



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

ARTÍCULO CIENTÍFICO.

**PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Procesos de Automatización en industrias y el uso de
Inteligencia Artificial (industria 5.0).**

Autor:

Cedeño Zambrano Leisberth Andrés.

Tutor de Titulación:

Jouber Antonio Azua Alvia.

Manta - Manabí - Ecuador

2025.

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL.

ARTÍCULO CIENTÍFICO.

Procesos de Automatización en industrias y el uso de Inteligencia Artificial (industria 5.0).

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL.

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD
Dr.

DIRECTOR
Ing.

JURADO EXAMINADOR
Ing.

JURADO EXAMINADOR
Ing.

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Cedeño Zambrano Leisberth Andrés**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2023-2**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “**Procesos de Automatización en industrias y el uso de Inteligencia Artificial (industria 5.0)**”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Joubert Antonio Azua Alvia, Mg.
TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Cedeño Zambrano Leisberth Andrés, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Procesos de Automatización en industrias y el uso de Inteligencia Artificial (industria 5.0).”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Azua Alvia Joubert Antonio y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí



Cedeño Zambrano Leisberth Andrés
C.I. 1351293202



Ing. Azua Alvia Joubert Antonio
C.I. 1310185481

Dedicatoria.

Dedico este trabajo con agradecimientos especiales a mis padres, Cedeño Cedeño Luber Ecuador y Zambrano Meza Esperanza Margarita, por apoyarme todos los días desde que tengo memoria. Asimismo, quiero agradecerles a mis hermanos por estar allí para mí cuando más lo necesitaba, y por siempre desearme lo mejor, siendo una parte fundamental de mi vida.

Agradezco a mis compañeros de carrera y fuera de ella, a mis mejores amigos con los cuales compartí cientos de conocimientos y experiencias, agradezco a todas esas personas por estar siempre para mí en cada momento desde que tuve la fortuna de conocerlos.

De igual forma, expreso mi gratitud a mi tutor de tesis, al Ing. Joubert Alvia por su constante guía durante el transcurso de creación de mi trabajo de final de curso, por sus consejos, que fueron fundamentales para alcanzar este objetivo.

Reconocimiento.

Dedico mi principal reconocimiento a la vida y a quienes me la otorgaron, porque por ellos he sido capaz de llegar tan lejos, de obtener la motivación necesaria para progresar en el largo camino que comencé a recorrer desde el momento de mi nacimiento y he sido capaz de ver lo hermoso que puede llegar a ser el mundo.

Quiero exclamar unas palabras de apreciación a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, a la Facultad porque gracias su admisión dentro de sus instalaciones y programa educativo, he podido estar dentro de la carrera de Ingeniería Industrial en compañía de personas que han marcado mi vida para siempre, los amigos que hice por el camino.

Índice de Contenido.

Certificación del Tutor.	3
Declaración de Autoría.....	4
Dedicatoria.	5
Reconocimiento.....	6
Índice de Contenido.	7
Resumen Ejecutivo.	9
Executive Summary.	10
Antecedentes.	11
Planteamiento del problema.	13
Formulación del problema.....	15
Objetivos.....	16
Objetivo General.	16
Objetivos específicos.	16
Justificación.....	17
Introducción.....	18
1.1 Fundamentación teórica (introducción).	18
1.2 Antecedentes investigativos.	20
1.3 Bases teóricas.	21
1.4 Marco Legal y Ambiental.....	23
Metodología.....	24
2.1 Tipo de estudio.	24
2.2 Método de recopilación de datos.	24
Resultados.....	26
2.1 Aplicaciones de la IA en la industria.....	26
2.2 Desafíos y limitaciones.....	27

2.3. Aspectos legales y ambientales.	28
Análisis y discusión.	29
Conclusiones.	32
Referencias	33

Resumen Ejecutivo.

El presente trabajo de esta tesis está enfocado en la necesidad de dar a conocer la utilidad real de la Inteligencia Artificial y sus aplicaciones en los ámbitos industriales de Ecuador, y del mundo.

En un mundo donde la globalización social y tecnológica dio un salto monumental entre los años 80's y 90's, hasta la posteridad donde se da paso a la investigación, desarrollo y creación de nuevas y mejores tecnologías, siempre habrá una forma de optimizar los procesos, con los años la tecnología y los términos para denominarla se fueron refinando, desde la Primera Revolución Industrial hasta la Tercera Revolución Industrial, se dio un salto de la Industria 3.5 a Industria 5.0 con la llegada de las Inteligencias Artificiales (IA), en este documento daremos un vistazo por esta evolución y se ampliarán los conceptos para exponer una vista al futuro de la Inteligencia Artificial y el mundo.

Palabras Clave: inteligencia artificial, ingeniería, industrias, aplicaciones, desafíos.

Executive Summary.

The present work of this thesis is focused on the need to publicize the real usefulness of Artificial Intelligence and its applications in the industrial fields of Ecuador, and the world.

In a world where social and technological globalization took a monumental leap between the 80's and 90's, until posterity where it gives way to research, development and creation of new and better technologies, there will always be a way to optimize processes. Over the years the technology and the terms to name it were refined, from the First Industrial Revolution to the Third Industrial Revolution, a leap was made from the Industry 3.5 to Industry 5.0 with the arrival of Artificial Intelligences (IA) in this document we will take a look at this evolution and the concepts will be expanded to the present a view of the future of Artificial Intelligence and the world.

Keywords: artificial intelligence, engineering, industries, applications, challenges.

Antecedentes.

Las Revoluciones Industriales son procesos que acompañan a los seres humanos modernos, desde la Primera Revolución Industrial, hasta la Tercera revolución Industrial han demostrado con paso firme su utilidad en el mundo contemporáneo y dejado una inalterable huella en la historia de la humanidad.

La Primera Revolución Industrial, a partir de ahora la denominaré como Industria 1.0 o en su defecto I1.0, nos brindó avances tecnológicos tales como; máquina de vapor, hiladora mecánica, telar mecánico, locomotora de vapor, fundición de hierro, ferrocarriles, minas de carbón, desarrollo en la industria química, innovaciones en metalurgia e invenciones relacionadas con la agricultura por mencionar los más importantes, marcando el comienzo de un radical cambio en la economía y sociedad, estableciendo las bases para las posteriores revoluciones industriales.

La Segunda Revolución Industrial (Industria 2.0 o I2.0), ocurrida en la mitad del siglo XIX y principios del XX, puso a nuestra disposición una serie de descubrimientos y avances tecnológicos que volvieron a transformar las industrias y sociedad conocidas en ese momento, cuyos aportes más destacados fueron; generación de energía eléctrica, teléfono, automóviles, aviación, mejoras en la fundición del metales, desarrollo en la química y síntesis de productos químicos no orgánicos como el plástico, ferrocarriles a vapor con tecnología más avanzada, nacimiento y crecimiento de las industrias petroquímicas, producción en cadena, y la mejora en las telecomunicaciones, sin duda alguna, una época digna de llamarse la Industria 2.0.

La Tercera Revolución Industrial (Industria 3.0 o I3.0) también llamada “Revolución Digital”, tuvo lugar entre la segunda mitad del siglo XX y se extendió hasta el siglo XXI, nuestros abuelos vivieron aquel glorioso evento, uno en el cual el avance tecnológico estuvo más presente que en toda su historia previa, desde las invención de las computadoras personales (PC), el internet y el World Wide Web (WWW), el desarrollo de los primeros microprocesadores y circuitos integrados con los procesos de miniaturización, telecomunicaciones avanzadas, revolución del software, la introducción de las energías renovables, el comercio electrónico, automatización industrial y la inevitable globalización nacida como resultado de un intercambio de información entre todas las personas del planeta. El más grande evento de diversificación y expansión ocurrido por el avance tecnológico humano.

Sobre la Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0 o I4.0) se puede evidenciar como la convergencia de los mayores avances tecnológicos de diversas áreas del conocimiento con tecnologías emergentes de la época, entre ellas encontramos; inteligencia artificial emergente (IA estrecha), internet de las cosas (IoT), robótica avanzada, impresión 3D, biotecnología y medicina de precisión, blockchain, energías renovables y sostenibilidad, realidad virtual y aumentada, ciberseguridad, educación y capacitación digital. Se puede observar un enfoque en impulsar las diferentes formas de trabajar, vivir y relacionarse de las comunidades humanas, esperando tanto nuevos desafíos para afrontarlos y mejorar, como oportunidades para aprovecharlas y sacar lo mejor de cada situación.

Quinta Revolución Industrial (Industria 5.0 o I5.0) atañe lo referente a la I4.0, conceptos base muy similares entre sí, casi parece tratar lo mismo, pero lo que da paso a la siguiente revolución industrial está en los detalles clave, pequeños aspectos que hacen una gran diferencia, entre estos detalles claves se encuentran; interacción humano-robot más cercana, personalización extrema de productos y servicios, sostenibilidad acentuada, inteligencia artificial avanzada (IA fuerte), mayor interconexión y ciberseguridad, producción completa bajo demanda, enfoque superior en la formación y educación, descentralización más acentuada.

“La IA, que es la abreviatura de "Inteligencia Artificial", es un campo de la ciencia de la computación que se centra en la creación de sistemas y programas que pueden realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana”. (Mendoza J. D., 2023). En la actualidad, la civilización humana ha evolucionado adaptando a sus necesidades las herramientas, métodos y técnicas desarrolladas en las diversas etapas de las revoluciones industriales. Entre ellos, encontramos la automatización de los procesos, un concepto cuyo enfoque implica la aplicación de las tecnologías y sistemas para la realización de tareas, actividades o procesos de manera automática con la mínima intervención humana, algunas aplicaciones de la automatización de procesos en industrias pueden ser desde la manufactura y la logística, hasta la administración y la informática. Ejemplos hay muchos, como; líneas de ensamblaje robóticas en las industrias automovilísticas, automatización en almacenes de gestión logística y el inventario, por decir algunos.

La automatización ha evolucionado desde su concepción, siendo ampliamente aplicado en la ingeniería industrial, jugando un papel fundamental en la optimización de la producción y la toma de decisiones basada en datos, con la llegada de la inteligencia artificial la automatización de procesos pasará por su segunda Edad de Oro para lograr niveles de automatización y eficiencia nunca vistos.

Planteamiento del problema.

La evolución tecnológica de la industria 5.0 impacta de manera significativa la manera en la que se organiza y concibe la producción industrial, con la incorporación de nuevas y avanzadas tecnologías como la Inteligencia Artificial, computación en la nube, Internet de las Cosas (IoT), Big Data y análisis, ciberseguridad, realidad aumentada, robot colaborativo, etc. Todo esto nos lleva a plantearnos la siguiente cuestión: *cómo podemos saber cuándo las industrias estarán preparadas para incluir estas tecnologías en sus procesos de gestión y producción*. Para ello, primero debemos saber cuáles son las razones por las que aún no se ha hecho la asimilación de estas nuevas tecnologías de manera global.

- Investigación y desarrollo en curso de una nueva macro tecnología. – Tecnologías en constante evolución y desarrollo, debido a que no están totalmente refinadas.
- Estandarización global incompleta. – Nulos estándares debido a nueva tecnología sin grandes exponentes de aplicación.
- Acceso desigual a la tecnología. – Brecha digital causada por la incompleta globalización y las diferentes situaciones sociales, política y económica de las zonas menos favorecidas/ en desarrollo.
- Marco legal y regulaciones. – Con las nuevas tecnologías emergentes rompiendo los moldes, los marcos legales de lo que está permitido y lo que no, aún no están definidos.
- Incertidumbres en los aspectos económicos y financieros. – El costo por la implementación de todas estas tecnologías es aún difuso, considerando el apartado económico pocas naciones en el mundo pueden adaptarse tan rápido a los cambios.
- Adaptación de fuerza laboral y su debida capacitación. – Es necesario una capacitación general y específica en la fuerza laboral, dotándolos de capacidad y las habilidades para adoptar de mejor manera las nuevas tecnologías.
- Privacidad de los datos y ciberseguridad. – Nuevas tecnologías traen consigo nuevos riesgos y brechas en la seguridad de estos.

Es importante la superación en conjunto de estos desafíos en el ámbito global, se requiere una participación internacional de las principales potencias mundiales para promover la investigación, desarrollo y dar a conocer la importancia de la inversión en la infraestructura tecnológica de un proyecto a escala mundial para la mejora en la gestión, producción, y los procesos para garantizar una adecuada transición hacia el siguiente escalón de la revolución industrial 5.0.

Una vez que la Inteligencia Artificial se globalice, la humanidad vivirá el verdadero avance tecnológico entre lo pasado y lo moderno. De esta forma:

- La automatización y la integración de la inteligencia artificial tienen el potencial de aportar mejoras significativas a futuro, eficacia y productividad en los procesos, resultando en ganancias económicas, y obviamente el tiempo.
- Una mayor calidad de los productos y servicios serán el resultado de la estandarización completa al reducir los errores humanos.
- Reducción de riesgos laborales, con la automatización la intervención humana es reducida a tal punto, que los riesgos laborales serán casi eliminados.

Formulación del problema.

¿Cuáles son las consecuencias que tiene la integración de la inteligencia artificial en la automatización de procesos y cómo podemos sacar ventaja de los desafíos para mejorar la implementación de la inteligencia artificial en la automatización de procesos?

Preguntas directrices:

- ¿En qué estado se encuentra la inteligencia artificial en la automatización de los procesos industriales?
- ¿Cuáles son los beneficios de la automatización de los procesos industriales con la implementación de la inteligencia artificial y los desafíos a enfrentar?
- ¿Qué recomendaciones serían las mejores para superar los desafíos y optimizar la implementación de la inteligencia artificial en la automatización de procesos?

Objetivos.

Objetivo General.

Analizar la automatización de procesos y cómo impacta la implementación de la Industria 5.0. Con el fin de entender cómo afecta en los aspectos de la eficiencia, calidad y la competitividad de los sectores industriales y cómo estos evolucionan para no quedarse atrás con respecto a sus competidores.

Objetivos específicos.

- Evaluar en qué estado se encuentra la integración de la inteligencia artificial en los procesos industriales, identificando las áreas y procesos industriales de aplicación cuyos resultados han sido un éxito.
- Identificar los obstáculos y desafíos que se manifiestan con la implementación de las tecnologías en desarrollo en los procesos de automatización, teniendo en cuenta aspectos de ciberseguridad, fuerza laboral y sostenibilidad.
- Desarrollar recomendaciones y las estrategias que permitan superar los desafíos y obstáculos presentados, y así lograr optimizar la implementación de las nuevas tecnologías en la automatización de los procesos industriales.
- Contribuir al conocimiento de la sociedad como un pilar en el campo de la Industria 5.0. implementada en los procesos de automatización para lograr una correcta transición, exponiendo hallazgos y nuevos enfoques y perspectivas con respecto a la Inteligencia Artificial.

Justificación.

El presente artículo trata sobre la necesidad de comprender y abordar las transformaciones significativas que recientemente están tomando lugar en el entorno industrial. La importancia teórica se halla en su aporte al campo de la Industria 5.0, el cual se encuentra en pleno desarrollo. Este artículo científico tiene como fin el explorar el desarrollo de las industrias con el uso de las nuevas tecnologías, sus aplicaciones y los desafíos en la automatización de procesos, su impacto en la eficiencia y la competitividad industrial.

Desde un foco práctico, la investigación aborda temas de interés y preocupaciones económicas, tecnológicas y sociales de gran relevancia para el entorno industrial. La automatización de procesos como base detrás de la mejora de la productividad, calidad del producto y la eficiencia en los procesos, lo que tiene una relación directa con los aspectos económicos y la competitividad en el campo industrial entre empresas. Considerando aspectos sociales y laborales de la automatización de procesos, aportando una nueva visión sobre cómo abordar los cambios en la fuerza laboral y trayendo en consideración los impactos positivos para la sociedad.

La metodología utilizada en este artículo científico es IMRyD, contribuyendo un riguroso análisis de datos y una lectura dedicada a los trabajos ya existentes para obtener un novedoso enfoque en la aplicación de un marco de investigación sólido de un tema en constante desarrollo.

En síntesis, considero que esta investigación es relevante y oportuna en el momento histórico actual, abordando desafíos y oportunidades en la Revolución Industrial 5.0 y su uso en la automatización de procesos industriales.

“Procesos de Automatización en industrias y el uso de Inteligencia Artificial (industria 5.0)”

“Automation Processes in Industries and the Use of Artificial Intelligence (Industry 5.0)”

Autores: Leisberth Andrés Cedeño Zambrano.

Jouber Antonio Azua Alvia Manta – Ecuador

E-mail: leisberth_an24@hotmail.com – jouber.azua@uleam.edu.ec

Fecha de admisión: 01-09-2025

Introducción.

1.1 Fundamentación teórica (introducción).

La Industria 5.0 representa un avance revolucionario en la evolución industrial, integrando tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), y los robots colaborativos (cobots) con la capacidad humana para crear sistemas productivos más eficientes, personalizados y colaborativos. Este concepto parte de la base de que la automatización avanzada por sí sola no es suficiente para enfrentar los desafíos del mercado moderno. La Industria 5.0 demanda una interacción directa entre humanos y máquinas inteligentes. Según (De Val Pardo, 2021), esta fase se basa en la automatización colaborativa, donde la IA y los robots no reemplazan a los humanos, sino que trabajan junto a ellos para potenciar sus capacidades y optimizar los procesos productivos.

Uno de los aspectos más destacados de la Industria 5.0 es la personalización masiva, que permite a las empresas adaptar sus procesos productivos para responder a las demandas específicas de los consumidores en tiempo real. La capacidad de producir bienes personalizados a gran escala ha sido posible gracias a tecnologías como la IA, el IoT, y el Big Data. Estas herramientas permiten a las empresas analizar grandes volúmenes de datos y ajustar sus operaciones de manera rápida y eficiente. (García, 2023) sostiene que la Industria 5.0 ha permitido a las empresas reducir los tiempos de producción y mejorar la calidad del producto final, aumentando significativamente la satisfacción del cliente.

La automatización colaborativa se ha convertido en un pilar fundamental. Los cobots, diseñados para interactuar de manera segura y eficiente con los trabajadores humanos, han demostrado ser esenciales en la optimización de los procesos productivos. A diferencia de los robots tradicionales, que operaban de manera independiente y requerían de entornos controlados, los cobots pueden trabajar en espacios compartidos con los humanos, realizando tareas repetitivas o peligrosas mientras los operarios se concentran en actividades de mayor valor añadido. (Gareth, 2023) resalta que la adopción de cobots ha mejorado significativamente la seguridad laboral y la eficiencia en sectores como la manufactura y la logística.

La inteligencia artificial ha transformado el sector industrial al permitir no solo la automatización de tareas, sino también la toma de decisiones basadas en el análisis de datos en tiempo real. Para (Travez & Villafuerte, 2023), la capacidad de la IA para identificar patrones, predecir fallos y optimizar los recursos ha mejorado radicalmente

la eficiencia operativa, permitiendo a las empresas adaptarse rápidamente a los cambios del mercado. Este enfoque ha sido clave para mejorar la precisión y velocidad en industrias de alta demanda, como la automotriz y la electrónica.

Otro aspecto relevante de la Industria 5.0 es su enfoque en la sostenibilidad. Las empresas enfrentan una creciente presión para reducir su impacto ambiental, y la adopción de tecnologías avanzadas ha sido esencial en este proceso. Según (López, 2024), el uso de tecnologías como el IoT y el Big Data permite a las empresas monitorear su huella ambiental en tiempo real, ajustando sus operaciones para minimizar el consumo de energía y reducir las emisiones de carbono. Este enfoque está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que buscan promover una producción más limpia y eficiente.

Sin embargo, la interconexión de los sistemas industriales mediante el IoT y el Big Data ha introducido nuevos desafíos en términos de ciberseguridad. Las empresas deben proteger sus redes contra ataques cibernéticos y asegurar la privacidad de los datos. (Walas, 2023), advierte que la ciberseguridad es un aspecto crítico de la Industria 5.0, ya que cualquier vulnerabilidad en los sistemas industriales puede comprometer la producción, la seguridad de los trabajadores y la calidad de los productos. La implementación de sistemas de seguridad robustos y la capacitación continua del personal en seguridad informática son esenciales para garantizar el éxito de la Industria 5.0.

El marco teórico de la Industria 5.0 también se enfoca en la adaptabilidad de los sistemas productivos. Según (Ramírez, 2023), la IA y el IoT permiten a las empresas ajustar sus operaciones en tiempo real, lo que mejora la flexibilidad de la producción y reduce los costos. Esta capacidad de respuesta rápida es crucial para las empresas que operan en sectores donde la demanda fluctúa constantemente, como la industria alimentaria y el comercio electrónico.

El impacto de la Industria 5.0 en el mercado laboral ha generado un amplio debate. Aunque algunos temen que la automatización avanzada y la IA puedan eliminar empleos, (Suárez, 2022) argumenta que estas tecnologías crean nuevas oportunidades laborales en áreas como la programación, el mantenimiento de robots y la gestión de sistemas de inteligencia artificial. En lugar de eliminar puestos de trabajo, la Industria 5.0 está transformando la naturaleza del trabajo, demandando habilidades más especializadas y técnicas avanzadas. Las empresas que inviertan en la capacitación y el reentrenamiento de su personal estarán mejor preparadas para aprovechar las oportunidades que ofrece esta nueva revolución industrial.

En resumen, la Industria 5.0 representa no solo un avance tecnológico, sino también un cambio en la forma en que las empresas abordan la innovación y la sostenibilidad. Según (Ramírez, 2023), las empresas que adopten plenamente las tecnologías de la Industria 5.0 estarán mejor equipadas para enfrentar los desafíos del futuro, desde la presión por mejorar la eficiencia hasta la necesidad de reducir su impacto ambiental. Este enfoque integral no solo optimiza los procesos productivos, sino que también contribuye a una mayor resiliencia y sostenibilidad en el largo plazo.

1.2 Antecedentes investigativos.

La adopción de la inteligencia artificial (IA) y la automatización en los procesos industriales ha sido un tema recurrente en las investigaciones de las últimas dos décadas. A lo largo de este tiempo, diferentes estudios han puesto de relieve los beneficios y desafíos que estas tecnologías han traído consigo en una amplia variedad de sectores. La implementación de IA en la industria ha pasado de ser una mera expectativa teórica a convertirse en una realidad palpable que transforma los procesos productivos y redefine la competitividad empresarial.

Uno de los primeros estudios sobre la automatización avanzada y el uso de IA en entornos industriales se remonta a principios de la década de 2000, cuando la investigación se centraba en la viabilidad técnica de la IA para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos en procesos complejos. (Suárez, 2022) señala que, durante esta época, las industrias comenzaron a experimentar con sistemas de control autónomos y robótica para mejorar la precisión en la producción y disminuir los errores humanos. No obstante, fue en la década de 2010 cuando estas tecnologías experimentaron una verdadera aceleración, impulsadas por avances en el Big Data, el aprendizaje automático y la computación en la nube, que permitieron procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real.

Para (Gareth, 2023), uno de los sectores más beneficiados por la implementación de IA ha sido la industria automotriz. Durante la última década, esta industria ha experimentado una transformación radical gracias a la automatización de procesos clave, como el ensamblaje de vehículos y la fabricación de componentes. Las fábricas inteligentes, equipadas con robots colaborativos y sistemas de IA, han mejorado significativamente la eficiencia operativa, permitiendo un aumento en la productividad y una reducción en los tiempos de inactividad. Estos avances han sido posibles gracias a la capacidad de la IA para identificar patrones de fallo en las máquinas y predecir mantenimientos antes de que ocurran interrupciones.

En el ámbito de la cadena de suministro, estudios recientes también han resaltado la importancia de la IA para mejorar la previsión de la demanda y la gestión del inventario. Según (Gorotiza & Veliz, 2024), el uso de algoritmos predictivos ha permitido a las empresas de diversos sectores, como la industria alimentaria, reducir el desperdicio de recursos y mejorar la logística, optimizando las rutas de distribución y ajustando los niveles de producción en función de las necesidades reales del mercado. Este enfoque ha demostrado ser especialmente valioso en industrias con productos perecederos, donde una previsión precisa es esencial para evitar pérdidas.

A medida que las industrias comenzaron a adoptar tecnologías más avanzadas, también surgieron nuevos desafíos. (Walas, 2023), señala que la integración de IA en los procesos industriales ha traído consigo preocupaciones en torno a la ciberseguridad. Con la interconexión de máquinas, sistemas y bases de datos a través del IoT y redes digitales, las fábricas son ahora más vulnerables a ataques cibernéticos. Este riesgo ha llevado a que se investiguen nuevas estrategias para fortalecer la seguridad en las infraestructuras industriales, desarrollando sistemas de protección más robustos que puedan mitigar las amenazas cibernéticas sin comprometer la eficiencia operativa.

En cuanto al impacto en la fuerza laboral, las investigaciones han mostrado una doble cara. Por un lado, estudios como el de (Ramírez, 2023), evidencia que la automatización avanzada y el uso de IA en las fábricas han llevado a una disminución de la demanda de mano de obra en tareas repetitivas, especialmente en líneas de

producción que han sido completamente robotizadas. Sin embargo, por otro lado, estos mismos estudios resaltan que la adopción de nuevas tecnologías ha generado una creciente demanda de profesionales altamente capacitados en áreas como la programación, la ingeniería de datos y el mantenimiento de sistemas de IA. Este fenómeno ha dado lugar a un nuevo tipo de empleo industrial, más orientado a la gestión y optimización de procesos automatizados, que requiere habilidades técnicas avanzadas.

Además, investigaciones como las de (Maldonado, 2021), sugiere que la capacitación continua es clave para mitigar los impactos negativos de la automatización sobre el empleo. En un estudio sobre la industria manufacturera, los autores destacaron que las empresas que invierten en el reentrenamiento de su personal son más propensas a tener éxito en la transición hacia la automatización avanzada. Según estos autores, el personal capacitado no solo es capaz de gestionar y mantener sistemas de IA, sino que también puede participar activamente en la optimización de los procesos productivos, aportando un enfoque más estratégico a la operación de las fábricas.

En pocas palabras, los antecedentes investigativos sobre la implementación de la IA y la automatización en las industrias evidencian que, si bien estas tecnologías ofrecen una amplia gama de beneficios, como el aumento de la eficiencia operativa, la personalización de productos y la mejora en la calidad, también plantean desafíos significativos. Estos desafíos incluyen la necesidad de una infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación del personal y la implementación de sistemas robustos de ciberseguridad. Sin embargo, como indican los estudios más recientes, las industrias que logran superar estos obstáculos pueden experimentar una mejora sustancial en su competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

1.3 Bases teóricas.

La Industria 5.0 se fundamenta en teorías relacionadas con la automatización avanzada, la inteligencia artificial (IA) y la colaboración humano-máquina. Este nuevo paradigma industrial no solo busca mejorar la eficiencia operativa de las empresas, sino también optimizar la experiencia laboral de los empleados mediante la integración de tecnologías emergentes que facilitan la personalización de productos y la toma de decisiones más informada en tiempo real. De acuerdo con (Gareth, 2023), la Industria 5.0 se diferencia de su predecesora, la Industria 4.0, en su enfoque más humanístico, donde las máquinas no reemplazan a los humanos, sino que trabajan en conjunto con ellos para maximizar los resultados.

La inteligencia artificial (IA) es uno de los pilares teóricos más importantes de la Industria 5.0, ya que permite la automatización de procesos complejos, el análisis de grandes volúmenes de datos y la toma de decisiones autónoma. Para (Travez & Villafuerte, 2023), la IA en la Industria 5.0 no solo se utiliza para optimizar la producción, sino que también se emplea para personalizar productos y servicios de acuerdo con las necesidades específicas de los clientes. Esta personalización masiva es posible gracias al uso de algoritmos de aprendizaje automático que permiten a las máquinas adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y ajustar los procesos productivos en tiempo real.

Un aspecto importante de la teoría de la Industria 5.0 es su enfoque en la personalización masiva, que permite a las empresas producir bienes altamente personalizados sin sacrificar la eficiencia ni la calidad. Según (Suárez, 2022), la IA y el

Big Data permiten a las empresas ajustar sus líneas de producción en función de las preferencias individuales de los clientes, lo que ha llevado a un cambio radical en la manera en que las empresas gestionan sus procesos productivos. Este enfoque ha demostrado ser especialmente valioso en sectores como la moda, la electrónica de consumo y la industria alimentaria, donde la demanda de productos personalizados ha aumentado considerablemente en los últimos años.

La sostenibilidad es otro concepto teórico central en la Industria 5.0, ya que las empresas buscan no solo optimizar sus procesos productivos, sino también reducir su impacto ambiental. Según (Ramírez, 2023), la integración de la IA y el IoT ha permitido a las empresas monitorizar en tiempo real su consumo de energía, la emisión de gases de efecto invernadero y el uso de recursos naturales, lo que les ha permitido adoptar prácticas más sostenibles. Esta capacidad de ajustar las operaciones para minimizar el impacto ambiental está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que promueven una producción más limpia y eficiente.

Desde una perspectiva teórica, la Industria 5.0 también se basa en el concepto de toma de decisiones autónoma, que es posible gracias a la integración de la IA y los sistemas de control automático. Según (Travez & Villafuerte, 2023), los sistemas basados en algoritmos predictivos permiten a las máquinas identificar patrones y tomar decisiones de manera autónoma sin la intervención humana directa. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite a las empresas adaptarse rápidamente a los cambios en el entorno de producción, reduciendo los costos asociados a las interrupciones y optimizando el uso de los recursos.

Un componente clave de la Industria 5.0 es su enfoque en la calidad de vida laboral. A diferencia de las revoluciones industriales anteriores, que se centraban en la maximización de la productividad a costa de la experiencia del trabajador, la Industria 5.0 busca crear un entorno laboral más equilibrado, donde los empleados puedan colaborar con las máquinas para mejorar los resultados sin comprometer su bienestar. (Maldonado, 2021) sostiene que la adopción de tecnologías emergentes, como los cobots y los sistemas autónomos, permite a los trabajadores delegar tareas repetitivas o peligrosas a las máquinas, mientras se enfocan en actividades más creativas y estratégicas.

Asimismo, la teoría detrás de la Industria 5.0 sugiere que la colaboración entre humanos y máquinas no solo mejorará la productividad, sino que también creará nuevas oportunidades de empleo en áreas como la programación, el diseño de sistemas de IA y la gestión de Big Data. Según (Gareth, 2023), la Industria 5.0 generará una demanda creciente de trabajadores capacitados en tecnologías emergentes, lo que subraya la importancia de la capacitación continua y el reentrenamiento de la fuerza laboral. Este cambio en la naturaleza del trabajo industrial requiere un enfoque más estratégico por parte de las empresas, que deben invertir en la formación de su personal para mantenerse competitivas en el mercado global. Finalmente, las teorías sobre la Industria 5.0 destacan la importancia de la ciberseguridad en un entorno cada vez más interconectado.

Con el aumento de la digitalización y la integración de sistemas basados en IoT, las fábricas y los procesos productivos son más vulnerables a ataques cibernéticos. Según (Walas, 2023), es fundamental que las empresas desarrollen e implementen sistemas robustos de ciberseguridad para proteger sus infraestructuras y garantizar la continuidad operativa. La seguridad de los datos y la integridad de los sistemas de producción son elementos clave en la adopción exitosa de la Industria 5.0.

1.4 Marco Legal y Ambiental.

El desarrollo e implementación de la Industria 5.0 están intrínsecamente ligados a un marco legal y regulatorio que permita la integración efectiva de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT) y los robots colaborativos (cobots) en los procesos industriales. La evolución de las normativas legales y la creación de nuevos estándares son esenciales para garantizar que la adopción de estas tecnologías se realice de manera segura, ética y sostenible, protegiendo tanto a las empresas como a los trabajadores y el entorno.

En términos legales, uno de los aspectos más relevantes es la protección de los datos generados por la IA y los sistemas interconectados. Según (Travez & Villafuerte, 2023), con la expansión del Big Data y el IoT, las empresas deben cumplir con regulaciones más estrictas en cuanto a la recolección, almacenamiento y uso de los datos, especialmente en lo que respecta a la privacidad y la ciberseguridad. La Regulación General de Protección de Datos (GDPR) en la Unión Europea y leyes similares en otros países han establecido directrices para garantizar que las empresas manejen los datos de manera responsable, minimizando los riesgos asociados a violaciones de seguridad y el mal uso de la información sensible.

La ciberseguridad es otro aspecto legal crucial dentro de la Industria 5.0. A medida que los sistemas industriales se interconectan y dependen de tecnologías basadas en IA, la vulnerabilidad a los ataques cibernéticos aumenta. (Gareth, 2023) señala que la regulación en materia de ciberseguridad ha tenido que adaptarse rápidamente para cubrir las nuevas necesidades que surgen de la integración de tecnologías emergentes en la industria. Las empresas deben implementar protocolos de seguridad robustos que protejan sus redes y sistemas contra amenazas externas. En muchos casos, los gobiernos han desarrollado marcos regulatorios para asegurar la implementación de sistemas de protección en infraestructuras críticas, como las fábricas inteligentes y los procesos de producción automatizados, con el fin de garantizar la continuidad operativa y la protección de los datos industriales.

En el ámbito ambiental, la Industria 5.0 se enfrenta a la creciente presión para reducir su huella de carbono y adoptar prácticas más sostenibles en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El marco ambiental en el que operan las empresas está definido por leyes y regulaciones que exigen una reducción en el uso de recursos naturales, la minimización de desechos y la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Según (Ramírez, 2023), las tecnologías emergentes, como el IoT y el Big Data, permiten a las empresas monitorizar su impacto ambiental en tiempo real y ajustar sus operaciones para ser más eficientes energéticamente.

Las normativas ambientales se centran en incentivar a las empresas para que adopten prácticas de producción más limpias, reduciendo el consumo de energía y promoviendo el uso de fuentes renovables. Por ejemplo, en la Unión Europea, las regulaciones ambientales como el Pacto Verde Europeo han establecido objetivos ambiciosos para reducir las emisiones industriales, mejorar la eficiencia energética y fomentar la transición hacia una economía circular. Estas leyes obligan a las empresas a innovar y adoptar tecnologías que no solo mejoren su competitividad, sino que también minimicen su impacto ambiental.

Además, la Industria 5.0 promueve la adopción de tecnologías sostenibles que optimicen el uso de los recursos y reduzcan el desperdicio. Según (Maldonado, 2021), la automatización avanzada, facilitada por la IA, permite a las empresas implementar sistemas de producción inteligentes que ajustan automáticamente los niveles de

consumo energético y reducen las emisiones durante los ciclos de producción. Este enfoque se basa en el concepto de producción ajustada (Lean Manufacturing), que busca eliminar los desperdicios innecesarios y mejorar la eficiencia en todas las etapas del proceso productivo.

El cumplimiento de las normativas ambientales no solo tiene implicaciones económicas para las empresas, sino que también afecta su reputación corporativa. Según (Walas, 2023), las empresas que adoptan prácticas sostenibles y demuestran su compromiso con el medio ambiente son más valoradas por los consumidores y tienen más posibilidades de atraer inversionistas interesados en proyectos verdes. La Industria 5.0, al centrarse en la sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos, ofrece una ventaja competitiva para las empresas que logran implementar tecnologías avanzadas de manera alineada con las regulaciones ambientales vigentes.

Es importante destacar que el marco legal y ambiental de la Industria 5.0 también tiene un impacto significativo en la fuerza laboral. Las leyes laborales y las regulaciones sobre seguridad en el trabajo deben adaptarse para cubrir los nuevos riesgos asociados con la interacción humano-máquina. (Gareth, 2023), los robots colaborativos (cobots) y los sistemas basados en IA deben cumplir con estrictas regulaciones de seguridad laboral, asegurando que las máquinas operen de manera segura en entornos compartidos con los trabajadores. Estas regulaciones tienen como objetivo proteger a los empleados de posibles accidentes o fallos en los sistemas automatizados, garantizando un entorno de trabajo seguro y eficiente.

Metodología.

2.1 Tipo de estudio.

Este estudio adopta un enfoque de investigación descriptiva y exploratoria que se basa en la revisión bibliográfica de literatura científica relevante y estudios de caso en el contexto de la Industria 5.0 y la automatización industrial. Este enfoque es común en investigaciones sobre inteligencia artificial y automatización avanzada, como lo demuestra el estudio de (Santos, 2023), titulado "Integración de tecnologías emergentes en el diseño industrial para una gestión más eficiente del transporte y la logística", quien emplea una metodología similar para analizar las aplicaciones de la IA en la industria, lo cual subraya la importancia de este enfoque para captar una visión integral de los avances y desafíos actuales. El propósito es no solo describir las aplicaciones y beneficios de la IA, sino también explorar nuevas perspectivas y áreas de oportunidad para la mejora de los sistemas de automatización. Este enfoque permite analizar la eficacia, seguridad, sostenibilidad y personalización de los procesos industriales, elementos esenciales en la transición hacia la Industria 5.0.

2.2 Método de recopilación de datos.

La recopilación de datos se llevó a cabo mediante una búsqueda sistemática en bases de datos académicas de alto impacto, tales como Google Académico, Google Scholar, Scopus, y ScienceDirect, y en revistas especializadas en inteligencia artificial, ingeniería y tecnología industrial. La búsqueda incluyó palabras clave como "inteligencia artificial en la industria", "Industria 5.0", "automatización de procesos" y "Inteligencia Artificial y sus desafíos", adicionalmente usé variaciones como "Cobots", "Aplicaciones IA", "Sostenibilidad Industria 5.0", con el objetivo de recolectar estudios pertinentes de los últimos cuatro años para asegurar la actualidad y relevancia de los

datos. Se seleccionaron artículos de acceso abierto y publicaciones con revisiones por pares que abordaran tanto la teoría como aplicaciones prácticas.

Apliqué filtros concretos para construir un marco sólido para el análisis, tales como:

- Periodo de publicación: 2021-2025
- Tipo de documento: artículos científicos y papers de congresos revisados por pares, revistas científicas.
- Idiomas: español e inglés.
- Tipo de acceso: abierto.
- Búsqueda por comando booleano ("Industria 5.0" OR "Industry 5.0") AND ("automatización de procesos" OR "process automation") AND ("inteligencia artificial" OR "artificial intelligence") ("sostenibilidad AND Industria 5.0")

Criterios de selección.

Los estudios incluidos en esta revisión se seleccionaron bajo los siguientes criterios:

- 1) Relevancia temática. – Únicamente se consideraron estudios que traten específicamente la aplicación de IA en la automatización de procesos industriales y que analicen su implementación dentro del marco de la Industria 5.0.
- 2) Actualidad. – Se incluyeron estudios publicados a partir de 2021, con el fin de proporcionar una visión actual de las tendencias tecnológicas.
- 3) Rigor académico. – Los artículos seleccionados provienen de revistas académicas revisadas por pares o de alta visibilidad en el ámbito de la automatización y la IA.
- 4) Acceso abierto. – Se priorizaron publicaciones de acceso abierto, permitiendo una revisión detallada y accesible de los datos sin restricciones de acceso.
- 5) Cobertura geográfica. – Se tomaron en cuenta estudios realizados en diversas regiones, para reflejar la diversidad en la implementación de IA y automatización en diferentes contextos industriales.

Proceso de depuración.

Total, de artículos encontrados: 215

Tras aplicar filtros de año e idioma: 186

Tras criterio de inclusión/exclusión: 37

Tras revisión de duplicados y pertinencia temática: 13 artículos finales fueron seleccionados para su respectivo análisis

Resultados.

2.1 Aplicaciones de la IA en la industria.

La integración de la inteligencia artificial (IA) en los procesos industriales ha cambiado radicalmente la forma en que las empresas operan y compiten en un entorno altamente globalizado y tecnológicamente avanzado. En el marco de la Industria 5.0, la IA ha dejado de ser una herramienta opcional para convertirse en un recurso esencial que potencia la eficiencia operativa, la personalización masiva y la sostenibilidad ambiental. De acuerdo con (De Val Pardo, 2021), la IA no solo automatiza tareas repetitivas, sino que también permite a las industrias anticiparse a cambios del mercado, adaptarse a fluctuaciones en la demanda y optimizar la asignación de recursos.

En este contexto, la IA actúa como un catalizador para el desarrollo de procesos más ágiles y adaptativos, donde la interacción entre humanos y máquinas no solo mejora la productividad, sino que también redefine el alcance de las capacidades humanas dentro del entorno industrial. Este apartado analiza las principales aplicaciones de la IA en sectores clave, destacando cómo estas tecnologías están transformando las operaciones y ofreciendo nuevas oportunidades para la innovación.

Optimización de procesos y toma de decisiones.

La optimización de procesos mediante IA es una de las aplicaciones más significativas en el entorno industrial. Para (Travez & Villafuerte, 2023), los algoritmos de aprendizaje automático permiten analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, identificar cuellos de botella en las líneas de producción y realizar ajustes automáticos para maximizar la eficiencia. Esto es particularmente evidente en la industria automotriz, donde la IA se utiliza para predecir el mantenimiento de maquinaria, reducir tiempos de inactividad y garantizar la calidad uniforme de los productos. Además, la IA mejora la toma de decisiones estratégicas al proporcionar información procesable basada en patrones de datos históricos y proyecciones futuras.

Personalización masiva y adaptación al mercado.

La capacidad de la IA para analizar datos masivos ha revolucionado la personalización masiva, un elemento central en la Industria 5.0. Conforme a (Suárez, 2022), esta tecnología permite a las empresas ajustar sus procesos productivos para satisfacer las necesidades específicas de los clientes sin comprometer la eficiencia operativa. En sectores como la moda y la electrónica, los sistemas de IA identifican preferencias del cliente y adaptan la producción para ofrecer soluciones personalizadas, lo que incrementa la satisfacción del consumidor y reduce el desperdicio de recursos.

Automatización colaborativa con robots inteligentes.

La introducción de robots colaborativos (cobots) ha redefinido los entornos industriales al permitir una interacción segura y eficiente entre humanos y máquinas. Para (López, 2024), los cobots, equipados con sensores avanzados y algoritmos de IA, realizan tareas repetitivas o peligrosas, liberando a los trabajadores para que se concentren en actividades más estratégicas. En la industria manufacturera, por ejemplo, los cobots han demostrado su eficacia en la mejora de la precisión y la reducción de errores en tareas críticas.

Sostenibilidad y optimización de recursos.

La IA también desempeña un papel clave en la promoción de la sostenibilidad. Desde el punto de vista de (Gareth, 2023), los sistemas basados en IA permiten a las empresas monitorear su huella ambiental y optimizar el consumo de energía en tiempo real. Esto es especialmente valioso en la industria alimentaria, donde la IA ayuda a prever la demanda de productos perecederos, reduciendo el desperdicio y mejorando la eficiencia en la distribución. Estas prácticas no solo benefician al medio ambiente, sino que también incrementan la rentabilidad empresarial al hacer un uso más eficiente de los recursos disponibles.

Gestión logística y cadenas de suministro.

La gestión logística es otra área donde la IA ha demostrado ser indispensable. Según (Walas, 2023), los sistemas de IA permiten optimizar rutas de transporte, prever interrupciones en la cadena de suministro y gestionar inventarios de manera eficiente. En el contexto de una economía globalizada, estas capacidades son esenciales para garantizar la competitividad y resiliencia de las empresas ante cambios en el mercado o disrupciones externas.

2.2 Desafíos y limitaciones.

Aunque la inteligencia artificial (IA) ofrece avances significativos para la Industria 5.0, su implementación enfrenta diversos desafíos y limitaciones que pueden dificultar su adopción masiva. Estos obstáculos van desde la falta de infraestructura tecnológica adecuada hasta cuestiones relacionadas con la ciberseguridad, el impacto laboral y los costos iniciales de inversión. Como señala (Gareth, 2023), abordar estos desafíos es fundamental para garantizar que las empresas puedan aprovechar plenamente los beneficios de la IA mientras mitigan sus riesgos.

Complejidad en la integración tecnológica.

Uno de los mayores desafíos en la implementación de IA es la compatibilidad tecnológica con las infraestructuras existentes. Citando a (Travez & Villafuerte, 2023), muchas empresas, especialmente pequeñas y medianas (PYMES), carecen de la infraestructura necesaria para integrar sistemas avanzados de IA en sus operaciones. La transición tecnológica implica altos costos de actualización y personalización de los sistemas existentes, además de posibles interrupciones temporales en las operaciones.

Escasez de talento especializado.

La falta de personal capacitado para operar y optimizar sistemas basados en IA es otro obstáculo crítico. De acuerdo con (Ramírez, 2023), existe una brecha considerable entre la demanda de habilidades técnicas avanzadas y la disponibilidad de profesionales especializados en áreas como el aprendizaje automático, la programación y la gestión de datos. Esto retrasa la adopción efectiva de tecnologías de IA, especialmente en regiones donde la formación técnica es limitada.

Costos iniciales elevados.

La inversión inicial requerida para la implementación de IA representa una limitación importante. Para (Maldonado, 2021), los costos asociados a la adquisición de hardware especializado, el desarrollo de software personalizado y la capacitación del personal pueden ser prohibitivos para muchas empresas. Aunque los beneficios económicos a largo plazo son significativos, los altos costos iniciales dificultan la adopción masiva, especialmente en sectores con márgenes de ganancia reducidos.

Preocupaciones en ciberseguridad.

La interconexión digital y el uso masivo de datos en sistemas basados en IA aumentan las vulnerabilidades frente a ataques cibernéticos. Según (García, 2023), las empresas que implementan IA deben invertir en soluciones robustas de ciberseguridad para proteger sus infraestructuras, datos confidenciales y operaciones críticas. La falta de estas medidas puede poner en riesgo la continuidad operativa y la confianza del cliente.

Impacto en el empleo.

El impacto de la IA en la fuerza laboral es un tema de preocupación continua. Desde el punto de vista de (Suárez, 2022), aunque la IA tiene el potencial de crear nuevos roles laborales en áreas técnicas, también puede desplazar empleos tradicionales en tareas repetitivas o rutinarias. Esto plantea un desafío para las empresas, que deben invertir en capacitación y reentrenamiento para mitigar el impacto social y económico de la automatización.

Limitaciones relacionadas con la sostenibilidad.

Si bien la IA tiene el potencial de mejorar la sostenibilidad en los procesos industriales, su implementación no está exenta de desafíos ambientales. De acuerdo con (Gareth, 2023), el alto consumo energético de los sistemas de IA, especialmente durante el entrenamiento de modelos complejos, puede contrarrestar algunos de los beneficios ambientales esperados. Este problema es más evidente en regiones donde la energía proviene de fuentes no renovables, lo que dificulta alcanzar los objetivos de sostenibilidad.

2.3. Aspectos legales y ambientales.

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en los procesos industriales y su adopción en el marco de la Industria 5.0 requieren un análisis cuidadoso de los aspectos legales y ambientales. Estas tecnologías plantean desafíos en términos de cumplimiento normativo, protección de datos, seguridad cibernética y sostenibilidad, que son fundamentales para garantizar una adopción responsable y ética. Según (Gareth, 2023), la regulación adecuada es un elemento clave para equilibrar la innovación tecnológica con la preservación del medio ambiente y los derechos de las personas.

Protección de datos y ciberseguridad.

Uno de los aspectos legales más relevantes es la protección de los datos generados por los sistemas de IA. Según (Travez & Villafuerte, 2023), la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos industriales y personales plantean riesgos significativos

relacionados con la privacidad y la vulnerabilidad cibernética. La implementación de marcos regulatorios como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) establece estándares para garantizar el manejo responsable de la información. Sin embargo, la rápida evolución de las tecnologías emergentes requiere que las leyes se actualicen constantemente para abordar nuevos riesgos y desafíos.

Regulaciones laborales y seguridad en el trabajo.

El uso de robots colaborativos (cobots) y sistemas automatizados en entornos compartidos con humanos introduce la necesidad de regulaciones específicas para garantizar la seguridad laboral. Como señala (Ramírez, 2023), las leyes laborales deben adaptarse para contemplar los riesgos asociados con la interacción humano-máquina, minimizando accidentes y asegurando condiciones de trabajo seguras. Además, es fundamental desarrollar políticas que promuevan la capacitación y la reconversión laboral, permitiendo que los trabajadores se adapten a las nuevas demandas tecnológicas.

Sostenibilidad y marco ambiental.

Desde un punto de vista ambiental, las regulaciones buscan minimizar el impacto negativo de la IA en términos de consumo energético y generación de residuos tecnológicos. Citando a (Maldonado, 2021), la integración de sistemas basados en IA debe alinearse con los objetivos de sostenibilidad, incluyendo el uso eficiente de los recursos naturales y la transición hacia fuentes de energía renovable. El marco regulatorio ambiental, como el establecido por el Pacto Verde Europeo, promueve la reducción de emisiones de carbono y la adopción de prácticas más limpias en los procesos industriales.

Generación y manejo de residuos tecnológicos.

El aumento en el uso de hardware especializado para sistemas de IA contribuye al incremento de residuos electrónicos, lo que plantea un desafío significativo para la sostenibilidad. Para (Gareth, 2023), las regulaciones deben incentivar la economía circular mediante el reciclaje y la reutilización de materiales, garantizando que la expansión de estas tecnologías no comprometa el equilibrio ambiental. Esto es particularmente relevante en regiones donde la infraestructura para gestionar residuos electrónicos es limitada.

Retos éticos en la implementación de IA.

La adopción de IA en procesos industriales también plantea desafíos éticos relacionados con la toma de decisiones automatizada y el reemplazo de trabajadores humanos. Teniendo en cuenta a (García, 2023), la falta de transparencia en los algoritmos y la posible perpetuación de sesgos son preocupaciones clave que requieren marcos legales robustos. Además, es esencial que las políticas regulatorias aborden el impacto social y económico de la automatización, fomentando una transición equitativa hacia la Industria 5.0.

Análisis y discusión.

El análisis de diversos estudios relacionados con la implementación de la inteligencia artificial (IA) en la industria permite identificar tanto coincidencias como divergencias significativas en sus enfoques, hallazgos y perspectivas. Estas variaciones reflejan las particularidades de los contextos industriales y tecnológicos, así como las prioridades

locales y sectoriales. Según (Travez & Villafuerte, 2023), los avances en la IA se encuentran influenciados por factores como el nivel de desarrollo económico, la disponibilidad de talento técnico y el marco regulatorio vigente.

Convergencias en los beneficios de la IA.

Los estudios revisados coinciden ampliamente en que la IA es un factor transformador para la industria. Como opina (García, 2023), la IA permite optimizar procesos productivos mediante la automatización de tareas repetitivas, la identificación de cuellos de botella y la mejora de la toma de decisiones basada en datos. Esta perspectiva se alinea con los hallazgos de (Ramírez, 2023), quienes destacan que los robots colaborativos (cobots) están redefiniendo las operaciones industriales al permitir una interacción más segura y eficiente entre humanos y máquinas. Estas tecnologías son vistas como esenciales para mejorar la productividad y reducir los costos operativos, especialmente en sectores como la manufactura y la logística.

Otro punto de convergencia es la capacidad de la IA para facilitar la personalización masiva. Conforme a (Gareth, 2023), la IA permite a las empresas ajustar sus líneas de producción en tiempo real para satisfacer las demandas específicas del mercado, mejorando la experiencia del cliente y optimizando el uso de recursos.

Divergencias en los principales desafíos.

Si bien hay consenso sobre los beneficios de la IA, los estudios difieren en cuanto a los desafíos percibidos para su implementación. Según (Travez & Villafuerte, 2023), el principal obstáculo es la falta de personal capacitado para operar y optimizar sistemas basados en IA. Esta perspectiva contrasta con los hallazgos de (Maldonado, 2021), quien señala que los costos iniciales asociados con la adquisición de hardware y software especializado representan la mayor barrera, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Estas diferencias sugieren que los desafíos varían en función del contexto económico y del nivel de desarrollo tecnológico de las organizaciones estudiadas.

Perspectivas sobre sostenibilidad.

La sostenibilidad es otro aspecto en el que los estudios presentan enfoques diversos. Como señala (Gareth, 2023), la IA tiene el potencial de promover prácticas más sostenibles al reducir el consumo energético y minimizar el desperdicio en los procesos productivos. Sin embargo, (Walas, 2023), advierte que estos beneficios pueden verse limitados por el alto consumo energético requerido para entrenar modelos complejos de IA. Estas discrepancias subrayan la importancia de avanzar en el desarrollo de tecnologías más eficientes desde el punto de vista energético, especialmente en regiones donde las fuentes de energía renovable no son ampliamente accesibles.

Variaciones en la implementación regional.

Otro punto de contraste importante es el enfoque regional en la implementación de la IA. Desde el punto de vista de (Suárez, 2022), en economías avanzadas, la IA se integra principalmente en sectores tecnológicos de alta especialización, como la manufactura avanzada y la automotriz. Por otro lado, en economías emergentes, el uso de la IA se centra en optimizar la logística y las cadenas de suministro, áreas donde se perciben beneficios inmediatos en términos de costos y tiempos. Estas diferencias reflejan cómo las prioridades económicas y los recursos disponibles influyen en la adopción de tecnologías emergentes.

Impacto laboral: nuevas oportunidades y retos.

El impacto de la IA en la fuerza laboral genera consenso en algunos aspectos, pero también divergencias significativas. Según (García, 2023), la automatización avanzada crea oportunidades laborales en áreas técnicas, como la programación y la gestión de datos. Sin embargo, (Ramírez, 2023), enfatiza que la sustitución de trabajos rutinarios por sistemas automatizados plantea desafíos sociales, especialmente en sectores menos tecnificados. Ambos estudios coinciden en que la capacitación y el reentrenamiento son estrategias indispensables para garantizar una transición laboral equitativa.

Hacia un consenso integral.

De los estudios revisados se desprende que, aunque existen diferencias en los enfoques y hallazgos, hay un acuerdo general sobre el impacto crucial de la inteligencia artificial (IA) en los entornos industriales. Este consenso parte del reconocimiento de que la IA no solo mejora la productividad y la eficiencia, sino que también abre nuevas oportunidades para abordar los desafíos de sostenibilidad y personalización que caracterizan a la Industria 5.0.

Sin embargo, para que estos beneficios se materialicen plenamente, es necesario superar las barreras que aún limitan su adopción. Estas barreras, como destacan autores como (Travez & Villafuerte, 2023) y (Gareth, 2023), no solo tienen que ver con la tecnología en sí, sino también con las condiciones económicas, sociales y normativas de las empresas y regiones que buscan implementar estas soluciones. En este sentido, el contexto juega un papel decisivo. Por ejemplo, mientras que en regiones más desarrolladas la IA se concentra en sectores tecnológicos de alta precisión, en economías emergentes su impacto está más orientado a resolver problemas logísticos o mejorar cadenas de suministro.

Además, las diferencias regionales ponen de manifiesto una realidad ineludible: no existe una solución universal para integrar la IA en las industrias. Según (Suárez, 2022), es esencial diseñar estrategias adaptadas a las características de cada sector y región, donde la prioridad no sea solo la adopción tecnológica, sino también la generación de entornos favorables para su implementación. Esto incluye desde mejorar el acceso a financiamiento hasta fomentar alianzas entre empresas, gobiernos y centros de investigación que permitan sortear los altos costos iniciales.

Por otra parte, el impacto en el empleo es un tema que exige atención prioritaria. Aunque las oportunidades de nuevos roles técnicos son innegables, los efectos de la automatización sobre los trabajos tradicionales no pueden ser subestimados. (Ramírez, 2023), subrayan la necesidad de que esta transición sea gestionada con responsabilidad, mediante programas de capacitación que permitan a los trabajadores adquirir las habilidades necesarias para desempeñar funciones en un entorno altamente tecnificado.

Finalmente, los estudios también reflejan una creciente preocupación por los efectos ambientales de la IA, especialmente en lo relacionado con el consumo energético. (Gareth, 2023) advierte que el entrenamiento de modelos complejos y el uso continuo de infraestructuras tecnológicas pueden contradecir los objetivos de sostenibilidad si no se toman medidas claras para optimizar su eficiencia energética. Aquí, los marcos regulatorios y el acceso a energías renovables juegan un papel clave para equilibrar el impacto positivo de la IA con la protección del medio ambiente.

En síntesis, mientras que el consenso sobre los beneficios de la IA es evidente, también lo es la necesidad de un enfoque colaborativo que no solo facilite su adopción, sino que también garantice que esta se realice de manera ética, sostenible y socialmente responsable. La Industria 5.0 no solo depende de tecnologías avanzadas, sino de la capacidad de los actores involucrados para trabajar juntos y crear un entorno donde la innovación beneficie a todos.

Conclusiones.

La presente investigación ha permitido identificar y analizar los beneficios, desafíos y aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en el marco de la Industria 5.0, revelando su impacto transformador en los procesos industriales. Este trabajo ha demostrado cómo las tecnologías emergentes, como los robots colaborativos (cobots), el Internet de las Cosas (IoT) y el Big Data, están redefiniendo las dinámicas empresariales y fomentando la innovación en diversos sectores.

En primer lugar, se concluye que la IA no solo optimiza los procesos industriales al automatizar tareas repetitivas, sino que también mejora la toma de decisiones a través del análisis de datos en tiempo real. Esta capacidad ha sido particularmente relevante en sectores como la manufactura, la logística y la industria alimentaria, donde la personalización masiva y la gestión eficiente de recursos han sido clave para responder a las demandas del mercado moderno.

Por otro lado, el estudio destaca los desafíos asociados a la adopción de la IA, entre los que se incluyen los altos costos iniciales, la escasez de talento especializado y las preocupaciones en torno a la ciberseguridad. Estos aspectos limitan la implementación de estas tecnologías, especialmente en las pequeñas y medianas empresas (PYMES), lo que subraya la necesidad de políticas públicas y estrategias colaborativas que faciliten la transición hacia la Industria 5.0.

Desde una perspectiva ambiental, se observa que la IA puede ser tanto una solución como un desafío. Si bien estas tecnologías tienen el potencial de reducir la huella de carbono y optimizar el uso de recursos, el alto consumo energético asociado a su implementación requiere de fuentes renovables y estrategias más sostenibles para alcanzar un impacto positivo.

Por último, la investigación resalta que la transición hacia la Industria 5.0 debe considerar el impacto en la fuerza laboral. Aunque la automatización avanzada puede desplazar empleos tradicionales, también genera nuevas oportunidades en áreas técnicas y de innovación. La capacitación y el reentrenamiento de los trabajadores son esenciales para garantizar una adopción inclusiva y equitativa de estas tecnologías.

Así pues, la Industria 5.0 representa una oportunidad única para transformar la industria global, combinando tecnología avanzada con un enfoque humanístico que prioriza la colaboración, la sostenibilidad y la equidad social. Sin embargo, para maximizar sus beneficios, es crucial superar los desafíos identificados a través de un enfoque integral que involucre a gobiernos, empresas y comunidades. Este esfuerzo conjunto garantizará que la innovación tecnológica beneficie no solo a las industrias, sino también a la sociedad en su conjunto.

Referencias

- De Val Pardo, I. (2021). Más allá de la industria 5.0: Realidad y deseo. (U. A. General, Ed.) *Encuentros Multidisciplinares*, 7. Obtenido de <https://repositorio.uam.es/handle/10486/702632>
- García, J. L. (28 de Diciembre de 2023). *Aprendizaje digital: estrategias y transformaciones en la educación y el aprendizaje*. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Editorial Internacional Alema. Obtenido de <https://editorialalema.org/libros/index.php/alema/article/view/20>
- Gareth, O. L. (21 de Septiembre de 2023). A Tecnologías de la Industria 5.0: Un Análisis empírico de su impacto en la sostenibilidad. *XXII Congreso Internacional AECA. Inteligencia Artificial, riesgos y sostenibilidad: claves de hoy para las organizaciones del futuro.*, 1. Obtenido de <https://xxiicongreso.aeca.es/wp-content/uploads/2023/09/poster1.pdf>
- Gorotiza, S., & Veliz, W. (15 de 04 de 2024). *Propuesta de una arquitectura de software para la gestión de una Cadena de Suministro Agroalimentaria de los andes ecuatorianos alineada a la Industria 5.0*. Obtenido de Ucuena: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/e68b5efd-516f-46ba-8806-31fe0390dee8>
- López, P. M. (7 de Noviembre de 2024). *Transformación Logística a través de Tecnologías Emergentes*. Obtenido de PowerPlan: <https://powerplan.es/implementacion-de-tecnologias-emergentes-en-la-logistica/>
- Maldonado, C. (2021). Análisis de riesgos y vulnerabilidades de seguridad informática aplicando técnicas de inteligencia artificial orientado a instituciones de educación superior. *Revista Modum*, 8. Obtenido de http://revistas.sena.edu.co/index.php/Re_Mo/article/download/4543/4734
- Mendoza, J. D. (16 de Septiembre de 2023). Cómo Mejorar la Gestión del Conocimiento Mediante la Utilización de Herramientas de la Industria 5.0. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 5(2), 9. doi:<https://doi.org/10.17981/bilo.5.2.2023.01>
- Peralta, J., Mercado, E., Huitrón, J., & Palacio, A. (16 de 09 de 2023). *Cómo Mejorar la Gestión del Conocimiento Mediante la Utilización de Herramientas de la Industria 5.0*. Obtenido de BILO: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/5341/5087>
- Ramírez, V. (2023). *Análisis sistemático de la literatura publicada en los últimos cinco años, sobre la contribución de la inteligencia artificial (IA) en la competitividad del sector automotriz*. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina. Obtenido de <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/5025>
- Santos, K. (2023). *Integración de tecnologías emergentes en el diseño industrial para una gestión más eficiente del transporte y la logística* (85 ed., Vol. 8). Riobamba, Ecuador: Polo del Conocimiento. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9152591>
- Suárez, J. C. (2022). *El factor humano y su rol en la transición a Industria 5.0: una revisión sistemática y perspectivas futuras*. doi:<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81727e24.81727>

Travez, A., & Villafuerte, C. (20 de Enero de 2023). Industria 5.0, revisión del pasado y futuro de la producción y la industria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 12. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4457

Walas, M. (12 de 09 de 2023). *Nuevos modelos de negocio en el paradigma Industria 5.0. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático para optimizar procesos industriales*. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional de Lomas de Zamora: <https://repositorio.unlz.edu.ar/handle/123456789/674>