



Enero-junio 2024

Recibido: 4-10-2023

Aceptado: 28-11-2023

El rol del ingeniero industrial en la industria 5.0. Desafíos curriculares y habilidades requeridas.

Autor (a) Vicky-C Mujica Figueredo⁶

Dirección electrónica: vc mujica@gmail.com **Adscripción:**

Adscripción: Universidad de Carabobo,

Valencia.Venezuela

Resumen: En la presente investigación se aborda de manera documental y conceptual la emergente industria 5.0, analizando su impacto en el desarrollo social y tecnológico a partir de la integración del Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial y otros elementos tecnológicos. Se presenta una conceptualización de esta nueva tendencia, denominada Industria 5.0, que destaca el re-empoderamiento del ser humano mediante la tecnología como eje central de los procesos de producción, en un contexto marcado por el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) y la planificación industrial en entornos inteligentes. La actual evolución hacia la Industria 5.0 está transformando la formación de los ingenieros, lo que ha llevado a las universidades a implementar estrategias y acciones para ajustar los planes de estudio a los requisitos de esta nueva revolución industrial.

Palabras clave: Industria 5.0, Internet de las Cosas, inteligencia artificial, re-empoderamiento, desarrollo social,

⁶ Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Industrial Universidad José Antonio Páez. <https://orcid.org/ORCID-0009-0001-5762-2172>

tecnológico, formación de ingenieros, revolución industrial.

The role of the industrial engineer in the industry 5.0.
Curricular challenges and required skills

Abstract. This research addresses the emerging industry 5.0 in a documentary and conceptual manner, analyzing its impact on social and technological development based on the integration of the Internet of Things (IoT), artificial intelligence and other technological elements. A conceptualization of this new trend, called Industry 5.0, is presented, which highlights the re-empowerment of human beings through technology as the central axis of production processes, in a context marked by the development of Artificial Intelligence (AI) and industrial planning in smart environments. The current evolution towards Industry 5.0 is transforming the training of engineers, which has led universities to implement strategies and actions to adjust study plans to the requirements of this new industrial revolution.

Keywords: Industry 5.0, Internet of Things, artificial intelligence, re-empowerment, social and technological development, engineering training, industrial revolution.

La Industria 5.0 es la siguiente revolución industrial que está preparando el camino para un nuevo modelo de producción, donde empresas y sociedad, a través de la tecnología, trabajan juntas para crear productos personalizados y sostenibles. En este contexto, el ingeniero industrial juega un papel fundamental en la implementación de esta nueva forma de producción. Sin embargo, la formación de los ingenieros industriales debe adaptarse a los nuevos desafíos que plantea la Industria 5.0.

En el ámbito académico, y en lo específico al currículo universitario, el cual es definido por la Universidad Nacional Abierta (1982) como “el producto consciente del acto educativo, vinculado a los fines establecidos para la

educación por la sociedad; sometido permanente revisión, ajuste y reajuste”. Aquí se establece esa simbiosis natural que debe existir entre la universidad y la sociedad, donde todos los procesos educativos buscan responder eficazmente a sus expectativas y demandas que se caracterizan por las incertidumbres y las grandes transformaciones, impuestas por los vertiginosos avances tecnológicos. De tal forma que la nueva era tecnológica está transformando las cadenas de valor de la industria, las cadenas de valor de la producción y los modelos de negocios (Zhong et al., 2017).

Método

La metodología desarrollada en el presente trabajo de investigación incluye una investigación documental basada inicialmente en una revisión de la literatura sobre el contexto y las competencias que se requieren desarrollar para la ingeniería industrial en el entorno de la Industria 5.0. Luego, con el propósito de determinar las competencias de la Industria 5.0 que ya están siendo abordadas por los planes de estudio en ingeniería industrial a nivel nacional e internacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La industria 5.0. El término de “industria 5.0” fue acuñado a principios de 2021 por la Comisión Europea con el objetivo de reenfocar el desarrollo del sector hacia un modelo de producción que utilice la tecnología para ser más competitiva, y complementar el progreso aportado por las diferentes tecnologías y potenciar la relación positiva entre los hombres y las máquinas (Enric, 2022).

Para TOTVS (2021) la industria el 5.0 corresponde a la rehumanización en la industria (el humano como gestor, no solo operario), además corresponde al reconocimiento de que los avances robóticos, digitales y de automatización, así como la investigación humana, los conocimientos, la

innovación y el potencial creativo son de igual valor en el proceso de fabricación.

Según Londoño (2020) la industria 5.0 es aquella habilidad tecnológica que busca aliar a las capacidades artificiales de los robots y mejorarlos de acuerdo al manejo de los humanos, pues esta unión genera resultados rápidos, eficaces y concretos.

Mientras que Sothis (2021) denomina a la industria 5.0 como un modelo de producción digitalizada proactivo y humano basado en la interacción entre las máquinas o dispositivos y las personas. Para Oasys, (2019), la Industria 5.0 pone el énfasis en la colaboración entre máquinas y humanos para mejorar la productividad y la eficiencia.

Competencias de un ingeniero industrial en la industria 5.0. Las tendencias en tecnología digital siguen enfocadas hacia el desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones industriales, con especial atención en el manejo e interpretación de datos, inteligencia artificial y desarrollo de energías limpias. También se identifica un creciente interés en aplicaciones con enfoques sustentables, resaltando la importancia de integrar los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), de considerar el bienestar de la sociedad, así como la protección del medio ambiente por medio de innovaciones para reducir el consumo energético y fomentar el uso de fuentes de energías renovables. Sin embargo, sobre los pilares de la industria 5.0 la tecnología de robots autónomos y de manufactura aditiva, se toman en cuenta aspectos como el trabajo colaborativo entre humanos y máquinas o el resurgimiento de la producción personalizada bajo la gestión del ser humano. No obstante, se identifica también que la inteligencia artificial, el manejo de espacios virtuales y la evolución de redes digitales de comunicación e interconectividad están tomando mayor relevancia, postulándose como las tecnologías más disruptivas para los próximos años. Se demanda el

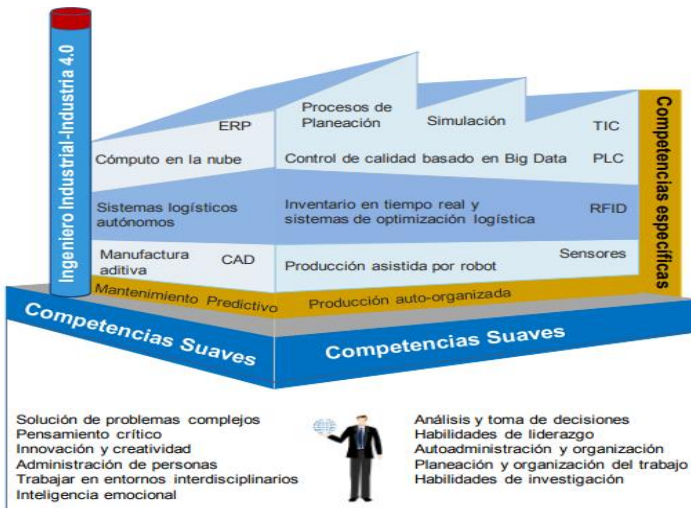
fortalecimiento y desarrollo de habilidades en el capital humano del sector empresarial ligado a la ingeniería industrial, las cuales se describen a continuación:

- Gestión, administración, protección y vigilancia de datos y redes de comunicación por medio de herramientas tecnológicas.
- Diseño, programación y operación de sistemas robotizados y automatizados.
- Diseño y simulación de procesos y productos en espacios y/o entornos virtuales.
- Integración y automatización de procesos.
- En los espacios colaborativos del futuro, los humanos y los robots deben compartir la producción y trabajar dentro de una estrecha relación humano-máquina, pero bajo la supervisión permanente del ser humano.
- El modelar sistemas físicos en ambientes virtuales ha derivado en grandes ahorros económicos ante la posibilidad de visualizar productos de forma virtual antes de llevarlos al mundo físico, lo que permite corregir y realizar cambios sin la necesidad de fabricar prototipos. El modelado y simulación de procesos de manufactura y maquinado de piezas por medio de control numérico programable (CNC), la simulación en ambientes virtuales y el desarrollo de análisis mecánicos como lo es estático, térmico, frecuencia, pandeo, caída, fatiga, impacto y recipientes a presión por medio de software de especialidad son actualmente tecnologías innovadoras y sustentables para los procesos de diseño y manufactura. Para ello, se requiere un factor humano con conocimientos de diseño asistido

por computadora (CAD), manufactura asistida por computadora (CAM) e ingeniería asistida por computadora (CAE), y que desarrolle la habilidad de implementarlos en sistemas de manufactura avanzada para optimizar la productividad y alcanzar una sustentabilidad integral.

Con respecto a las competencias genéricas que debe desarrollar un ingeniero industrial, se sugiere considerar como principales competencias las que menciona el Foro Económico Mundial (2018a). La Figura 1 muestra un resumen de las competencias que debe adquirir el ingeniero industrial en su formación profesional para enfrentar los desafíos de la Industria 5.0.

Figura 1. Competencias del Ingeniero Industrial



Fuente: Coskun et al. (2019); Foro Económico Mundial (2018a); Frank et al. (2019); Karre et al. (2017); Sackey y Bester (2016); Sackey et al. (2017); Zhong et al. (2017)

El ingeniero industrial desafíos en la industria 5.0. Según el Institute of Industrial & Systems Engineers (2023), la

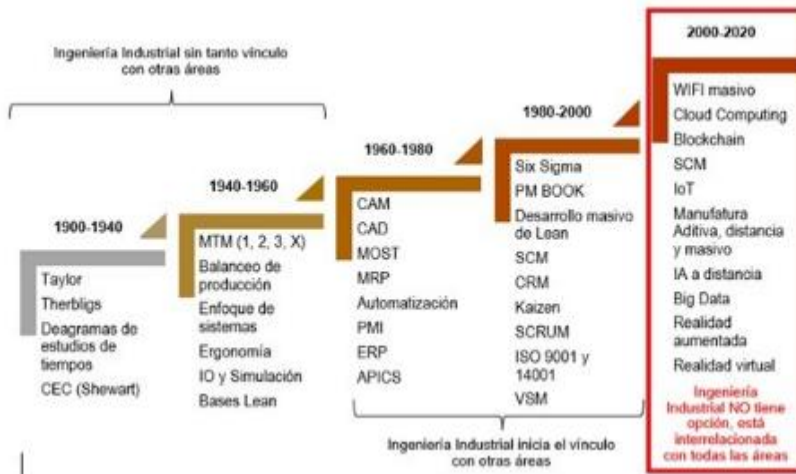
Ingeniería Industrial se ocupa del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados de hombres, materiales, equipos y energía. Se alimenta del conocimiento especializado y de la habilidad en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de esos sistemas.

El ingeniero industrial participa en organizaciones manufactureras y de servicios; así como en emergentes empresas, sean estas pequeñas o grandes, locales o globales. El enfoque es hacia la mejora continua y la calidad, desempeñando roles de operación, de producción, de servicios o gerencial.

La formación del ingeniero industrial está orientada para que, profesionalmente se posean competencias, compromisos, y capacidades de ser promotor de cambios para el desarrollo del sector empresarial donde se desempeñen. En ese sentido, la formación es integral y comprende distintas áreas como la ciencia, la tecnología y la gestión. En razón de ello, son generadores de conocimiento para el desarrollo industrial, mediante la aplicación de métodos, técnicas y herramientas de su especialidad, considerando siempre los principios éticos.

En la Figura 2 se muestra la evolución de la Ingeniería Industrial desde el momento de sus inicios, hasta hoy. Esta evolución ha ido de la mano de las revoluciones industriales, por el impacto de los avances tecnológicos en los procesos productivos, en la sociedad y en la economía. En esa evolución, los ingenieros industriales, se han ido adaptando a las nuevas formas de los sistemas productivos, sin perder de vista el enfoque de procesos y secuencial de los referidos sistemas, así como las interrelaciones cada vez más sólidas con otras disciplinas profesionales como la financiera.

Figura 2. Evolución de la Ingeniería Industrial.



Fuente: (CONAII, 2021)

Los ingenieros industriales tienen un buen desempeño en el área de gestión financiera de las empresas, ya que en la formación profesional se adquieren conocimientos para resolver problemas económicos, tomar decisiones basadas en datos económicos y financieros; así como, implementar sistemas que faciliten el desarrollo empresarial, entre otros.

En la actualidad, una gran cantidad de empresas utilizan metodologías basadas en las tecnologías digitales, las cuales impulsan la quinta revolución industrial y que, a su vez exigen a las empresas continuos cambios en su gestión financiera. Un aspecto clave de la Industria 5.0 es la utilización de tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el machine learning, la robótica, la realidad aumentada, el internet de las cosas (IoT), y el Big Data. Estas tecnologías no son solamente costosas de instalar y mantener, sino que también requieren inversiones significativas en capacitación y desarrollo de habilidades. La adopción de nuevas tecnologías por parte del sector ha permitido la automatización de

procesos financieros, el análisis de datos a gran escala para la toma de decisiones basada en evidencia, además de personalizar la experiencia del cliente.

En estos términos, se evidencia que las empresas buscan talento humano con conocimientos tecnológicos, de sistemas, de análisis de datos, o sea, que estén orientados sus conocimientos hacia la Industria 5.0, sus tecnologías digitales; considerando que esa industria se centra en el humano, la resiliencia y la sostenibilidad.

Según Ayuso (2023), las tecnologías digitales siguen evolucionando y demandan profesionales cualificados que no solo se enfoquen en aprender lo ya creado, sino a crear nuevas. De allí que las empresas con visión hacia la Industria 5.0, están dedicando recursos para la identificar, adquirir y formar talento humano con habilidades para innovar y diseñar soluciones digitales que beneficien no solo a sus propias organizaciones, sino también a la sociedad en general.

Bajo este escenario, existe la necesidad de adaptar los currículum para los ingenieros industriales de tal manera que se incluyan asignaturas que cubran las tecnologías digitales actualizadas, tales como la inteligencia artificial, la analítica avanzada de datos, la ciberseguridad industrial, la robótica colaborativa, entre otros. Conocimientos que cubren no solo su orientación hacia los procesos productivos de bienes o servicios, sino que sean de aplicabilidad en su rol como gerente financiero.

Funciones y habilidades del ingeniero industrial en la industria 5.0

Es importante destacar algunas de las funciones que se requieren del Ingeniero Industrial en la Industria 5.0:

- Diseño y optimización de procesos productivos, diseña y optimiza los procesos productivos para que

sean más eficientes y sostenibles. Además, debe ser capaz de integrar la tecnología en estos procesos para mejorar la calidad del producto y reducir los costos de producción.

- Implementación de tecnologías avanzadas de última generación en los procesos productivos., se requiere de ingenieros industriales que estén al tanto de las últimas tendencias tecnológicas mediante un aprendizaje continuo y que sean capaces de implementarlas en los procesos productivos. Por lo tanto, los programas de formación deben incluir cursos en inteligencia artificial, internet de las cosas, computación cognitiva, entre otros.
- Gestión de proyectos, gestiona proyectos de forma eficiente y efectiva. Esto implica la planificación, organización, dirección y control de los recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto.

Según Tovar (2023), las habilidades blandas son las destrezas subjetivas e intangibles, exigidas en el mercado laboral y, representan un elemento vital en la evaluación y desempeño del personal en las organizaciones. Algunas de estas habilidades son resiliencia, resolución de problemas complejos y transdisciplinarios, creatividad, innovación, inteligencia colectiva, manejo de equipos de alto desempeño, liderazgo, pensamiento crítico, entre otros.

El trabajo en equipo, liderar equipos de trabajo y comunicarse de forma efectiva con los demás miembros del equipo, es de suma importancia en el desempeño de todo ingeniero industrial. Los programas de formación deben incluir cursos en habilidades blandas como: liderazgo, trabajo en equipo y comunicación. Así como la creatividad para pensar de forma creativa que le permita encontrar soluciones innovadoras a los problemas que se presentan en los procesos productivos.

Desafíos curriculares requeridos para en ingeniero industrial exitoso en la industria 5.0. En el desarrollo operativo de la Industria 5.0 se busca producir de forma más sostenible y eficiente. Por lo tanto, los ingenieros industriales deben estar capacitados para diseñar y optimizar procesos productivos que sean amigables con el medio ambiente.

El currículo debe ser evaluado y actualizado frecuentemente, atendiendo los requerimientos y tendencias del entorno, a fin de integrar innovadores enfoques andragógicos con temas abordados por Industria 5.0, tales como las tecnologías digitales -big data, machine learning, nube, inteligencia artificial, robótica, realidad aumentada, realidad virtual, análisis de datos, entre otras.

Estas tecnologías deben coexistir con: la resiliencia, la sustentabilidad, la antifragilidad y el ser humano como eje central. De esta forma, y en este contexto, se puede formar a los estudiantes para enfrentar los entornos transcomplejos y desafíos en sus campos de estudio y adaptarse a un entorno global en constante evolución.

Hoy día tras la pandemia del COVID-19 han surgido a nivel mundial nuevas formas de trabajo novedosas, que hacen uso de tecnologías digitales para la comunicación y la información; así como ofreciendo productos y servicios cada vez más competitivos que demandan conocimientos especializados para trabajar y hacer negocios en nichos de oportunidad donde ya es posible la interacción a nivel global. Encontrándose el Ingeniero Industrial frente a retos cada vez más competitivo en este mundo complejo y en constante cambio frente a lo que será la Industria 5.0

Para la empleabilidad del ingeniero industrial a fin de responder a las demandas de la Industria 5.0, su formación técnica debe atender las tendencias tecnológicas que se exponen a continuación:

- Automatización y robótica avanzada. En este campo el ingeniero industrial debe estar preparado para comprender, diseñar, implementar, seguir y controlar sistemas de automatización y robots en la producción, logística y calidad, entre otros.
- Analítica de datos. El ingeniero industrial debe estar formado para tomar decisiones informadas y basadas en los procesos de análisis de datos y aprendizaje automático. Esto le aporta valor a su desempeño según la predicción de anomalías en los sistemas y mejora la eficiencia.
- Internet de las Cosas (IoT). En el desempeño del ingeniero industrial se requiere que este profesional domine aspectos relacionados con la conectividad y la recopilación de datos en tiempo real a través del IoT, ya que en la Industria 5.0, se exige el diseño de soluciones digitales para el seguimiento y control remoto de maquinarias, equipos y herramientas, Esto a fin de optimizar procesos y minimizar tiempos de inactividad.
- Sostenibilidad y eficiencia energética. En el ámbito medioambiental el ingeniero industrial debe poseer conocimientos para la implementación de buenas prácticas de manufactura y tecnologías que promuevan la sostenibilidad y la eficiencia energética en la producción y la cadena de suministro, desde una visión ética y con responsabilidad social.
- Diseño de productos personalizados. Esta es una característica resaltante de la Industria 5.0; pues permite la producción en masa altamente personalizada. Por ello, el ingeniero industrial debe poseer conocimientos en diseño y fabricación para la creación de productos únicos y adaptados a las

necesidades individuales de los clientes.

- Gestión de la cadena de suministro digitalizada. Esta gestión se torna más compleja Industria 5.0. De allí que, los ingenieros industriales deben conocer procesos de optimización y logística basados en las tecnologías digitales para asegurar una gestión eficiente y fluida de los recursos y materiales, en cada una de las etapas de los procesos productivos.
- Fabricación dinámica. Se basa en sistemas de producción flexibles, dinámicos y personalizados mediante el uso de la robótica industrial y la robótica colaborativa (cobots). Los robots industriales generan marcas de trazabilidad en los productos, identificar requerimientos, interactuar con otros robots para coordinar actividades, ahorrar recursos y reprogramar su velocidad o tipo de actividad, según lo requiera la línea de producción. Los cobots comparten el mismo espacio de trabajo que las personas, de manera segura y precisa, siendo capaces de realizar cualquier tarea repetitiva al alcance de una mano humana.
- Seguridad. Orientada a la seguridad de los sistemas de información y las redes empresariales, ya que están capacitadas para detectar comportamientos inusuales con gran precisión o intento de violación o fraude. Garantizan la operatividad eficiente de los equipos de seguridad y maximizan la seguridad de las plantas industriales.
- Mantenimiento preventivo. Apoyo a los sistemas de mantenimiento predictivo, basándose en la lectura de sensores colocados en los equipos de las plantas, lo que les permite determinar el estado de funcionamiento de estos en tiempo real. Capaces de predecir fallos, además de seguir en tiempo real el

rendimiento de los equipos para la prevención de paradas no programadas.

- Control de calidad. Ocupa equipos de visión artificial para la detección de anomalías en los productos. Sus niveles de sensibilidad son microscópicos, a velocidades que un ser humano no puede igualar sin cometer errores. Permite entrenar a las líneas de producción la eliminación inmediata de aquellos elementos que no cumplan con los parámetros establecidos.
- Automatización de procesos complejos. Permite la recogida y colocación de piezas desordenadas en los sistemas productivos con bastante exactitud. Es adaptativa, lo que permite su utilización eficiente en áreas como la logística, el embalaje, el transporte y el diseño de rutas óptimas por su cuenta.
- Agilidad en la toma de decisiones. Gestiona cantidades masivas de información para el reconocimiento de patrones, la predicción de sucesos, la modelación de conductas, la detección de oportunidades, favoreciendo significativamente, la optimización de los procesos decisorios.

Para finalizar, la actualización del currículo de la carrera ingeniería industrial es inminente. En esta actualización debemos atender los conocimientos relacionados con las competencias técnicas digitales y las habilidades blandas, enmarcadas en la industria 5.0. Los complejos entornos tecnológicos obligan a quienes estamos vinculados con la formación del ingeniero industrial a evaluar el perfil profesional de la referida carrera, ante la inminente modificación de los requerimientos laborales para los venideros años. Entre tanto, el surgimiento de innovadoras actividades o la modificación de las existentes, lo que demanda que desde las universidades generemos planes

prospectivos ante la Industria 5.0 para la formación de los referidos profesionales.

Sauza et al. (2017) mencionan que en las universidades de todo el mundo, en las áreas de ingeniería, se están desarrollando estrategias y acciones para incluir en sus planes de estudio los temas relacionados con la Industria 5.0.

Competencias genéricas.

1.Comunicación. El objetivo es desarrollar en el estudiante la capacidad de comunicación que le permita establecer vínculos con su entorno social, cultural, político y económico.

2.Formación. Se busca que el ingeniero industrial integre los contenidos de aprendizaje en diversas situaciones para la solución de problemas a través del empleo de estrategias centradas en el aprendizaje.

3.Pensamiento crítico. El ingeniero aplica el pensamiento crítico y autocrítico para identificar, plantear y resolver problemas por medio de los procesos de abstracción, análisis y síntesis.

4.Creatividad. Esta competencia busca aplicar la creatividad para detectar, formular y solucionar problemas de forma original e innovadora, a través de la integración de contenidos y el uso de estrategias didácticas que generen el pensamiento divergente, investigativo, cooperativo e innovador.

5.Liderazgo colaborativo. El ingeniero industrial debe aplicar el liderazgo colaborativo para identificar y desarrollar ideas y proyectos del campo profesional y social por medio de los procesos de planeación estratégica y toma de decisiones, asegurando el trabajo en equipo, la motivación y la conducción hacia metas comunes.

6.Ciudadanía. El ingeniero debe conducirse ante los distintos colectivos de acuerdo con los principios generales de

respeto a la diversidad cultural con responsabilidad social y compromiso ciudadano.

7. Uso de la tecnología. Promueve aplicar las TIC como herramienta de apoyo para la solución de problemas del campo profesional y social a través del uso apropiado de recursos y metodologías para el desarrollo del aprendizaje, la comunicación, la formación disciplinar y la investigación.

Competencias específicas.

1. Administración de la cadena de suministro. En esta competencia se busca que el ingeniero industrial evalúe la operatividad de las empresas productivas y de servicios para garantizar la producción óptima, disponibilidad y fiabilidad de sus equipos, la rentabilidad de nuevos productos o proyectos a través de técnicas de administración de la producción, del mantenimiento y de la evaluación de proyectos respetando las políticas de la empresa en materia de calidad, así como a las disposiciones legales nacionales e internacionales aplicables al medio ambiente y desarrollo sustentable. En el contexto de la Industria 5.0 el enfoque de esta competencia es hacia la cadena de suministro inteligente, donde se incluyen los productos inteligentes, sensores, tecnología de RFID, entre otros. A partir de que la mayoría de los procesos en la cadena de suministro generan datos, el análisis big data se considera una herramienta primaria para alcanzar ventajas competitivas. En este sentido, el análisis big data es responsable de los avances realizados en diferentes componentes de la Industria 5.0, tales como la logística inteligente, fábricas inteligentes, el análisis de clientes, las ciudades inteligentes y los sistemas de transporte inteligentes. Estas habilidades en la cadena de suministro pertenecen principalmente a las

competencias duras relacionadas con aspectos que van desde los procesos de planeación hasta el control de la calidad basado en big data.

2. Ubicación y distribución de las organizaciones productivas de bienes y servicios. Esta competencia busca desarrollar en el ingeniero industrial la capacidad de evaluar la ubicación y distribución de las organizaciones productivas de bienes y servicios, optimizando los costos de las mismas, a través de la aplicación de técnicas de localización y distribución de planta. En el entorno de la Industria 5.0 esta competencia se relaciona con la administración de sistemas ciber-físicos basados en habilidades como la simulación, ERP, los sistemas de optimización logística, CAD (Diseño asistido por ordenador), el cómputo en la nube y la producción autoorganizada.
3. Diseño, implementación y control de los sistemas de calidad. En esta competencia se incluye la implementación o mejora de sistemas de calidad en empresas productivas o de servicios, utilizando técnicas estadísticas, metodologías, herramientas y sistemas de administración de calidad, tomando en cuenta las normas nacionales e internacionales vigentes. Con relación a la Industria 5.0, los sistemas de control de calidad se basarán en big data, ya que los algoritmos basados en datos históricos y datos en tiempo real identificarán problemas de calidad y reducirán fallas en los productos. Esta competencia, en general, incluye habilidades duras apoyadas en sensores, RFID, manufactura aditiva, control de calidad basado en big data, simulación y el mantenimiento predictivo.

Diseño, implementación y control de condiciones de trabajo óptimas. Esta competencia cubre el diseño de las condiciones óptimas en los entornos de trabajo, evaluando las

áreas laborales en las organizaciones, mediante herramientas que involucran el estudio del trabajo, la ergonomía, seguridad e higiene conforme a los estándares nacionales e internacionales aplicables. Bajo el contexto de la Industria 5.0. La representación virtual (simulación) puede ser de gran ayuda para analizar y mejorar los procesos de fabricación y ensamblaje, así como diseñar las condiciones óptimas de los entornos de trabajo.

Discusión.

La Industria 5.0 todavía no ha sucedido y no ha sido definida en tiempo, ya que algunos expertos en transformación digital industrial sostienen que la revolución de la industria 5.0 no sucederá antes de 2029, pero que a partir de allí será evidente y las empresas deben estar listas. Ciel (2021), mientras que otros determinan que actualmente ya se está viviendo en una singularidad tecnológica que marca la incursión acelerada de la industria 5.0, gracias al despegue de la inteligencia artificial.

Esta evolución hacia la industria 5.0 entonces va presionando a que las organizaciones busquen mayor eficiencia, por lo tanto, obliga a cambiar la mentalidad institucional desde un proceso mecánico hacia un proceso automatizado pero basado en decisiones de inteligencia artificial, gestionadas por un humano.

Así la industria 5.0 es la siguiente fase de la revolución industrial que se enfoca en la relación colaborativa y complementaria entre robots y humanos, la productividad y la eficiencia son dos de las características más importantes de esta unión. Poco a poco las tareas repetitivas, operativas y mecánicas simples van pasando a ser una tarea propia de las máquinas y los robots, de modo que la capacidad de análisis, la creatividad, la toma de decisiones, formas de comunicación efectiva y actividades que en general no podría realizar una máquina, pasan a jugar un papel determinante.

Oasys (2019) determina que los avances en la industria son imparables. De hecho, las revoluciones tecnológicas suceden en plazos de tiempo cada vez más cortos. Lo que conlleva a que la sociedad se vaya adaptando de forma rápida ante la intromisión vertiginosa de la tecnología y lo que determina la quinta revolución industrial entre humanos y tecnología como una nueva simbiosis de trabajo.

Los fundamentos de la Industria 5.0 son las tecnologías emergentes que tienen como fin desarrollar sistemas de manufactura inteligente. En este sentido, con base en los hallazgos de este estudio se sugiere que la formación del ingeniero industrial debe estar centrada en tecnologías (competencias específicas) como: big data, análisis de datos, sistema de ejecución de manufactura, producción inalámbrica, planificación de recursos empresariales, comunicación máquina a máquina, realidad virtual, simulación de procesos, inteligencia artificial para el mantenimiento predictivo y para la planeación de la producción, robots industriales, vehículos guiados autónomos, identificación automática de no conformidades en producción, identificación y trazabilidad de materias primas, identificación y trazabilidad de productos finales, manufactura aditiva, líneas flexibles y autónomas, y tecnología orientada al servicio.

Conclusiones

Hay que considerar que de manera global muchas empresas, sectores industriales y giros de negocio no han evolucionado y no necesitan hacerlo ya que funcionan de manera única cumpliendo su función. La Industria 5.0 se ha constituido en la evolución emergente que de manera constante se ha globalizado, entre industrial y sectores dedicados al desarrollo de productos o servicios, gracias al paralelo desarrollo tecnológico. La industria 5.0 se definiría por una finalidad ampliada que va más allá de la producción de bienes y servicios con fines lucrativos, esta finalidad más

amplia está por tres elementos fundamentales: el humano centrismo (desarrollo tomando en cuenta al ser humano como eje central - bienestar), sostenibilidad (económica y social- bienestar) y la resiliencia (bienestar).

El Ingeniero Industrial juega un papel fundamental en la implementación de la Industria 5.0. Para ello, debe contar con las habilidades y conocimientos necesarios para diseñar y optimizar los procesos productivos, implementar tecnologías avanzadas y gestionar proyectos de forma eficiente. Además, debe ser capaz de trabajar en equipo, liderar equipos de trabajo y comunicarse de forma efectiva con los demás miembros del equipo.

Las funciones propuestas para el factor humano van relacionadas con los objetivos 4 y 8 de la Agenda 2030, en los cuales se resalta la necesidad de una educación de calidad que promueva un crecimiento inclusivo y sostenido para impulsar el progreso de la sociedad, la necesidad de crear empleos decentes para todos y la búsqueda permanente por mejorar los estándares de vida de la población mundial (Naciones Unidas, 2015), razón por la cual se requiere que las instituciones de educación superior fortalezcan las competencias tecnológicas que vienen con la industria 5.0 y, que su vez, sean complementadas con habilidades blandas para estimular la capacidad creativa e innovadora, así como la ética personal requeridas.

La evolución de los sistemas de fabricación se verá influenciada por cuatro ejes: productos, tecnología, estrategias comerciales y paradigmas productivos, adoptando la toma de decisiones centrada en el ser humano en colaboración con los sistemas inteligentes que, a su vez, serán adaptativos y con mayor capacidad de respuesta. Esto también nos lleva a concluir que el objetivo de cualquier tipo de revolución industrial o digital no sólo será impulsar los ejes antes mencionados y que la industria mejore, sino también lograr satisfacer las necesidades prioritarias de la

sociedad y mejorar su calidad de vida.

Recomendaciones

Las empresas deben evolucionar hacia la industria 5.0 con la premisa de implementar un sistema automatizado balanceado, donde la relación hombre-máquina sea representada ahora como una relación capacidad física-capacidad intelectual.

Referencias

Ayuso, J. L. (2023). Nuevos contextos empresariales para el talento digital. Harvard Deusto(335). Obtenido de <https://www.harvard-deusto.com/nuevos-contextos-empresariales-para-el-talento-digital>.

Ciel Ingeniería. (2021, July 14). De la Transformación Digital hacia la industria 5.0. <https://www.cielingenieria.com/de-la-transformacion-digital-hacia-la-industria5-0/>.

CONAII. (6 de 08 de 2021). Industria 4.0: Definiciones, impacto y panorama profesional del ingeniero industrial. México. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=56zIzASv_ws.

Coskun, S., Kayıkcı, Y. y Gencay, E. (2019). Adapting engineering education to Industry 4.0 Vision. *Technologies*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.3390/technologies7010010>.

Enric. (2022, November 24). Industria 5.0: Qué es y sus características | Advanced

Factories. Advanced Factories. <https://www.advancedfactories.com/industria-5-0-caracteristicas/>.

Foro Económico Mundial. (2018a). 10 skills you'll need to

survive the rise of automation.
<https://www.weforum.org/agenda/2018/07/the-skills-needed-to-survive-the-robot-invasion-of-the-workplace>.

Frank, A. G., Dalenogare, L. S. y Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>.

Karre, H., Hammer, M., Kleindienst, M. y Ramsauer, C. (2017). Transition towards an Industry 4.0 state of the LeanLab at Graz University of Technology. *Procedia Manufacturing*, 9, 206-213.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.006>.

Londoño, L. A., & Ussa, G. D. C. (2020). Contextualización de la cuarta revolución industrial, Industria 4.0, Industria 5.0 y tecnología 5G con el sector Defensa y Seguridad. *Perspectivas en Inteligencia*, 12(21), 245-258.

Oasys. (2019, May 6). ¿Qué es la Industria 5.0 y cuál es su objetivo? - Oasys. <https://oasysw.com/que-es-la-industria-5-0-y-cual-es-su-objetivo/>.

Sackey, S. M. y Bester, A. (2016). Industrial engineering curriculum in Industry 4.0 in a South African context. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4), 101-114. <https://doi.org/10.7166/27-4-1579>.

Sackey, S., Bester, A. y Adams, D. (2017). Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(1), 114- 124. <https://doi.org/10.7166/28-1-1584>.

Sauza, J. B., D'Antonio, G. y Chiaberta, P. (2017). A novel approach for teaching IT tools within learning factories. *Procedia Manufacturing*, 9, 175-181.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.049>.

Sothis. (2021, June 22). La industria 5.0: Digitalización del sector de la alimentación y las bebidas. <https://www.sothis.tech/la-industria-50-digitalizacion-del-sector-de-laalimentacion-y-las-bebidas/>.

TOTVS LATAM. (2021, December 27). Industria 5.0: ¿Qué hay de nuevo y cuáles son sus impactos? TOTVS; TOTVS. <https://es.t1otvs.com/blog/industria-4-0/industria-5-0-que-hay-de-nuevo-cuales-son-sus-impactos/>.

Tovar, R. A. (2023). *Habilidades gerenciales. Desarrollo de destrezas, competencias y actitud*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E. y Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616-630. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015...>