bogoviz, 2019).

Tardaría un siglo para que se pudiera volver hablar de otra Revolución Industrial, que a partir de un punto de vista crítico, cumple un rol significativo para el entendimiento de la era digital del hoy, ya que representa el surgimiento de los equipos informáticos para la automatización de los procesos industriales, disminuyendo así la intervención del humano en el monitoreo, planificación y realización de tareas dentro de la cadena de producción. Cabe resaltar que se empieza hablar de los datos y el papel de la electrónica en la Industria moderna.

Es así como se llega a la Industria 4.0, según los registros de Antuñez (2019) surge a partir del año 2011, en el continente Europeo, específicamente en Alemania. Esta revolución trajo consigo la digitalización de los procesos industriales, estableciendo un enlace óptimo entre lo digital y lo tangible, a fin de controlar, monitorear, administrar y planificar los procesos por medio de las redes virtuales. Los autores como Berger, (2016) y Basco (2018) definen a esta revolución industrial como “La Revolución de los Datos” o “La Revolución Sensórica”, esto debido a que el punto de partida para la Industria 4.0 es la inundación de información proveniente de todos los elementos dentro de una red colectiva, que abarca desde la cadena de valor en su totalidad, hasta cada uno de los activos tangibles pertenecientes a la empresa.

En este sentido, se puede decir que en el hoy, con la innovación tecnológica, cualquier elemento físico puede integrar sensores. La premisa se puede comparar con la acción del ojo humano, que al absorber información en tiempo real y en una escala de nanosegundos, percibe variables de procesos, estados y rendimientos de maquinaria, productos en fabricación, experiencias de usuario, entre otros, a fin de ser posteriormente procesadas de manera automática

por la inteligencia artificial, para tomar decisiones efectivas en tiempo real, simulando hasta de mejor manera, el funcionamiento del cerebro humano.

Se destaca entonces, que el intercambio y recopilación de datos en tiempo real, es una característica primordial de esta nueva era, debido a que como anteriormente se mencionó, permite la toma de decisiones de manera automatizada. Fernández, (2019) afirma a partir de esta premisa la integración de sensores simplificará la cualidad en cómo se trabaja, debido a que anteriormente los profesionales afines se podían estancar de manera masiva en problemáticas existentes en las industrias, generando despilfarro de recursos, cuellos de botella y pérdidas de dinero por tiempo de paradas.

Por esta razón, es que la formación de los futuros Ingenieros Industriales, está obligada a desarrollarse en la competencia del saber hacer y enmarcar estudios teóricos prácticos dedicados a analizar los detalles existentes dentro de un proceso de producción a fin de optimizarlo para mejorarlo pues, ahora con estas herramientas tecnológicas las decisiones se simplifican y, además de los conocimientos adquiridos desde la experiencia, se puede integrar el análisis de datos con el aprendizaje de los sistemas ciber físicos a fin de tomar acciones correctivas de una forma más eficiente en el futuro contexto laboral.

### **Retos para Comprender la Industria 4.0 en la Formación Universitaria de Ingeniería Industrial**

Hasta ahora, solo se ha hablado acerca de lo que representa la Industria 4.0 en el mundo moderno, pero si se detiene un poco en la matriz del nombre que define la Cuarta Revolución Industrial, se detalla una variedad de retos que surgen a partir de esta actualización. Cuando se expone “Revolución” se hace referencia a un cambio drástico, en pocas palabras, a un nuevo nacer dentro de un contexto específico, en una forma de trabajo, de pensar o de accionar. Si se evalúa desde una perspectiva crítica, los seres humanos, por naturaleza, en su gran mayoría, tienen un amplio rechazo por el cambio, esto debido a que bajo muchos contextos, puede ser sinónimo de amenaza y no de oportunidad, ya que puede simbolizar la eliminación de rutinas, de estándares de trabajo y cambios permanentes en las tareas realizadas durante largos lapsos de tiempo, que se traducen en costumbres idealizadas.

**Figura 2**

*Desdibujar los mitos de la Industria 4.0*



*Nota.* Trabajos y carreras emergentes en la era digital. Elaboración propia.

Ahora bien, la inteligencia del proceso basada en datos implica la recopilación, análisis y aplicación de información para mejorar y optimizar los procesos, esto se logra a partir de la utilización de algoritmos y modelos de aprendizaje automático que razonan y toman decisiones tal como lo hace un ser humano (Chas, 2020), con el fin de extraer conocimientos significativos de grandes conjuntos de datos, permitiendo una toma de decisiones más rápida y precisa. A niveles industriales, esto evidencia una gran ventaja competitiva y beneficios escalables en tiempos reducidos, debido a que el procesamiento de los datos provenientes de múltiples fuentes permite una planificación automática ante los cambios constantes.

Los datos representan el conocimiento acerca del proceso de producción, permitiendo una toma de decisiones automatizada conforme a la experiencia. Una característica crucial de este punto es que por medio de esta innovación tecnológica se logra igualar la experiencia con la recopilación de datos en las fórmulas de toma de decisiones. Para entender mejor la premisa dentro de la formación universitaria de ingenieros industriales, se puede tomar de ejemplo la formulación o gestión de cualquier proyecto empresarial, debido a que para realizarlo de manera efectiva, se debe tomar en cuenta diversas variables, como el calendario, presupuestos y alcance del mismo, lo anterior normalmente se realiza o planifica tomando como referencia proyectos efectuados en el pasado, traducido esto como ‘experiencia’, ahora, con la interconexión y la automatización

inteligente, se logra hacer esto de manera automática por medio de la recopilación de datos en tiempo real.

Por su parte, González (2018), afirma que los datos se pueden definir como los Rayos X del ingeniero, debido a que la recopilación y análisis de los mismos permite identificar la oportunidad de mejora imparables que se busca para la optimización de los recursos. La integración de la inteligencia del proceso basada en datos en la ingeniería industrial representa una evolución natural en la búsqueda de la eficiencia. Los sistemas inteligentes pueden analizar datos operativos en tiempo real, identificar patrones, prever fallos y ajustar automáticamente variables para optimizar la producción. Esto no solo reduce los costos, sino que también mejora la calidad y la velocidad de los procesos. Un ejemplo es la optimización de la cadena de suministro. La recopilación y análisis de datos en tiempo real permiten una gestión más eficiente de inventarios, pronósticos de demanda precisos y rutas logísticas optimizadas. Esto se traduce en una cadena de suministro más ágil y adaptable a las fluctuaciones del mercado.

Estos se presentan como aliados estratégicos en la búsqueda de la excelencia operativa. La capacidad de analizar datos en tiempo real y aplicar algoritmos inteligentes permite optimizar procesos, mejorar la toma de decisiones y aumentar la eficiencia en todas las fases de producción. La integración efectiva de estas disciplinas promete no solo impulsar la productividad empresarial, sino también abrir nuevas fronteras en la innovación y la sostenibilidad. La sinergia entre la inteligencia del proceso y la ingeniería industrial representa un paso crucial hacia el futuro de la fabricación y la gestión empresarial.

Al hablar de datos o información, hay algo que a niveles de confidencialidad no se puede evadir, y que es resaltado por Salvador (2018) y León (2019), como lo es el almacenamiento de datos, debido a que es lo que permite llevar un registro de todas las actividades y elementos que conforman a las empresas, como bien se sabe, al estar en una era digital, todo esto se logra a partir de servidores de forma online. El cloud computing, o computación en la nube, permite el almacenamiento de estos datos a través de internet. En la Industria 4.0, esta tecnología juega un rol fundamental al proporcionar acceso a recursos computacionales, almacenamiento y servicios de software de manera virtual, eliminando la necesidad de infraestructuras físicas costosas, facilitando la colaboración de los múltiples departamentos o trabajadores en tiempo real y la continuidad de la empresa.

La ingeniería industrial, al integrar soluciones de cloud computing, puede optimizar sus procesos de manera significativa. Li et al. (2020) exponen que, la integración de estas tecnologías disminuye los tiempos de respuesta ante situaciones adversas, además, la recopilación y análisis de datos en tiempo real en la nube permiten una supervisión más eficiente de la cadena de producción, identificación de cuellos de botella y predicción de fallos, contribuyendo a una toma de decisiones más informada y proactiva.

En un entorno industrial cada vez más interconectado, el cloud computing facilita la colaboración entre equipos distribuidos geográficamente. Ingenieros, diseñadores y equipos de producción pueden acceder a los mismos datos y aplicaciones desde ubicaciones diversas, lo que promueve la colaboración en tiempo real y agiliza el ciclo de desarrollo de productos. También, la adopción de soluciones en la nube impulsa la innovación en la ingeniería industrial. El análisis avanzado de datos en la nube permite implementar estrategias de mantenimiento predictivo, identificando problemas antes de que se conviertan en fallas críticas. Esto no solo reduce los tiempos de inactividad, sino que también optimiza los costos asociados al mantenimiento.

Al hacer inferencias referentes a la eficiencia de los procesos, se puede decir que tiene que ver de manera congruente con las manos encargadas de llevarlo a cabo, debido a que son las que permiten la elaboración del producto final. Anteriormente, esto era realizado en la mayoría de las empresas por medio de operarios, los cuales desempeñaban roles específicos de manera repetitiva durante tiempos indefinidos.

Con el tiempo esto fue cambiando, por medio de la aparición de robots industriales, los cuales podían ser programados para desarrollar tareas específicas del proceso de producción, esto trajo muchos beneficios en los procesos empresariales, ya que permitió una evolución en los puestos de trabajo, sin embargo, una de las desventajas más claras, expuestas por González (2018), es su gran peso, tamaño, costo y la poca seguridad que puede suministrar al operario o persona que se le acerque, puesto que no posee sensores que detecten a los mismos, para evitar accidentes laborales, es por ello, que muchas veces, se gastaba más en la seguridad del propio robot, instalando jaulas y demás elementos de seguridad, que en la propia inversión del mismo.

Ahora, en la Industria 4.0, se puede hablar de la implementación de sistemas ciber físicos, en este caso, de Robots Colaborativos (COBOTS). Salimbeni & Mamani (2020), definen a los mismos como robots que han sido diseñados para trabajar codo a codo con el ser humano en entornos de trabajo compartidos. Según los autores anteriormente nombrados, la instalación de los

cobots en las líneas de producción, han traído múltiples ventajas para la maximización de ganancias y optimización de los procesos en sí, debido a su capacidad realizar operaciones de manera memorizada. Por otro lado, Sherwani et al.(2020), expone que su facilidad de programación les permite ser manipulados por cualquier persona sin mayor tipo de capacitación, permitiendo la realización de tareas repetitivas por su gran memoria para recopilar movimientos, aumentando así la productividad y manteniendo la seguridad de los trabajadores a través del uso de sensores de proximidad.

La gran mayoría de los cobots, están programados por lenguaje Python, el cual al ser de los más sencillos en el mundo, permite un mayor entendimiento con respecto a otros tipos de lenguajes, además, un punto a resaltar es que estos emplean en su mayoría un sistema de 6 articulaciones, el cual les permite llegar a cualquier punto que esté a su alcance y tiene una capacidad de adaptación innegable, debido a que se le puede instalar en su brazo, cualquier tipo de herramienta, con el fin de que cumpla con las características o fines de la tarea a realizar.

A partir de las ideas esbozadas, se debe resaltar, por un lado, en la formación universitaria de ingenieros industriales, que desde el punto de vista del desarrollo de la competencia crítica del hacer, desempeñan un papel clave en la integración de robots colaborativos en entornos de producción, ya que los mismos son responsables del diseño e implementación de sistemas de producción eficientes que incorporan tecnologías avanzadas como los cobots dentro del marco manufacturero. Esto implica la programación y configuración de los robots para adaptarse a las necesidades específicas de la línea de producción, asegurando que realicen tareas de manera segura y eficiente.

Por otro lado, la capacitación y desarrollo del personal también recae en los ingenieros industriales, quienes se encargan de formar a los trabajadores para trabajar de manera efectiva con los cobots, incluyendo la programación y supervisión de las operaciones, asimismo, se realizan análisis de costos y evalúan el retorno de inversión al introducir robots colaborativos. La idea enlaza considerar factores como la inversión inicial, los ahorros operativos y la mejora general de la eficiencia en el entorno industrial, sin embargo, se ha evidenciado que el retorno de estas inversiones se recupera en poco tiempo, ya que maximiza las ganancias de una manera exponencial.

Un elemento clave a la hora de la optimización de procesos dentro de esta Revolución Industrial, es la realidad virtual, la cual no es más que la introducción del usuario a un mundo

totalmente virtual por medio de la interacción entre la persona y un ordenador que expone un entorno programado (Michaelis & Michaelis, 2020). La realidad virtual (RV) ha emergido como una fuerza disruptiva en la industria moderna, transformando la manera en que las empresas operan, colaboran y ofrecen productos y servicios. Este avance tecnológico ha dejado de ser una mera herramienta de entretenimiento para convertirse en un habilitador clave en diversos sectores industriales (León, 2019).

La adopción de la realidad virtual en la industria ha sido notable, encontrando aplicaciones en áreas como el diseño y prototipado, la formación de empleados, la simulación de entornos complejos y la colaboración remota. Por ejemplo, en la ingeniería y la arquitectura, la RV permite a los profesionales visualizar y modificar modelos en 3D de manera inmersiva, mejorando la toma de decisiones y acelerando los procesos de diseño (González, 2018). En el ámbito de la formación, la RV ofrece simulaciones realistas que permiten a los empleados y estudiantes practicar situaciones de trabajo sin riesgos. Esto es especialmente valioso en industrias de alto riesgo, como la manufactura y la energía, donde la capacitación convencional podría ser costosa o peligrosa.

A medida que la tecnología de realidad virtual evoluciona, se esperan desarrollos significativos en la industria. La integración de la inteligencia artificial y la realidad virtual ha impulsado la creación de entornos aún más realistas y personalizados. Se anticipa que la realidad virtual también contribuirá a la expansión del trabajo remoto, permitiendo a los empleados colaborar de manera efectiva a pesar de las distancias físicas. Esto podría tener un impacto significativo en la gestión de equipos y en la conciliación entre la vida laboral y personal.

De igual manera, la adopción de la realidad virtual en la industria no solo redefine los procesos de negocio, sino que también tiene implicaciones económicas y sociales. Por un lado, las empresas que adoptan esta tecnología pueden experimentar mejoras en la eficiencia, la productividad y la innovación, lo que podría traducirse en un crecimiento económico significativo. Por otro lado, la introducción de la realidad virtual puede plantear desafíos relacionados con la capacitación de la fuerza laboral y la adaptación a nuevas formas de trabajo. Además, podría acentuar la brecha digital entre aquellas empresas y trabajadores que tienen acceso a esta tecnología y aquellos que no.

En la formación universitaria de los futuros ingenieros industriales dentro del hacer, es importante la praxicidad de utilizar la RV para crear entornos virtuales que faciliten el diseño y la visualización de productos, permitiendo el desarrollo de prototipos virtuales, para evaluar a través

de los consumidores o los propios empleados, las posibles mejoras a realizar, ahorrando tiempo y recursos, a su vez, se puede simular y optimizar procesos de fabricación antes de implementarlos en el entorno real, con el fin de identificar posibles problemas y mejorar la eficiencia operativa. La capacitación también es otro punto importante, debido a que el liderazgo nato del Ingeniero Industrial le permite formar a los operarios de una manera más rápida y precisa, simulando entornos o situaciones de trabajo a escala real.

Similarmente, la RV le permite al industrial visualizar y analizar datos de manera más comprensible, permitiendo una toma de decisiones informada sobre la mejora de procesos y la eficiencia, esto se puede implementar para la optimización de la cadena de suministro, identificando cuellos de botella y mejorando la eficiencia logística. Por último, uno de los usos más relevantes e importantes es en el mantenimiento, debido a que al crear modelos virtuales de maquinaria, se puede monitorear el rendimiento y estado en tiempo real, para prever posibles fallas antes de que ocurran.

La realidad virtual se identifica como un punto de partida para la siguiente tecnología a tratar, la cual no es más que la realidad aumentada (RA), definiéndose como la superposición de imágenes o información virtual a un contexto o plano real, a partir del uso de dispositivos inteligentes, combinando de manera idónea el mundo real con el digital de manera iterativa. Así, según Álvarez (2017) la realidad aumentada, al sobreponer información digital sobre el entorno físico, ha encontrado aplicaciones transformadoras en la Industria 4.0. Ingenieros industriales aprovechan esta tecnología en diversas áreas. En el mantenimiento predictivo, la RA permite visualizar datos en tiempo real sobre el estado de las máquinas, facilitando la identificación de posibles fallos antes de que ocurran. Además, en la producción eficiente, el uso de gafas o dispositivos de RA permite a los ingenieros recibir instrucciones y datos de producción directamente en su campo de visión, optimizando procesos y reduciendo errores.

En este sentido, la RA se emplea también para crear entornos virtuales de entrenamiento, donde los ingenieros pueden practicar y simular situaciones laborales complejas de manera inmersiva y segura. Esta aplicación resulta fundamental para la formación en entornos de alto riesgo o con maquinaria compleja. La integración de la realidad aumentada en la Industria 4.0 abre la puerta a desarrollos aún más emocionantes. Ingenieros industriales están explorando la posibilidad de utilizar la RA para la colaboración remota, facilitando la interacción entre equipos distribuidos geográficamente. Además, en el diseño de productos, la RA puede mejorar el proceso

al permitir a los ingenieros visualizar prototipos en 3D en tiempo real, facilitando la toma de decisiones y reduciendo el tiempo de desarrollo.

Los ingenieros industriales desempeñan un papel esencial en la implementación efectiva de la realidad aumentada en la Industria 4.0. Sus habilidades técnicas, conocimientos en procesos industriales y capacidad para abordar desafíos logísticos son fundamentales para aprovechar al máximo esta tecnología. Lideran la integración de sistemas de RA con las operaciones existentes, garantizando una transición suave y la interoperabilidad con otras tecnologías de la Industria 4.0. Además, diseñan y desarrollan aplicaciones de RA personalizadas para abordar desafíos específicos en la producción, el mantenimiento y la formación, adaptándose a las necesidades particulares de cada industria. Su participación es crucial en la gestión del cambio organizacional asociado con la implementación de nuevas tecnologías, ayudando a superar resistencias, capacitando al personal y optimizando los procesos para maximizar los beneficios de la RA.

Para llevar a cabo la fabricación de los productos a partir de la convergencia de las tecnologías anteriormente mencionadas, logrando la personalización de los procesos y la optimización de los recursos en la Industria 4.0, surge la impresión 3D, tratándose en términos generales como la creación de productos u objetos a través la superposición sucesiva de capas de material, a través de impresoras especializadas que siguen los modelos diseñados por medio de ordenadores, contando con recarga y descarga de material en un plano tridimensional. La impresión 3D, también conocida como fabricación aditiva, ha encontrado aplicaciones innovadoras en diversos sectores. Los ingenieros industriales desempeñan un papel clave en su implementación, utilizando esta tecnología para agilizar procesos, debido a que permite, como lo resalta González (2018) ‘‘colocar la materia donde se necesita’’, esto expone que cualquier idea puede ser materializada a partir de la impresión 3D, desde el prototipado rápido hasta la producción personalizada, la fabricación de repuestos bajo demanda y herramientas, con materiales sintéticos o biológicos (López, 2019). Esta versatilidad impulsa la eficiencia y la flexibilidad en la cadena de producción.

En el futuro, la impresión 3D promete avances aún más significativos. Los ingenieros industriales están explorando el uso de materiales avanzados, la impresión a gran escala y la integración con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y los sensores IoT. Estas exploraciones podrían dar lugar a procesos de fabricación autónomos y altamente eficientes. La contribución de los ingenieros industriales en este contexto es crucial, garantizando la calidad de

los productos impresos, estableciendo estándares y protocolos. Liderando la integración de la impresión 3D con sistemas de fabricación existentes, asegurando una transición sin problemas y la maximización de beneficios, por ello es imprescindible tomar en consideración este avance tecnológico y su praxicidad dentro de su formación universitaria.

### Reflexiones Finales

A partir de las interrogantes ¿Están preparadas las Universidades para desarrollar las competencias profesionales con una nueva visión de la industria 4.0?, con la revisión documental se puede decir que las casas de estudio de Educación Superior, presentan el reto de adecuar el currículo y la praxicidad del conocimiento impartido, a los nuevos avances tecno científicos en los cuales se ve envuelta la sociedad de este siglo XXI, el desafío es generar ambientes de formación híbrida, en la que las realidades aumentativas se adecuen a la formación de los ingenieros industriales pues, deben, por un lado, sentirse seguros en su proceso formativo para enfrentar los nuevos avances que involucran la industria 4.0 y por el otro, que en un futuro inmediato deben convertirse en un nuevo capital humano con elevadas competencias profesionales con calidad formativa para adentrarse con calidad y eficiencia en el campo competitivo laboral de la industria.

En lo referente a ¿Cuáles son las competencias requeridas para que los estudiantes de la educación superior se apropien de la visión industrial 4.0?, se puede decir que prevalecen las competencias del saber conocer para emprender, en la que se encuentran el pensamiento crítico, la resolución de problemas reales, la creatividad, y las capacidades metacognitivas. Es imprescindible, también, el desarrollo de las competencias blandas centradas en las habilidades de colaboración y de comunicación y en la experiencia de convertir las dificultades en oportunidades, sobre todo con el futuro inmediato de enfrentar los nuevos avances tecnológicos en su campus profesional.

Por último, en lo referente a ¿Qué incertidumbres soslayan el pensamiento teórico-práctico de los estudiantes de ingeniería industrial al prevalecer el pensamiento lineal referente a que la automatización sustituye a la mano de obra en toda la economía de una sociedad?, se puede decir que la incertidumbre sigue siendo el desplazo del capital humano por el tecnológico, pero, es importante resaltar que en el transcurrir de los avances presentados en esta temática se pudo dilucidar que sin el talento humano los avances tecnológicos no obtuvieran pertinencia ni finitud en el tiempo real y futuro.

Es por ello, que en la revolución científica la combinación de las competencias humanas del talento metacognitivo para el desarrollo de la industria con los avances de una nueva era digital, repercute en los sistemas de producción en pro de las demandas de la sociedad. Finalmente, lo anterior es el eje crítico para convertirlo en un proceso de repensar la formación de los futuros ingenieros industriales con adaptabilidad a lo real tecno científico, por lo que desde la universidad se debe seguir despuntando hacia el impulso del talento y capital humano para la transformación de las sociedades.

### Referencias

- Álvarez-Marín, A., Castillo-Vergara, M., Pizarro-Guerrero, J. y Espinoza-Vera, E. (2017). Realidad Aumentada como Apoyo a la Formación de Ingenieros Industriales. *Formación universitaria*, 10(2), 31-42. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000200005>
- Antuñez, A. (2019). La industria 4.0. Análisis y estudio desde el Derecho en la 4ta Revolución Industrial. *Advocatus*, 32, 133-164. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7380434>
- Basco, A., Belis, G., Coatz, D. y Garnero, P. (2018). Industria 4.0: fabricando el futuro. *Inter-American Development Bank*, 647, 6-122. <http://rua.uady.mx/portal/recursos/ficha/2921/industria-4-0-fabricando-el-futuro>
- Berger, R. (2016). *España 4.0: el reto de la transformación digital de la economía*. Spain.
- Chas, A. (2020). Qué es la Inteligencia Artificial. AuraQuanti. <https://www.auraportal.com/es/que-es-la-inteligencia-artificial/>
- Fernández, J. (2019). *¿Industria 4.0: Transformación digital o cuarta revolución industrial?*. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Garcés, G. y Peña, C. (2020). Ajustar la Educación en Ingeniería a la Industria 4.0: Una visión desde el desarrollo curricular y el laboratorio. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(40), 129-148. <https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201940garces7>
- González, B. (15 de agosto de 2018). *Industria 4.0: una revolución para las personas*. [Archivo de video]. [https://youtu.be/a0Ycxn-bZak?si=7dB3s\\_VfqxhsgZsD](https://youtu.be/a0Ycxn-bZak?si=7dB3s_VfqxhsgZsD)
- León-Pérez, J.C. (2019). Impacto de las tecnologías disruptivas en la percepción remota: big data, internet de las cosas e inteligencia artificial. *UD y la Geomática*, 14, 54-61. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/UDGeo/article/view/15658/152968>

- Li, C., Bai, J., Chen, Y., & Luo, Y. (2020). Resource and replica management strategy for optimizing financial cost and user experience in edge cloud computing system. *Information Sciences*, 516, 33-55. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.12.049>
- López, J. (28 de abril 2019). *La primera impresora 3D: convirtiendo píxeles en materia*. Hipertextual. <https://hipertextual.com/2019/04/primera-impresora-3d>
- Mahou, A., & Diaz, S. (2018). La cuarta revolución industrial y la agenda digital de las organizaciones. *Economía industrial*, 407, 95-104. <http://www.minetad.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/407/MAHOU%20Y%20D%C3%80DAZ.pdf>
- Michaelis, C., & Michaelis H. (2020). *Dicionário brasileiro da língua portuguesa*. <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>
- Popkova, E., Ragulina, Y., & Bogoviz, A. (2019). *Industry 4.0: Industrial revolution of the 21st century*. Springer Cham. (p. 253).
- Salimbeni Gandino, S., & Mamani, D. (2020). Marco de referencia para la incorporación de Cobots en líneas de manufactura. *PODIUM*, (38), 159–180. <https://doi.org/10.31095/podium.2020.38.10>
- Salvador, N. (2018). Nuevo paradigma de big data en la era de la industria 4.0. *Revista electrónica de terapia ocupacional Galicia*, 15, (27), 4-9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6489657>
- Schwab, K. (2020). La Cuarta Revolución Industrial. *Futuro Hoy*, 1(1), 06–10. doi: 10.5281/zenodo.4299164
- Sherwani, F., Asad, M. M., & Ibrahim, B. S. K. K. (26-27 de marzo de 2020). Collaborative robots and industrial revolution 4.0 (ir 4.0). International Conference on Emerging Trends in Smart Technologies (ICETST), Karachi, Pakistan, pp. 1-5, <https://doi.org/10.1109/ICETST49965.2020.9080724>