

DISCREPANCIAS ENTRE COMPETENCIAS ADQUIRIDAS POR INGENIEROS INDUSTRIALES Y DEMANDAS LABORALES EN LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Doly Mildred Plazas Quintero¹
doly.plazas@yahoo.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0571-7804>
Doctorando en Educación
UPEL - IPRGR

Gladys Tamayo Perdomo²
ftgladys35@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6535-5369>
Doctorando en Educación
UPEL - IPRGR

Recibido: 08/11/2024

Aprobado: 11/12/2024

RESUMEN

Este artículo aborda la brecha existente entre las competencias profesionales adquiridas por los ingenieros industriales durante su formación académica y las demandas del mercado laboral colombiano en el contexto de la cuarta revolución industrial. El objetivo del análisis es identificar las discrepancias entre las habilidades impartidas en los programas académicos y las exigencias actuales de las empresas, a fin de proponer estrategias que haya concordancia entre los currículos académicos y las necesidades del sector productivo. El alcance de la investigación incluye un análisis de las principales competencias que requieren los ingenieros industriales en un entorno laboral cada vez más automatizado y digitalizado teniendo cuenta los catálogos de cualificación nacional de Colombia, así como de las estrategias que se deben adoptar para disminuir la brecha de capital humano. Para cumplir con este objetivo, se empleó como método la revisión

¹ Doly Mildred Plazas, Ingeniera Industrial, Especialista en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Magister en Educación. Gladys Tamayo, Fisioterapeuta, Magister en discapacidad.

² Fisioterapeuta, Especialista en Docencia Universitaria, Magister en Discapacidad de la Universidad Autónoma de Manizales, Doctorando en Educación. Docente universitaria, labora en la Fundación Universitaria María Cano, como docente e investigadora.

bibliográfica de los catálogos de cualificación nacional para Colombia y la revisión de informes internacionales del (Foro Económico Mundial, BID, OCDE) y nacionales como el desarrollado por ACOFI. Los resultados muestran que, aunque los ingenieros industriales cuentan con competencias tradicionales como la gestión de la producción y mejora de procesos, carecen de habilidades críticas relacionadas con la digitalización, automatización, análisis de datos y sostenibilidad, que son altamente demandadas en la cuarta revolución industrial. Además, se identificó que las empresas valoran tanto las habilidades técnicas como las socioemocionales, como la resiliencia y el liderazgo. En conclusión, es necesario actualizar los programas de ingeniería industrial e implementar metodologías de enseñanza activas y la creación de alianzas estratégicas con el sector empresarial.

Palabras clave: competencias profesionales, cuarta revolución industrial, mercado laboral.

DISCREPANCIES BETWEEN SKILLS ACQUIRED BY INDUSTRIAL ENGINEERS AND LABOR DEMANDS IN THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

ABSTRACT

This article addresses the gap between the professional skills acquired by industrial engineers during their academia training and the demands of the Colombian labor market in the context of the Fourth Industrial Revolution. The objective of the analysis is to identify the discrepancies between the skills taught in academic programs and the current requirements of companies, with the aim of proposing strategies to align academic curricula with the needs of the productive sector. The scope of the research includes an analysis of the key competencies required by industrial engineers in an increasingly automated and digitized work environment, considering Colombia's national qualification catalogs, as well as the strategies needed to reduce the human capital gap. To achieve this objective, the research employed a literature review of Colombia's national qualification catalogs and a review of international reports from the World Economic Fórum, Inter-American Development Bank (IDB), and OECD, as well as national reports such as those developed by ACOFI. The results show that although industrial engineers

possess traditional competencies such as production management and process improbamente, they lack critical skills related to digitization, automation, data analysis, and sustainability, which are highly demanded in the Fourth Industrial Revolution. Furthermore, it was identified that companies value both technical skills and socio-emotional skills, such as resilience and leadership. In conclusion, it is necessary to update industrial engineering programs, implement active teaching methodologies, and foster strategic partnerships with the business sector.

Keywords: Professional Skills, Fourth Industrial Revolution, Labor Market

INTRODUCCION

Según un informe de MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), en 2021, el 70 % de las empresas colombianas señalaron la falta de competencias digitales avanzadas en los trabajadores como un obstáculo para la transformación digital (MinTIC,2022), de otra manera, ManpowerGroup en su encuesta de Escasez de Talento 2023 determino que el “64% de los empleadores reportan dificultades para encontrar el talento calificado que necesitan en 2023” (ManpowerGroup, 2023, p 1), igualmente, la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI estableció en el documento estrategias de la ANDI para el 2025 debido a los nuevos desafíos que enfrenta el país a nivel laboral, entre las iniciativas esta lograr que las empresas en Colombia cuenten con las herramientas habilitadoras como la conectividad, TIC, tecnologías emergentes de la cuarta revolución industrial, para aumentar la productividad y el bienestar en el país(ANDI, 2020), lo cual permite evidenciar la

necesidad indiscutible de que los graduados a nivel de pregrado tengan competencias en el uso de las nuevas tecnologías emergentes de la cuarta revolución industrial.

Ahora bien, en Colombia, la formación de ingenieros industriales enfrenta el reto de alinearse con las crecientes demandas del mercado laboral, particularmente en el contexto de la cuarta revolución industrial. Durante los últimos años, el desarrollo de tecnologías avanzadas, como la automatización, la inteligencia artificial y la analítica de datos, ha transformado radicalmente los sectores productivos, exigiendo nuevas competencias técnicas y transversales en los profesionales, sin embargo, diversos estudios indican que existe una brecha significativa entre las competencias adquiridas por los egresados de los programas de ingeniería industrial y las necesidades reales del mercado laboral Colombiano, lo que plantea un desafío crítico tanto para las instituciones educativas como para las empresas.

Esta discrepancia ha sido ampliamente documentada en la literatura, por un lado, las universidades han centrado sus esfuerzos en la formación técnica y en competencias tradicionales como la gestión de procesos y la optimización de recursos, administración de la producción, aseguramiento y control de calidad, ingeniería económica, investigación de operaciones, logística, mantenimiento, mientras que las empresas demandan cada vez más habilidades relacionadas con la producción asistida por robot, control total de la calidad basado en big data, realidad virtual, simulación de procesos, inteligencia artificial para el mantenimiento predictivo y para la planeación de la producción (Anderson et al., 2021; Ramírez & Salgado, 2022). Por otro lado, cada uno de los cambios a nivel industrial generan nuevos peligros a los que estarán expuestos

los trabajadores derivados de los desarrollos tecnológicos, de otra manera, la automatización disminuirá la autonomía de los trabajadores disminuyendo la satisfacción de los trabajadores, sumándose el riesgo psicosocial en los lugares de trabajo, es allí donde los ingenieros industriales tienen que abordar las nuevas problemáticas, deberán comprender sus contextos, los aspectos demográficos de su población trabajadora y la necesidad de adquirir nuevas competencias que les permita entender la tecnología y ponerla al servicio de su labor (Consejo Colombiano de Seguridad, 2020).

De otra manera, las necesidades de la industria ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías denominadas tecnologías disruptivas, entre las cuales están la inteligencia artificial, el internet de las cosas, analítica de datos, automatización, robótica, seguridad informática, computación en la nube, fabrica aditiva, generando un cambio en la forma en que las personas desarrollan su trabajo y en las universidades que ofertan programas de ingeniería en relación con las competencias que se deben desarrollar en su graduados, esto a su vez ha llevado a una problemática a nivel de Colombia, presentándose una escasez de talento humano, en donde la dificultad para contratar asciende a un 42% lo cual es una amenaza para el crecimiento empresarial y la economía (Vega, Osorno, Et al. 2020)

El presente artículo tiene como objetivo principal analizar la brecha existente entre las competencias profesionales adquiridas por los ingenieros industriales egresados de las universidades colombianas y las demandas actuales del mercado laboral en el contexto de la cuarta revolución industrial. Se busca identificar las áreas de formación que requieren actualización y proponer estrategias que permitan alinear mejor los

currículos académicos con las necesidades del sector productivo, con énfasis en las competencias relacionadas con la tecnología, la innovación y la gestión avanzada.

Contexto de la cuarta revolución industrial

La Industria 4.0 representa un nuevo modelo de sistemas de producción autónomos, impulsados por tecnologías digitales e internet, término que surgió en el sector de la manufactura y que actualmente impacta diversos sectores y va más allá de la mejora de las cadenas de suministro, afectando la transformación de productos y la experiencia del cliente. Centrándose en la conectividad entre máquinas y humanos para transformar los sistemas de producción, haciéndolos más eficientes (MinTic, 2019). Según el Foro Económico Mundial (2019) la industria 4.0 hace alusión a sistemas de producción inteligentes diseñados para interactuar con el mundo físico, que permite mejorar la productividad al reducir los tiempos muertos, permitiendo a través de la automatización de los procesos el ahorro de energía, mejorar la sostenibilidad.

A diferencia de las revoluciones industriales anteriores, esta se caracteriza por la velocidad, el alcance y el impacto de sus avances, que están ocurriendo a un ritmo exponencial, construyéndose esta sobre la digitalización de la tercera, fusionando tecnologías que integran lo físico, digital y biológico, que a su vez mejora la calidad de vida, a través del acceso de nuevos productos y servicios, por otro lado, la automatización masiva podría profundizar la desigualdad, desplazando a los trabajadores en favor del capital, lo que puede generar tensiones sociales. A su vez en

el mercado laboral tendrá un impacto al crear una segmentación entre trabajos de altas habilidades con altos salarios y bajas habilidades con bajos salarios, siendo un desafío constante para el tejido empresarial debido a la adaptación constante a las tecnologías emergentes y acelerar la disrupción de las cadenas de valor tradicionales (Schwab, 2020).

Según Niño, Montoya, Et al. (2020) las tecnologías convergentes NBIC (Nanotecnología, la Biotecnología, las tecnologías de la Información y las ciencias Cognitivas) son la base de la cuarta revolución industrial y se deben tener en cuenta para el desarrollo sostenido de la cuarta revolución industrial en Colombia, para que aumente la productividad, la competitividad y la sostenibilidad en concordancia con los objetivos de desarrollo sostenible, para lo cual requiere la diversificación de la industria y la academia, la participación activa del tejido empresarial, la academia desde los centros de investigación y el gobierno nacional. A su vez se hace una reflexión sobre los desafíos de la educación, que requiere la transformación de la universidad y su papel en la sociedad actual para responder a los nuevos cambios, fomentando un modelo flexible, centrado en el estudiante, con docentes como guías y mentores en lugar de figuras tradicionales, e donde se promueven pedagogías activas y experiencias de aprendizaje dinámico.

A su vez promover la formación de individuos con valores, alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y actuar en pro del bienestar de las futuras generaciones, generar conocimiento útil y transferirlo a la sociedad, colaborando estrechamente con empresas y el Estado para fomentar el desarrollo social y económico,

promover la diversidad cultural y la creación artística, manteniéndose como un espacio donde se enriquece tanto el conocimiento como la creatividad, adaptarse a los cambios demográficos, proporcionando oportunidades de aprendizaje para personas de todas las edades y fomentando el desarrollo humano integral, mantener un enfoque en la sensibilidad humana y ser un espacio de inspiración emocional, preparar a los estudiantes para un mercado laboral incierto, formando competencias como el pensamiento crítico y el autoaprendizaje, apoyar a sus investigadores para que contribuyan al avance de la ciencia (Niño, Montoya, Et al. 2020).

Ahora bien, la ingeniería industrial ha contribuido al desarrollo de las empresas, caracterizada por tener un campo de aplicación amplio, tanto en empresas públicas y privadas, en todos los sectores económicos y áreas organizacionales como el área de producción, ventas, logística, diseño, administración del recurso humano, control de la calidad de productos y servicios, gestión del medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, gestión financiera, formulación y evaluación de proyectos. Ahora bien, es importante resaltar que la ingeniería industrial a evolucionado de acuerdo a las necesidades del entorno, para Vargas citado por la ACOFI (2020) el ingeniero industrial es quien diseña los procesos de una organización, optimizando los recursos para producir productos y servicios, cuya razón de ser es la productibilidad y la calidad, siendo la ingeniería industrial la disciplina formada por dos ramas, la optimización de los recursos y la gestión organizacional.

Según la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI (2020) las áreas de formación del ingeniero industrial deben ser: área de ciencias básicas, ciencias

de ingeniería, Ingeniería de diseño (procesos y sistemas organizacionales, productivos y logísticos), ciencias de gestión, socio humanística, económica, administrativa y financiera, investigación. De otra manera, relaciona algunas debilidades en el proceso de formación actual del ingeniero industrial teniendo en cuenta las competencias teóricas, prácticas y comportamentales. A nivel de las competencias teóricas se destacan como debilidades el enfoque insuficiente en áreas como la química y la biología, aplicabilidad de las ciencias básicas en la ingeniería industrial mediante el uso de estrategias pedagógicas adecuadas, mayor aplicación de las ciencias humanas dentro del proceso de formación.

Con respecto a las competencias practicas falta desarrollar habilidades de diseño, desarticulación entre las asignaturas del plan de estudio, falta de desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo a nivel multidisciplinar, finalmente, a nivel de las competencias comportamentales se muestra como debilidad el desarrollo de un pensamiento innovador y creativo, falta de aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje que fomenten el liderazgo, habilidades de comunicación y escritura, habilidades de gestión humana, pensamiento crítico debido a problemas de interpretación, de manera adicional dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje ACOFI sugirió el uso de herramientas tecnológicas que permitan el modelamiento y la simulación, enseñar el uso de herramientas de programación y herramientas digitales aplicadas a la industria conocimiento de la normatividad vigente del país en área como la calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, promover el desarrollo de

habilidades blandas como la creatividad y la innovación, negociación, persuasión, comunicación (ACOFI, 2020).

De otra manera, para realizar un análisis de las demandas del mercado laboral Colombiano en el contexto de la cuarta revolución industrial, la ANDI y GAN Colombia (2020) nos menciona que el sector productivo del país tiene como objetivo la transformación digital para el aumento de la productividad y la competitividad, sin embargo, la economía colombiana se enfrenta a una serie de desafíos para lograr un salto cualitativo en su senda de desarrollo y poder sacar provecho de una sociedad cada vez más digital, entre esos desafíos es la cualificación de la fuerza laboral, presentándose una brecha de capital humano, haciendo hincapié en la brecha de calidad, debido a que los contenidos de los programas educativos no se ajustan a las competencias requeridas por el sector productivo. Entre las competencias duras con brecha de calidad esta la analítica, bases de datos, computación en la nube, inglés, inteligencia artificial, matemáticas, nuevas tecnologías, redes; entre las competencias blandas con brecha de capital están las habilidades comunicativas, liderazgo, planeación, proactividad, solución de problemas, trabajo en equipo, creatividad.

De otra manera, El Ministerio del Trabajo de Colombia (2022) socializó un nuevo estudio sobre las brechas en el sector tecnológico, enfocado en el impacto de la automatización y las tecnologías de la cuarta revolución industrial en el mercado laboral, el cual tuvo como objetivo identificar las carencias en capital humano necesarias para enfrentar la transformación digital, proponiendo preparar a la fuerza laboral para las competencias que los empleos del futuro demandarán. En donde se subrayó la

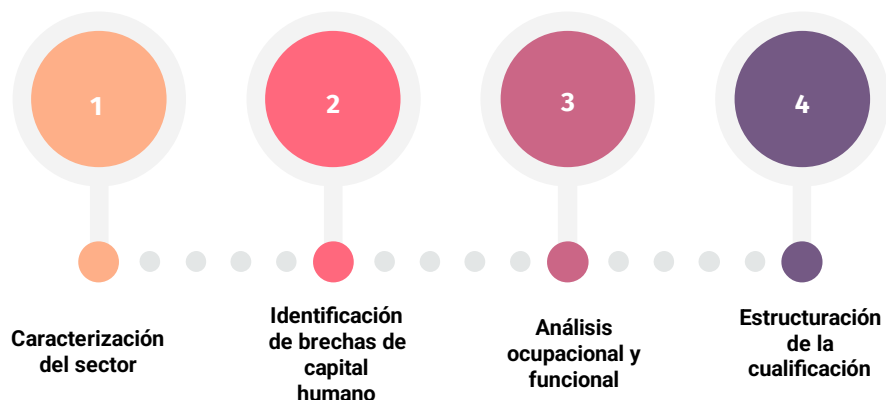
necesidad de que las instituciones educativas adapten sus métodos para enfocarse en conocimientos transversales e interdisciplinarios relacionados con las nuevas tecnologías, igualmente, el estudio revela una desconexión entre la formación académica y las necesidades del sector productivo, lo que lleva a algunas empresas a contratar personal extranjero o capacitar internamente a jóvenes con bases técnicas. Las competencias más deficitarias incluyen habilidades en Machine Learning, Big Data, codificación, y el uso de Inteligencia Artificial para generar valor en las empresas.

Con respecto al desajuste entre las competencias adquiridas y las competencias demandas por el mercado laboral, el Ministerio de Trabajo a nivel de Colombia es la entidad cabeza del sector trabajo, este a través de la Subdirección de Análisis, Monitoreo y Prospectiva Laboral de la Dirección de Generación y Protección del Empleo y Subsidio Familiar, es el encargado de hacer mediciones de las brechas de capital humano. Brechas de capital humano que son entendidas como un desajuste que se presenta entre las competencias que tienen los trabajadores y las competencias o cargos que necesitan las empresas, estas a su vez son un problema para empresas y trabajadores, para los trabajadores porque carecen de las habilidades necesarias para los empleos, para la empresas son un problema por que requieren invertir grandes cantidades de dinero en capacitación y entrenamiento del personal, perdidas de productibilidad debido a procesos poco eficientes.

Ahora bien, estos estudios de brechas de capital de humano son importantes que se desarrollen porque son insumos para la elaboración de los catálogos de cualificaciones, que se usan para actualizar y crear de programas de formación en todos

los niveles de formación. En estos catálogos se describen las cualificaciones de los sectores económicos, organizados en secuencia según los 8 niveles establecidos en el marco nacional de cualificación que es un componente del sistema nacional de cualificaciones (SNC), instrumento que describe las cualificaciones en 8 niveles de conocimiento, destrezas y actitudes. De otra manera, el diseño de cualificaciones tiene una ruta metodológica para elaborar las cualificaciones en cada uno de los sectores económicos, ruta que está conformada por 4 etapas como se observa en la figura 1.

Figura 1. Etapas para el diseño de cualificaciones por sector económico



Nota: Construcción del autor

En la primera etapa del proceso para el diseño de las cualificaciones por sector económico esta la caracterización del sector, etapa en donde se describe la importancia del sector económico, se describen las características socioeconómicas, tecnológicas, se detallan las tendencias del sector, las normativas y regulaciones aplicables al sector, en la segunda etapa en donde se identifican las brechas de capital humano, se realiza

un análisis del mercado laboral, de la oferta educativa, se realizan las prospectivas laborales y se definen de los indicadores de las brechas del capital humano; en la tercera etapa en donde se realiza el análisis ocupacional y funcional se realiza un análisis de las actividades económicas teniendo en cuenta los procesos y subprocesos de la cadena de valor y finalmente, se realiza en análisis funcional. En la cuarta y última etapa se realiza una identificación del perfil de competencias, se establecen los referentes para la educación teniendo en cuenta parámetros de calidad, para posteriormente incluir las cualificaciones al catálogo nacional de cualificación (Marco Nacional de Cualificación, 2016)

Teniendo en cuenta el contexto anterior a continuación se realiza una descripción de las brechas de capital humano con respecto al programa de ingeniería industrial, teniendo en cuenta algunos catálogos de cualificación nacional existentes en Colombia de los sectores turismo, Business Process Outsourcing (BPO), sector moda, agroquímicos y pinturas, sector laboratorios, sector llantas en desuso, sectores cosméticos, aseo y absorbentes, sector químicos y plásticos, sector comercio electrónico.

Sector Business Process Outsourcing (BPO)

Tabla 1. Brechas de capital humano sector BPO para el programa de Ingeniería Industrial

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano- nuevas competencias asociadas a la 4RI
BPO	Cloud sourcing, automatización inteligente de procesos manuales, realidad virtual y aumentada, aplicaciones web progresivas, big data, blockchain, internet de las cosas (Lot), ciberseguridad, chatbots, inteligencia artificial,	Coordinador de operaciones, Coordinador de proyectos, Gerente. Directores de ventas y comercialización, directores financieros, auditor de calidad	manejar proceso de Inteligencia artificial y analizar los datos recolectados, diseñar productos con las necesidades del mercado y haciendo uso de las nuevas tecnologías, procesar, refinar y establecer criterios para el procesamiento de datos provenientes del negocio, servicio al cliente, manejo de personal, ofimática, manejo de Excel	Falencias en competencias transversales como respeto, buen trato, liderazgo, comunicación asertiva, trabajo en equipo, relaciones interpersonales, manejo de tensiones y de estrés, resolución de problemas, falencias en manejo de proyectos, en manejo de temas financieros e innovación en los procesos, manejo de bases de datos haciendo uso de herramientas ofimáticas, automatización de procesos, adopción de tecnologías de la cuarta revolución

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano- nuevas competencias asociadas a la 4RI industrial (Industrias 4.0).

Nota: adaptado del catálogo brechas de capital humano sector BPO

En el sector Business Process Outsourcing es claro que existe una brecha de capital humano en lo concerniente a las competencias blandas como la resolución de problemas, comunicación, liderazgo y manejo del estrés y falta de conocimientos técnicos en manejo de bases de datos y automatización. Entre las tendencias existe predominio de tecnologías avanzadas como inteligencia artificial, big data, y ciberseguridad; finalmente, se puede mencionar que el sector requiere un enfoque en la formación de habilidades blandas complementadas con competencias técnicas en tecnologías avanzadas de la Cuarta Revolución Industrial.

Sector turismo

Tabla 2. Brechas de capital humano sector turismo para el programa de Ingeniería Industrial

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
Turismo	Robótica, automatización de procesos, data, Big	Gerente mercadeo, Gerente de	Estrategia marketing, investigación de mercados, herramientas ofimáticas, manejo de redes sociales,	Pensamiento sistémico, adaptación en innovación, gestión tecnológica, riesgo y análisis crítico, falencias en conciencia, compromiso, creatividad, análisis, autonomía, liderazgo, proactividad, innovación y en capacidad y disposición de actualizarse de forma continua, relaciones interpersonales, logística, adopción de tecnologías de la cuarta revolución industrial (Industrias 4.0).

Nota: adaptado del catálogo brechas de capital humano sector turismo

En el sector de turismo predominan como tendencias el uso del big data, automatización y tecnologías disruptivas para la innovación en marketing y gestión, entre los cargos demandados están los Gerentes de mercadeo y administradores, presentándose como brechas de capital humano, el déficit en pensamiento sistémico, innovación, y habilidades de gestión tecnológica. Lo cual permite concluir que es necesario diseñar programas educativos que fortalezcan habilidades estratégicas y digitales orientadas al manejo de datos y adaptabilidad tecnológica.

Sector Moda

Tabla 3. Brechas de capital humano sector moda

para el programa de Ingeniería Industrial

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
Moda (subsector de calzado, prendas de vestir)	Uso intensivo de tecnologías de información y comunicación, Técnicas de diseño asistido por computadora en el marco de industrias 4.0. La incorporación de inteligencia artificial en los elementos de diseño, modelo de producción con la incorporación de	Director Técnico, Supervisor de Calidad, HSEQ, Gerente General, jefe de Producción, jefe de logística, jefe de operaciones, ingeniero de producción, jefe de planta. Programador de producción, Ingeniero de impresión 3D, Científico de	Conocimientos específicos en Ciencia, Tecnología e Innovación, Política Pública, Sistemas de Innovación, Gestión de Proyectos, Contratación Pública. Salud ocupacional, gestión integrada de la calidad y medio ambiente, tener FSSC	Manejo de tecnologías de la Información, competencias específicas en fabricación de productos, ciencia, investigación e innovación. control de calidad, manejo de tiempos, control de ficha técnica, distribución, planeación e implementación

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
	máquinas de control numérico, control computarizado o brazos robot para eficiencia en la fabricación del producto, Uso de las estrategias de comercio electrónico para el posicionamiento de las marcas y acceso a nuevos nichos de mercado, automatización (Sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para fines industriales), Control de producción en tiempo real: Big Data Realidad virtual y aumentada Inteligencia artificial, Internet de las cosas (IoT), Blockchain	datos, Experto en sostenibilidad	(ISO 22000) curso de 50 horas de SST, manejo de programas ofimáticos, Métodos y tiempos, lecturas claras de la productividad, mecánica, neumática e hidráulica, Estadísticos, Estadísticos Manejo de bases de Datos, Manejar proyecciones y Stock, Validar el sistema de producción de la planta. Coordinar el sistema de producción de la planta, Coordinar la operación de la planta, Coordinar procesos de calidad y producción de la planta, impresión 3D, técnicas de aprendizaje automático estadístico y otros métodos cuantitativos para obtener información basada en datos sobre el comportamiento del consumidor y pronosticar las	de métodos de producción, competencias especializadas en maquinaria industrial, en conocimiento de fibras y de materias primas, así como del conocimiento de la operación de máquinas circulares, debido a que el sector textil va en vanguardia a nivel tecnológico, aplicación de tecnologías de la industria 4.0

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
			tendencias de consumo, garantizar e integrar el abastecimiento sostenible y las prácticas respetuosas con el medio ambiente, en función de tendencias para el uso de materiales eco-amigables.	

Nota: adaptado del catálogo brechas de capital humano sector moda

En el sector moda las tendencias giran en torno a la incorporación de tecnologías como realidad aumentada, big data e impresión 3D en diseño y producción, las cuales permiten experiencias de compra más personalizada, produciendo experiencias de compra más inmersivas y entretenidas, fortaleciendo su relación con los clientes en el caso del uso de la realidad aumentada, en el caso de la impresión 3D genera una producción personalizada a gran escala, permite producir solo la cantidad necesaria de cada producto, reduciendo el desperdicio de materiales. En forma general, estas tecnologías están impulsando una transformación profunda en la industria de la moda, haciendo que sea más personalizada, sostenible y emocionante para los consumidores.

Entre los cargos mas demandados del sector están los ingenieros de producción, científicos de datos y expertos en sostenibilidad, pero a su vez, se presenta una brecha de capital humano por la insuficiencia en conocimientos sobre tecnologías avanzadas y sostenibilidad en producción. Lo cual permite vislumbrar la necesidad de que en la formación se incluya competencias en manufactura aditiva, sostenibilidad, y análisis de datos para afrontar las demandas tecnológicas.

Sector Agroquímicos y pinturas

Tabla 4. Brechas de capital humano sector agroquímicos y pinturas
para el programa de Ingeniería Industrial

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
Agroquímicos y pinturas	Inteligencia artificial, Inteligencia artificial, Nanotecnología, Big data y analytics, Uso de drones conectados a una APP para aplicación de plaguicidas, Economía circular, Biotecnología (por ejemplo, biotecnología de precisión)	Directores y gerentes generales, Administrador de empresas, Conocimiento de la Organización y de las tendencias del sector agroquímico, Gerente de producción de productos químicos, Supervisores de industrias manufactureras, Ingeniero de producción, jefe de área de control de	Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, Fundamentos de manejo financiero y administración de organizaciones, Manejo de bodegas e inventarios, Sistemas informativos y de gestión de producción, Logística – Organizativa, Análisis de datos	Manejo de tecnologías de Información (Innovación Digital del sector), innovación, Comportamiento de los procesos en planta de producción, la estabilización de formulaciones, Salud y seguridad en el trabajo, Administración y logística, Desarrollo de productos, Métodos de aprendizaje

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
		calidad, Ingeniero de calidad, jefe de departamento de investigación y desarrollo, directores de ventas y comercialización, Gerente de departamento de logística y distribución	y estadística, sistemas de gestión, Ofimática, Logística y distribución de mercancías, Normatividad de seguridad industrial, comercial, contractual y laboral, Innovación de productos, Nanotecnología, Optimización de procesos y prácticas de mejoramiento continuo: PMI, lean manufacturing, BPM, Sistemas 4.0, Sistema gestión de Calidad, Desarrollo sostenible y economía circular, Sistema de Logística avanzada para bodegas	autónomo, Herramientas ofimáticas, Procesos de innovación y creatividad en el ámbito comercial especialmente en lo digital, Formulación de proyectos, Regulación de transporte y comunicaciones, Organización logística para cumplimiento de indicadores en las fechas de entrega, Control de calidad, Análisis de datos, Herramientas tecnológicas, Sistemas de información, Prácticas avanzadas de medición de indicadores y planeación para cumplimiento de objetivos, Sistema de gestión de calidad, Transformación digital

Nota: adaptado del catálogo brechas de capital humano sector agroquímicos y pinturas

En el sector de agroquímicos y pinturas las tendencias giran en torno a los avances en nanotecnología, drones y biotecnología; entre los cargos mas demandados se encuentran los gerentes de producción, supervisores y personal en investigación y desarrollo; las brechas de capital humano se concentran en la necesidad de habilidades en economía circular, manejo de tecnologías avanzadas, y optimización de procesos. Lo cual permite concluir que se requiere capacitación técnica en biotecnología, innovación sostenible y análisis de datos para modernizar las prácticas del sector.

Sector de laboratorios

Tabla 5. Brechas de capital humano sector laboratorios

para el programa de Ingeniería Industrial

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano- nuevas competencias asociadas a la 4RI
Laboratorios	Nanotecnología, automatización, Inteligencia artificial, analítica de datos, machine learning, internet de las cosas, BI (modelo business intelligence), simulación, mediciones Inteligentes	Director de laboratorio, Gestor de calidad, Coordinador de laboratorio, Profesionales y tecnólogos de energías renovables, metrólogos, director de tecnología y automatización, director de tratamiento ambiental,	Otras formas de generación de energía, herramientas ofimáticas, metrología avanzada; habilidades matemáticas, gerenciales, estadística, control de calidad analítico, control de procesos e ingeniería de	Metrología, matemáticas y Estadística, análisis cuantitativo y cualitativo, gestión y aseguramiento de la calidad, conocimientos en auditoría, control de datos, uso de nuevas tecnologías

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano- nuevas competencias asociadas a la 4RI
		Analista de procesamiento de datos, Gestor de calidad	de producción, manejo de software estadístico, técnicas analíticas, normativa ambiental, control de calidad analítico, machine learning, big data, normas técnicas, estandarización de métodos, realizar escritos o artículos científicos, IoT (Internet de las cosas), inteligencia artificial, Diseño y automatización; ingeniería; física; ciencias puras manejo de robótica; manejo en hojas de cálculo; instrumentos de medición automatizados, Análisis e interpretación de datos; instrumentación; sensores; maquinas; métodos; ISO 17025	

Nota: adaptado del catálogo brechas de capital humano sector laboratorios

Las tendencias en este sector giran alrededor de la automatización, machine learning e inteligencia artificial, las cuales permiten la optimización de procesos, mayor precisión, ya que los sistemas automatizados pueden realizar tareas con una precisión milimétrica, lo que resulta en productos más homogéneos y de mayor calidad, en el caso de la automatización de procesos, frente al uso del machine learning permite analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones y tendencias, detectar defectos y anomalías en los productos durante el proceso de producción.

Entre los cargos más demandados están los gestores de calidad, tecnólogos en energías renovables, y analistas de datos. A su vez, existen brechas de capital humano relacionadas con la falta de conocimiento en metrología avanzada, robótica y análisis estadístico, lo que permite evidenciar la necesidad de incorporar competencias avanzadas en analítica de datos, automatización y normatividad internacional en los programas educativos.

Sector de llantas de desuso

Tabla 6. Brechas de capital humano sector llantas en desuso para el programa de Ingeniería Industrial

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
Llantas en desuso	Responsabilidad y	Director producción	de y La política de Economía	Avances tecnológicos aplicados al sector

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
	manejo ambiental, Aplicación de I+D+I en el uso del caucho reciclado, Nuevas tecnologías de aprovechamiento	supervisor de planta, Gerentes	Circular puede fomentar la simbiosis industrial, La política de Economía Circular puede fomentar la simbiosis industrial, Manejo de sistemas de información, Seguridad y salud en el trabajo, Responsabilidad y manejo ambiental, Conocimiento en manejo de equipos, maquinaria industrial, procesos industriales, Gestión de producción, sistemas integrados, mantenimiento de máquinas	de acuerdo a la 4RI, Manejo de planillas, Control de tiempos de entrega y producción y Software de producción, Creación de proyectos e Investigación en negocios verdes,

Nota: adaptado del catálogo brechas de capital humano sector llantas en desuso

Frente al sector de llantas de desuso las tendencias giran alrededor de la economía circular y tecnologías para reciclaje avanzado, lo cual permite al sector la reducción de residuos, conservación de recursos, lo cual contribuye a un menor impacto ambiental, mayor eficiencia económica al reducir costos, finalmente, el cumplimiento de

normativas cada vez mas exigentes. Entre los cargos mas demandados de este sector están los supervisores de planta y gerentes de producción.

Sin embargo, este sector presenta brechas de capital humano relacionadas con limitaciones en conocimientos sobre innovación verde y manejo de software de producción, lo cual crea la necesidad de que los programas se centren en formación para proyectos de economía circular y el uso eficiente de tecnología para reciclaje.

Sectores cosméticos, aseo y absorbentes

Tabla 7. Brechas de capital humano sector cosméticos, aseo y absorbentes para el programa de Ingeniería Industrial

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano- nuevas competencias asociadas a la 4RI
Cosméticos, aseo y absorbentes	Nanotecnología, Inteligencia artificial- Herramientas inteligentes de cuidado de la piel, Sinergia de tecnologías con los productos cosméticos, Sistemas de liberación controlada de activos, Especialización de nichos de mercado, Cosméticos responsables, Direccionamiento	Director de calidad, jefe de producción, director técnico, Analista de laboratorios, jefe de marketing, jefe de compras, logística, jefe de aseguramiento de calidad, director comercial	Normatividad, productividad, Finanzas corporativas, Normativa INVIMA, Manejo TIC'S, Diseño y Desarrollo de nuevos Productos, Normas técnicas (Capacidad de producción cosmética, salud y medio ambiente), Ingeniería de procesos, Sistema de gestión de calidad,	Marketing digital, Normas técnicas (Capacidad de producción cosmética, salud y medio ambiente), BPM, BPD, Finanzas corporativas, uso de nuevas tecnologías emergentes

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano- nuevas competencias asociadas a la 4RI
	Estratégico Planeación, Integridad de datos, Infraestructura tecnológica y de las comunicaciones		Manejo ofimático, inventarios, BPM Conocimiento del producto	

Nota: adaptado del catálogo brechas de capital humano sector cosméticos, aseo y absorbentes

Las sinergias tecnológicas, nanomateriales y sostenibilidad son las tendencias del sector, las cuales marcan el camino hacia un futuro más sostenible y personalizado en la industria cosmética, aseo y absorbentes. La combinación de tecnologías avanzadas y el compromiso con la sostenibilidad permitirán desarrollar productos más eficaces, seguros y respetuosos con el medio ambiente, satisfaciendo las necesidades de los consumidores actuales y futuros.

Entre los cargos mas demandados de este sector están los jefes de producción, marketing, y calidad; que a su vez permite detectar brechas de capital humano en referencia a las deficiencias en normatividad técnica, marketing digital y habilidades en tecnologías emergentes, lo cual deja de manifiesto la necesidad de fortalecer competencias en desarrollo de productos sostenibles y en marketing digital.

Sector químicos y plásticos

Tabla 8. Brechas de capital humano sector químicos y plásticos para el programa de Ingeniería Industrial

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
Químicos y plásticos	Sostenibilidad, Gestión integral de sustancias químicas y prevención de accidentes mayores, Nuevas tecnologías, Desarrollo de nuevos materiales, Logística inversa, Adopción de tecnologías para aprovechamiento materias primas, Aprovechamiento energético, Tecnologías 4.G-Inteligencia Artificial, Manufactura aditiva, impresiones 3D, Emprendimiento en gestión de residuos	Director, jefe o Coordinador de Laboratorio, subdirector o supervisor de laboratorio, director de Innovación, investigación, desarrollo y sostenibilidad, director de control calidad, director de producción, Supervisor de producción, Supervisor de planta, director comercial, Gerente de Operaciones, Supervisores HSEQ Medio ambiente, salud y Seguridad, Gerente de Operaciones e Investigación, jefe de Planeación	Auditoría en ISO 17025, Metrología, Auditoría en ISO 17025, Conocimiento en la industria Química, Metodología de la Investigación, Seguridad y salud en el trabajo, Sistemas de gestión. Procesos de investigación y Desarrollo, Procesos de manufactura, Conocimiento básico de manejo de sustancias químicas, Manejo en base de datos, Herramientas de análisis de datos, Control de calidad, Estadística básica. Cartas de control, Producción y productos Químicos, Negocios internacionales,	Sistemas de gestión integrados, en salud y seguridad en el trabajo y en control estadístico de la calidad, gestión de presupuestos, análisis financiero y gestión de cartera, lecturas de fichas de productos, técnicas de laboratorio, procesos de investigación y desarrollo, comportamiento de sustancias químicas, normatividad, comercio, marketing, buenas prácticas de manufactura, normas ISO, análisis de datos, control estadístico de la calidad, conocimiento en tecnologías emergentes

Sector económico	Tendencias del sector	Cargos demandados en el sector	Competencias requeridas	Brecha de capital humano-nuevas competencias asociadas a la 4RI
			Manejo de nuevos equipos en la planta de producción, Computación avanzada. Big data. Manejo de datos, tecnologías de la Información, Internet de las cosas, Conocimiento en economía Circular, Conocimiento en nanosensores, Gestión ambiental, Gestión del riesgo, Conocimientos en análisis de riegos ocupacionales a nivel de industrias petroquímicas	

Nota: adaptado del catálogo brechas de capital humano sector químicos y plásticos

En el sector de químicos y plásticos la manufactura aditiva, impresión 3D, y gestión integral de residuos son las tendencias predominantes, entre los cargos más demandados está el de director de producción, supervisor de planta y especialista en sostenibilidad. Entre las brechas de capital humano esta la escasez de competencias en

tecnologías emergentes y gestión ambiental, lo que hace necesario la capacitación en tecnologías avanzadas y normativas de sostenibilidad para la gestión de procesos industriales.

Ahora bien, en la revisión que se realizó de los catálogos de cualificación nacional, con respecto al sector Business Process Outsourcing (BPO) se encontró la necesidad de conocimiento avanzado en automatización de procesos, uso de inteligencia artificial para optimizar operaciones, habilidad para interpretar grandes volúmenes de datos, uso de tecnologías digitales para personalizar y mejorar la experiencia del cliente, evidenciándose como brecha la falta de habilidades en herramientas digitales avanzadas y en la integración de tecnologías disruptivas, dentro de la gestión de procesos industriales. En el sector turismo, entre las demandas está el uso de plataformas tecnológicas para gestionar operaciones, enfoque en prácticas sostenibles que minimicen el impacto ecológico del turismo, uso del marketing digital para la promoción de destinos y servicios, evidenciándose como brecha la gestión de tecnologías digitales y en la incorporación de criterios de sostenibilidad en la operación de empresas turísticas.

En el sector moda se centra las demandas en competencias enfoque en el diseño y producción sostenible de moda, con énfasis en la economía circular, implementación de procesos automatizados en la fabricación y distribución, capacidad de adaptar los sistemas de producción para responder a las tendencias y demandas del consumidor en tiempo real, evidenciándose como brecha la falta de formación en tecnologías de automatización y en la gestión de la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena de valor.

Frente al sector de agroquímicos y pinturas las demandas se centran en el uso de robots y sistemas automatizados en la producción de químicos, evidenciándose un desajuste en la capacidad para liderar innovación y automatización dentro de la producción de agroquímicos y pinturas.

En el sector de laboratorios la brecha se enfoca a la falta de formación en el uso de tecnologías avanzadas de análisis de datos y la automatización de laboratorios, en el sector de llantas de desuso la demandas están enfocadas a la innovación en el reciclaje y reutilización de llantas para minimizar el impacto ambiental, conocimiento en las técnicas y procesos más modernos de reciclaje y reutilización de llantas, enfoque en la minimización de residuos y la optimización de recursos a lo largo del ciclo de vida de las llantas, evidenciándose un déficit de habilidades para implementar tecnologías avanzadas de reciclaje y modelos de economía circular. En el sector de cosméticos, aseo y absorbentes las demandas de competencias están enfocadas al uso de tecnologías inteligentes para la fabricación y envasado, y como brecha se detectó la falta de capacidad para integrar sistemas de automatización en la producción y la innovación sostenible. Finalmente, en el sector químicos y plásticos las demandas están enfocadas al uso de tecnologías de manufactura automatizadas para mejorar la eficiencia en la producción de productos químicos, encontrándose como brecha la falta de competencias en innovación de materiales sostenibles y en el uso de automatización avanzada en los procesos de producción.

De otra manera, la brecha entre las competencias adquiridas por los ingenieros industriales en sus programas académicos y las competencias demandadas por el mercado laboral tiene un impacto directo en su empleabilidad, a medida que las empresas adoptan tecnologías avanzadas y modelos operacionales asociados a la cuarta revolución industrial, los ingenieros industriales necesitan habilidades que vayan más allá de las tradicionales. De acuerdo al Foro Económico Mundial en su informe 2020, plantea:

El 50% de todos los empleados necesitarán volver a formarse para 2025, a medida que aumente la adopción de la tecnología. Los empleadores esperan que para 2025, los puestos cada vez más redundantes disminuyan del 15,4% de la fuerza laboral al 9% (una disminución del 6,4%), y que las profesiones emergentes crezcan del 7,8% al 9%. 13,5% (crecimiento del 5,7%). Con base en estas cifras, estimamos que para 2025, 85 millones de puestos de trabajo podrían ser desplazados por un cambio en la división del trabajo entre humanos y máquinas, mientras que podrían surgir 97 millones de nuevos roles más adaptados a la nueva división del trabajo entre humanos, máquinas y algoritmos, en las 15 industrias y 26 economías cubiertas por el informe (p. 29)

Teniendo en cuenta lo anterior más de la mitad de todos los empleados necesitarán una formación significativa en áreas emergentes como el análisis de datos, la inteligencia artificial y la automatización. Este desajuste ha resultado en dificultades para que los recién graduados encuentren puestos que correspondan con sus habilidades, dado que las industrias requieren profesionales capacitados en tecnologías específicas de la cuarta revolución industrial.

Entre las nuevas competencias profesionales relacionadas a la cuarta revolución industrial, según el Foro Económico Mundial (2020) establece en su informe sobre el futuro

del trabajo 2020, las 10 principales habilidades que se deben tener para el año 2025, entre las que destaco el pensamiento analítico e innovación, aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje, resolución de problemas complejos, pensamiento crítico y análisis, creatividad, originalidad e iniciativa, liderazgo e influencia social, uso, seguimiento y control de la tecnología, diseño y programación de tecnología, resiliencia, tolerancia del estrés, flexibilidad, razonamiento, resolución de problemas e ideación.

Demandando la cuarta revolución industrial que los ingenieros industriales se actualicen en nuevas áreas de competencia, especialmente aquellas relacionadas con la digitalización, la automatización, el análisis de grandes volúmenes de datos y la sostenibilidad. De otra manera, el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe menciona, que los empleadores actualmente valoran de igual manera las habilidades socioemocionales como la capacidad de resiliencia, organización, perseverancia, manejo del estrés y de las emociones, la capacidad de liderazgo (CAF, 2019).

Igualmente, OCDE (2022) en la cumbre de habilidades 2022 menciona:

La transición hacia economías digitales y sostenibles cambia la demanda de las habilidades en el mercado laboral y en las sociedades. Para tener éxito en una economía global digital e interconectada, las generaciones más jóvenes deben adquirir nuevas habilidades y las generaciones anteriores deben perfeccionarse y actualizarse. Lo anterior implica desarrollar un conjunto de habilidades diverso, incluyendo habilidades fundamentales, digitales y socio-emocionales, así como una mejor comprensión e identificación de las necesidades de habilidades cambiantes para diferentes grupos en sociedades en rápida evolución. Además, la transición requiere crear oportunidades de educación y formación que respondan a las necesidades de habilidades cambiantes (p.2)

Además, el Banco Interamericano de Desarrollo (2023) en la tercera edición del estudio América Latina en Movimiento: competencias y habilidades, para la cuarta revolución industrial, destaca como habilidades para el trabajo:

Como habilidades socioemocionales, las habilidades sociales (orientación, coordinación con otros, inteligencia emocional, negociación y persuasión, enseñanza), habilidades de contenidos (expresión oral y escrita, lectura, lengua extranjera, alfabetismo TICs), habilidades de procesos (escucha activa, pensamiento crítico, monitoreo propio), y de otros, capacidad de auto-organización, emprendedorismo, liderazgo), pensamiento creativo y analítico (creatividad, razonamiento lógico y matemático, comprensión de problemas), habilidades sistémicas (análisis de sistemas, capacidad de juicio y toma de decisión), habilidades de resolución de problemas complejos (RPC). Como habilidades técnicas, las habilidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (CTIM), las habilidades de administración de recursos (financieros, personal, materiales, tiempo, etc.), las habilidades operativas: operación, mantenimiento y reparación de equipos, programación, control de calidad, diseño de UX o experiencia de usuario. Finalmente, entre otras habilidades estarían las capacidades físicas (fuerza física, destreza manual y precisión). (p.p 44,45).

Finalmente, de acuerdo a Gonzales y Granillo (2020), concluyen que las nuevas capacidades requeridas por los ingenieros industriales en la Industria 4.0 son en áreas como: big data y análisis de datos, nuevas interfaces hombre-máquina, tecnologías de transferencia digital a física, comunicación y redes de datos, sistemas de posicionamiento global, sistemas de radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés), sistemas de planeación de recursos empresariales (ERP), la consigna electrónica (e-consignee), cómputo en la nube, realidad aumentada y sistemas logísticos autónomos (P. 6)

Finalmente, se podría concluir que estas habilidades no solo aumentan la eficiencia en las operaciones, sino que permiten a las empresas mejorar su competitividad global en un entorno cada vez más automatizado y complejo. Sin embargo, muchos programas académicos aún se centran en competencias tradicionales, como la gestión de la producción y la mejora de procesos, sin incorporar adecuadamente estas nuevas exigencias.

De otra manera, para reducir la brecha de competencias entre lo que se enseña en las universidades y lo que demanda el mercado laboral, es necesario adoptar una estrategia integral que incluya la actualización curricular, la implementación de metodologías de enseñanza activas, y una mayor colaboración entre universidades y empresas. Según la UNESCO (2017) La educación de calidad debe estar alineada con las necesidades del mercado laboral, ser inclusiva y evaluar constantemente el rendimiento de los estudiantes, esto permite identificar áreas de mejora en los sistemas educativos y diseñar políticas más efectivas, garantizando que nadie quede rezagado en el proceso educativo.

A su vez Morales (2024) manifiesta que un reto importante para las universidades es la necesidad de establecer alianzas estratégicas con el sector empresarial y las organizaciones que lideran la transformación digital. Estas colaboraciones pueden facilitar la transferencia de conocimientos y tecnologías, así como la creación de oportunidades de aprendizaje experiencial para los estudiantes, como pasantías y proyectos de investigación aplicada. Asimismo, las universidades deben invertir en la formación y actualización continua del profesorado, garantizando que estén capacitados para integrar las tecnologías digitales en su práctica docente y guiar a los estudiantes en el desarrollo de las competencias requeridas por la industria 4.0.

Ahora bien, Marín y Castillo (2024) menciona que la Industria 4.0 requiere un enfoque educativo centrado en el desarrollo de competencias, más allá de simplemente obtener un título académico. Esto implica ciclos cortos de aprendizaje práctico, apoyados en metodologías activas como la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos, donde los docentes se transforman en facilitadores del aprendizaje. La técnica de “aprender haciendo” es clave para preparar a los estudiantes para los desafíos actuales de la industria.

A su vez Curay, 2022 y Darling-Hammond et al.,2020 citado por Torres, et al. (2023) enfatiza la necesidad de promover un enfoque educativo que priorice el aprendizaje significativo. Este tipo de aprendizaje debe basarse en los conocimientos y vivencias previas de los estudiantes, incentivando su participación activa en actividades interesantes y reales que contribuyan a desarrollar una comprensión profunda, así como habilidades y conocimientos que puedan aplicarse en diferentes contextos. La investigación, en conjunto con la enseñanza del docente, juega un papel clave en este proceso. Asimismo, el trabajo colaborativo, mediante actividades cuidadosamente diseñadas que alienten a los estudiantes a reflexionar, explicar sus ideas y construir conjuntamente soluciones a los problemas, resulta esencial en el aprendizaje efectivo.

Entre las metodologías activas estarían, el aprendizaje basado en problemas, el cual promueve la resolución de problemas reales o simulados, fomentando el pensamiento crítico y las habilidades para resolver desafíos complejos, además de permitir a los estudiantes descubrir sus fortalezas y desarrollar conocimientos transferibles; el aprendizaje basado en proyectos, el cual involucra a los estudiantes en

proyectos prácticos y colaborativos, desarrollando habilidades de autonomía, trabajo en equipo, resolución de problemas y comunicación efectiva, además, promueve un aprendizaje contextualizado y significativo; la gamificación, la cual tiene un gran potencial para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, al incorporar elementos de juego, como recompensas y desafíos, esta metodología genera un entorno de aprendizaje activo y divertido que fomenta la creatividad y el trabajo en equipo; finalmente, el aula invertida, la cual propone que los estudiantes trabajen previamente en casa, dejando el aula para actividades prácticas y de discusión, lo cual aumenta la participación, promueve habilidades cognitivas superiores como el pensamiento crítico y la creatividad, y fomenta el uso de la tecnología (Torres, et al. 2023).

De otra forma, Guaña (2024) resalta la necesidad de integrar herramientas digitales en el proceso educativo para promover el pensamiento crítico y la resolución de problemas. El uso de plataformas educativas interactivas, simulaciones virtuales y herramientas de colaboración en línea puede mejorar significativamente la capacidad de los estudiantes para analizar información, evaluar evidencia y generar soluciones innovadoras (p. 9).

Finalmente, se podría mencionar la importancia de actualizar los programas de ingeniería para incluir asignaturas relacionadas con la cuarta revolución industrial, como robótica, inteligencia artificial, y sostenibilidad, además, el uso de metodologías activas de enseñanza, como el aprendizaje basado en proyectos y la simulación de procesos industriales, lo cual permite a los estudiantes desarrollar competencias prácticas y aplicables a situaciones reales, aumentando su empleabilidad, fomentando el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades fundamentales para enfrentar los desafíos tecnológicos actuales. Igualmente, una mayor colaboración entre

universidades y el sector empresarial puede cerrar la brecha al permitir que los estudiantes adquieran experiencia directa en tecnologías avanzadas y soluciones innovadoras a través de prácticas o proyectos conjuntos, lográndose una mayor inserción laboral de sus egresados, ya que las empresas contribuyen a la formación de competencias directamente aplicables.

CONCLUSIONES

La Industria 4.0, impulsada por tecnologías convergentes y la digitalización ha transformado los sistemas productivos y redefine los modelos de negocio, generando mejoras significativas en la eficiencia, productividad y sostenibilidad; planteando desafíos tanto en el mercado laboral como en la educación. En este contexto, la formación académica, especialmente en disciplinas como la ingeniería industrial, debe evolucionar para responder a las demandas emergentes del mercado, integrando competencias tecnológicas, prácticas interdisciplinarias y habilidades blandas como el pensamiento crítico, la innovación y el liderazgo.

De otra manera, el análisis de las brechas de capital humano en los distintos sectores evaluados revela una necesidad generalizada de adaptación a las tecnologías emergentes y a las competencias asociadas a la cuarta revolución industrial. En sectores como el Business Process Outsourcing (BPO), turismo, moda, agroquímicos y pinturas, laboratorios, entre otros, se identifican vacíos en habilidades relacionadas con la

automatización, inteligencia artificial, análisis de grandes volúmenes de datos y el manejo de tecnologías digitales avanzadas. Estos sectores demandan competencias técnicas especializadas que abarcan desde la optimización de procesos productivos mediante robótica y el diseño asistido por computadora hasta la implementación de prácticas sostenibles y economía circular.

Por lo tanto, es imperativo que los programas de formación en Ingeniería Industrial incorporen módulos formativos que aborden estas nuevas competencias, incluyendo la gestión de tecnologías disruptivas, la innovación y sostenibilidad en procesos industriales, y la automatización, para reducir las brechas existentes y satisfacer las demandas del mercado laboral actual. Además, es fundamental reforzar competencias transversales como el liderazgo, la creatividad y la resolución de problemas, esenciales para la adaptación continua en entornos altamente tecnificados y en constante cambio.

Las instituciones educativas, por lo tanto, deben adaptarse rápidamente a estos cambios mediante la actualización de sus currículos, la implementación de metodologías activas de enseñanza y el establecimiento de alianzas estratégicas con el sector empresarial. Esto permitiría la transferencia de conocimientos, el acceso a tecnologías de vanguardia y la creación de oportunidades de aprendizaje experiencial. Mejorando la empleabilidad de los recién graduados, ya que las empresas demandan habilidades técnicas y socioemocionales específicas, como el análisis de datos, la inteligencia artificial, la automatización, la resiliencia y la capacidad de liderazgo.

Finalmente, se puede mencionar que existe un desajuste de competencias debido a que los programas académicos tradicionales se centran en competencias técnicas clásicas como la optimización de procesos y la gestión de la producción. Sin embargo, las empresas demandan habilidades avanzadas en análisis de datos, automatización y sostenibilidad, lo cual guarda concordancia con lo mencionado por el Foro Económico Mundial, al referirse que el 50% de los empleados necesitarán reentrenarse en habilidades como análisis de datos y programación para 2025, lo que resalta la urgencia de actualizar los currículos. De otra manera, existe una carencia en habilidades blandas como la resiliencia, liderazgo, trabajo en equipo, y pensamiento crítico, las cuales son tan valoradas como las competencias técnicas, pero no reciben suficiente atención en la formación académica.

A su vez, es evidente el impacto de las tecnologías disruptivas en todos los sectores económicos analizados como el sector BPO, agroquímicos, moda, y laboratorios, los cuales están integrando tecnologías emergentes como el IoT, machine learning, y robótica, lo que incrementa la demanda de ingenieros con conocimientos en estas áreas. Ahora bien, se puede mencionar como propuestas de solución la necesidad de realizar actualización curricular, incorporando módulos sobre tecnologías de la cuarta revolución industrial, como inteligencia artificial, sostenibilidad y manufactura avanzada; el uso de metodologías activas en los procesos de enseñanza- aprendizaje, implementando enfoques como aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, gamificación, aula invertida y simulaciones y modelado que desarrollen competencias prácticas y adaptabilidad tecnológica.

De otra manera, según Coskun et al. (2019) proponen la implementación de la Teoría del aprendizaje experiencial de Kolb en el diseño de laboratorios para la Industria 4.0. Esta metodología permite a los estudiantes aprender haciendo, a través de un ciclo de experiencias que incluye la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. A su vez, González, Berdugo y Martigo (2017) destacan el papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la mediación de los procesos de difusión del conocimiento en la era de la industria 4.0. Estas tecnologías permiten el desarrollo de nuevas herramientas y plataformas para el aprendizaje activo. Finalmente, el establecer alianzas estratégicas, vínculos sólidos entre universidades y empresas para garantizar que la formación se alinee con las necesidades del mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, P., Johnson, L., & González, M. (2021). *Competencias profesionales y la Cuarta Revolución Industrial: Un análisis desde la ingeniería industrial*. Revista Latinoamericana de Tecnología, 15(2), 45-60.
- ACOFI, R. (2020). Lineamientos curriculares para Ingeniería Industrial en Colombia. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2020/11/Lineamientos-Curriculares-para-Ingenieria-Industrial-en-Colombia_ed2.pdf
- CAF Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (2019). Habilidades socioemocionales y mercado laboral, sinergia necesaria. <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2019/04/habilidades-socioemocionales-y-mercado-laboral-sinergia-necesaria/>

- Colombia, G. A. N. (2020). HABILIDADES DIGITALES EN COLOMBIA ¿El futuro digital es de todos? chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.andi.com.co/Uploads/GAN_HabilidadesDigitales_COL_V8.pdf
- Consejo Colombiano de Seguridad (2020). La revolución industrial 4.0 y la seguridad y salud en el trabajo: origen y evolución. <https://ccs.org.co/portfolio/la-revolucion-industrial-4-0-y-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-origen-y-evolucion/>
- Coskun, A., Ersoy, A. y Yilmaz, H. (2019). Diseño de un entorno de laboratorio para la educación en industria 4.0: un estudio de caso. Revista turca en línea de tecnología educativa, 8(2), 101-109.
- Foro económico mundial (2022). ¿Qué es la “Industria 4.0” y qué significará para los países en desarrollo? <https://es.weforum.org/agenda/2022/05/que-es-la-industria-4-0-y-que-significara-para-los-paises-en-desarrollo/>
- Gobierno de gobierno, OCDE (2022). Cumbre de habilidades 2022. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.oecd.org/skills/centre-for-skills/Skills-Summit-2022-Joint-Summary-Spanish.pdf>
- González-Hernández, I. J., & Granillo-Macías, R. (2020). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. Revista electrónica de investigación educativa, 22.
- González, L. M., Berdugo, J. D., & Martigo, L. M. (2017). Tecnologías de la información y las Comunicaciones en la era de la cuarta revolución industrial: Tendencias Tecnológicas y desafíos en la educación en Ingeniería.1 Revista Ingeniería e Investigación, 17(2), 76-88.
- Guaña, E. L. I., & Cevallos, P. A. E. (2024). La importancia del pensamiento crítico y la resolución de problemas en la educación contemporánea. Revista Científica Kosmos, 3(1), 4-18.
- Marco Nacional de Cualificación (2016). Ruta para el diseño de las cualificaciones. <https://especiales.colombiaaprende.edu.co/mnc/catalogo.html>
- Marco Nacional de Cualificación (2016). Identificación y medición de brechas de capital humano para el sector turismo. <https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-pensiones/empleo/analisis-monitoreo-y-prospectiva-laboral/identificacion-y-medicion-de-brechas-de-capital-humano>

Marco Nacional de Cualificación (2016). Identificación y medición de brechas de capital humano para el Sector Business Process Outsourcing (BPO). <https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-pensiones/empleo/analisis-monitoreo-y-prospectiva-laboral/identificacion-y-medicion-de-brechas-de-capital-humano>.

Marco Nacional de Cualificación (2016). Identificación y medición de brechas de capital humano para el sector moda. <https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-pensiones/empleo/analisis-monitoreo-y-prospectiva-laboral/identificacion-y-medicion-de-brechas-de-capital-humano>

Marco Nacional de Cualificación (2016). Identificación y medición de brechas de capital humano para el sector agroquímicos y pinturas. <https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-pensiones/empleo/analisis-monitoreo-y-prospectiva-laboral/identificacion-y-medicion-de-brechas-de-capital-humano>

Marco Nacional de Cualificación (2016). Identificación y medición de brechas de capital humano para el sector laboratorios. <https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-pensiones/empleo/analisis-monitoreo-y-prospectiva-laboral/identificacion-y-medicion-de-brechas-de-capital-humano>

Marco Nacional de Cualificación (2016). Identificación y medición de brechas de capital humano para el sector llantas en desuso. <https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-pensiones/empleo/analisis-monitoreo-y-prospectiva-laboral/identificacion-y-medicion-de-brechas-de-capital-humano>

Marco Nacional de Cualificación (2016). Identificación y medición de brechas de capital humano para el sector cosméticos, aseo y absorbentes. <https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-pensiones/empleo/analisis-monitoreo-y-prospectiva-laboral/identificacion-y-medicion-de-brechas-de-capital-humano>

Marco Nacional de Cualificación (2016). Identificación y medición de brechas de capital humano para el sector químicos y plásticos. <https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-pensiones/empleo/analisis-monitoreo-y-prospectiva-laboral/identificacion-y-medicion-de-brechas-de-capital-humano>

Marín, J. F., & Castillo, S. G. (2024). Competencias STEM de mayor demanda para afrontar los retos de la Industria 4.0. Revisión bibliográfica para América Latina y Costa Rica: STEM skills in greatest demand to face the challenges of Industry 4.0. Bibliographic review for Latin America and Costa Rica. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5(4), 1081-1107.

MinTIC. (2019). Aspectos básicos de la industria. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf

- Niño-Ruiz, E. D., Allain, J. P., Montoya, J. A., Mejía Arango, J. L., Eisenhauer, M., Noriega, M. D. P., ... & Osswald, T. (2020). Colombia y la nueva revolución industrial.
- Ramírez, A., & Salgado, E. (2022). *Competencias transversales en ingeniería industrial: Un estudio de caso en empresas colombianas*. Revista de Educación en Ingeniería, 10(4), 115-128.
- Ripani, L., & Merino, M. F. (2023). América Latina en movimiento: competencias y habilidades para la cuarta revolución industrial en el contexto de pospandemia.
- Robles Morales, R. E. (2024). Competencias digitales en el mercado laboral dominicano: Brechas y desafíos para el sistema educativo en la región Cibao Sur. RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa, 8(2), 105–126. <https://doi.org/10.32541/recie.v8i2.713>
- Schwab, K. (2020). La cuarta revolución industrial. Futuro hoy, 1(1), 06-10. [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://futurohoy.ssh.org.pe/wp-](chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://futurohoy.ssh.org.pe/wp-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://futurohoy.ssh.org.pe/wp-)
- Torres, Á. F. R., Jácome, D. C. B., Tello, N. B. F., Benítez, E. P. A., & Peneida, L. E. C. (2023). Metodologías emergentes para la enseñanza universitaria. Dominio de las Ciencias, 9(3), 1155-1178.
- UNESCO (2017). E2030: educación y habilidades para el siglo XXI. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250117>
- Vega, I. D. L., Osorno, J. I. R., & García, W. D. J. C. (2020). Brecha entre la industria y la academia. La era de la transformación digital de las organizaciones y su impacto en la competitividad, 35.
- World Economic Forum (2020). The Future of Jobs Report 2020. chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf