

Industria 4.0 y las implicaciones de la IA para las fuerzas laborales de pymes Mexicanas

Industry 4.0 and the Implications of AI for the Labor forces of Mexican SMEs

Yashiro Danahi Cisneros Reyes*,  María Guadalupe Arredondo-Hidalgo**,  Diana del Consuelo Caldera González***

Artículo recibido: 15-10-23
Artículo aprobado: 03-11-23

Palabras clave:

pymes, México,
inteligencia artificial,
fuerza laboral.

Keywords:

SMES, Mexico, artificial
intelligence, labor force.

Cómo citar este artículo

Cisneros Reyes, Y. D., Arredondo-Hidalgo, M. G. y Caldera González, D. C. (2023). Industria 4.0 y las implicaciones de la IA para las fuerzas laborales de pymes Mexicanas. *Entretextos*, 15(39), 1-14. <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.202339670>.

Resumen

Los avances tecnológicos disruptivos, así como la globalización de los mercados, han impactado en la evolución de las operaciones empresariales. La adopción de los sistemas asociados a internet fomenta el incremento de los usuarios conectados que se integran a una sociedad de información mundial, en donde la inteligencia artificial (IA) se ha circunscrito más allá del ámbito tecnológico. Las organizaciones hacen uso de esta herramienta para aplicarla al ámbito laboral, con el propósito de hacer más eficientes los procesos al interior de sus entidades. El objetivo de la presente investigación es relacionar los conceptos de Industria 4.0 e IA e identificar las implicaciones inmediatas en los puestos de trabajo en las pymes mexicanas. El enfoque de investigación aplicado es de tipo documental. Los reportes considerados son de firmas especializadas que dan cuenta de las tendencias actuales para las empresas analizadas. Los hallazgos muestran que alrededor de 25%

* Departamento de Arte y Empresa de la División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato. Autora para correspondencia. Correo electrónico: ycisneros@ugto.mx.

** Departamento de Gestión y Dirección de Empresas de la División de Ciencias Económico Administrativas, Campus Guanajuato de la Universidad de Guanajuato. Correo electrónico: mg.arredondohidalgo@ugto.mx.

*** Departamento de Estudios Organizacionales de la División de Ciencias Económico Administrativas, Campus Guanajuato de la Universidad de Guanajuato. Correo electrónico: dccaldera@ugto.mx.

de los ejecutivos usa la IA para fines empresariales, así como también se anticipa que la inteligencia artificial generativa (IAG) causará cambios significativos o disruptivos en la naturaleza de la competencia en sus respectivas industrias en los próximos tres años.

Abstract

Disruptive technological advances, as well as the globalization of markets, have impacted the evolution of business operations. The adoption of systems associated with the internet has led to an increase in connected users who are integrated into a global information society, where Artificial Intelligence (AI) has been limited beyond the technological field. Organizations make use of this tool to apply it for work purposes, focused on making processes within their entities more efficient. The objective of this research is to relate the concepts of Industry 4.0 and AI to propose the immediate implications for jobs in Mexican SMEs. The research approach applied is documentary type from secondary sources. The reports considered are from specialized firms that account for current trends for the companies analyzed. The findings show that around 25% of executives use AI for business purposes, as well as IAG is anticipated to cause significant or disruptive changes in the nature of competition in their respective industries in the next three years.

Antecedentes

En varios aspectos de las dinámicas de la sociedad actual se pueden apreciar los efectos de la globalización y la tecnología. Los rápidos avances tecnológicos y el aumento de usuarios conectados a internet han influenciado la globalización de los mercados debido a una sociedad de información mundial más integrada (Bauer *et al.*, 2015). Esto ha conducido a la reconfiguración de dinámicas económicas como el consumo y la producción; particularmente en esta última se aprecia una evolución en la forma en que se desarrolla el trabajo y las herramientas que se utilizan.

El mercado actual se enfrenta a diversos desafíos fundamentales que exigen una respuesta adecuada. Estos desafíos incluyen la creciente demanda de productos personalizados y asequibles, como destacan Bauer *et al.* (2015), así como la necesidad imperativa de que las industrias adopten prácticas sustentables, como señalan Wang *et al.* (2016). Además, existe una presión para avanzar hacia una economía que sea inteligente, ecológica e inclusiva, como se subraya en la investigación de Pérez *et al.* (2015), entre otros factores relevantes.

En este contexto, la forma de producción existente se está volviendo obsoleta, como se observa en el estudio de Wang *et al.* (2016). Para cumplir con estos nuevos requisitos y desafíos, se requieren modificaciones significativas en los procesos de producción.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas adaptaciones conllevan inversiones sustanciales y costos significativos, como se destaca en el trabajo de Santos *et al.* (2017). Por lo tanto, el entorno empresarial actual se ve impulsado por la necesidad de satisfacer demandas de productos más personalizados, asequibles y sostenibles, así como por la búsqueda de una economía inteligente e inclusiva (Arredondo-Hidalgo y Caldera-González, 2023). Para lograrlo, es esencial superar la obsolescencia de los enfoques de producción actuales, aunque esto implique inversiones y costos considerables (Mejía-Huidobro, 2020).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo de investigación es relacionar los conceptos de Industria 4.0 e IA para identificar las implicaciones inmediatas en los puestos de trabajo en las pymes mexicanas a través de un análisis de fuentes documentales aplicando el paradigma cualitativo de investigación. Se construyen las conclusiones enfocadas a cómo la IA ha aportado en la evolución de las pymes, tanto en sus decisiones para emplearla en la planeación estratégica, como en mantener a sus colaboradores en las filas laborales actuales.

La Industria 4.0

El concepto de Industria 4.0 surgió en Alemania en 2011 y se refiere a una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología, como se señala en el estudio de Mosconi (2015). Esta nueva forma de abordar la industria se caracteriza por una serie de componentes clave, entre los que se incluyen la automatización, la digitalización de los procesos y el aprovechamiento de las tecnologías de la electrónica y la información en el ámbito de la manufactura, como indicó Sommer en su investigación de 2015.

Además de estas características tecnológicas, la Industria 4.0 se distingue por la personalización de la producción, la prestación de servicios y la creación de negocios de valor agregado. Esto implica una mayor adaptación a las necesidades específicas de los clientes y un enfoque en la generación de productos y servicios altamente especializados.

Un elemento fundamental de la Industria 4.0 es la capacidad de interacción y el intercambio de información entre seres humanos y máquinas. Los estudios realizados por Roblek y colaboradores (2016), así como la investigación llevada a cabo por Cooper y James (2019), resaltan la importancia de esta interacción, que permite una mayor eficiencia en los procesos productivos y la toma de decisiones basada en datos.

Es decir, la Industria 4.0 representa una evolución significativa en la manera en que se concibe la producción industrial, con un enfoque en la tecnología, la personalización y la interacción entre humanos y máquinas. Este enfoque ha llevado a transformaciones

significativas en el ámbito económico e industrial, no sólo en Alemania, sino también en todo el mundo.

Es así como la denominada Industria 4.0 y el concepto de manufactura inteligente representan elementos esenciales en un proceso de transformación en el que las tecnologías de manufactura e información han convergido de manera integral. Este fenómeno ha dado lugar a sistemas de manufactura novedosos, así como enfoques de gestión empresarial innovadores, que tienen como objetivo primordial la optimización de los procesos de fabricación (Ynzunza-Cortés *et al.*, 2017).

En este contexto, se busca alcanzar niveles superiores de flexibilidad y eficiencia en la producción, lo que, a su vez, se traduce en la generación de propuestas de valor más sólidas para los clientes. Además, la interacción entre tecnologías de manufactura avanzadas y la información disponible permite una respuesta oportuna a las necesidades cambiantes del mercado (Ynzunza-Cortés *et al.*, 2017).

Según Lu (2017) la Industria 4.0 tiene 5 características principales:

1. Digitalización, optimización y personalización de la producción.
2. Automatización y adaptación.
3. Interacción humano-máquina.
4. Valor agregado a los servicios ya existentes.
5. Intercambio automático de información.

Este proceso de integración y evolución representa una etapa significativa en la evolución de la manufactura, con un impacto que va más allá de los procesos de producción, influyendo en la estrategia de negocios y la relación con los clientes (Ynzunza-Cortés *et al.*, 2017).

Inteligencia Artificial (IA)

En la más reciente Encuesta Global McKinsey (McKinsey & Company, 2023) sobre inteligencia artificial (IA), se resalta el vertiginoso crecimiento de las herramientas de IA generativa (IAG). La referida encuesta en línea se realizó del 11 al 21 de abril de 2023 y recibió respuestas de 1684 participantes que representan diferentes regiones, industrias, empresas, especializaciones funcionales y tenencias. De los que participaron, 913 confirmaron que sus organizaciones implementaron IA en al menos un departamento y, en consecuencia, se les preguntó sobre su uso. Para tener en cuenta las variaciones en

las tasas de respuesta, los datos se ponderaron en línea con la contribución de cada país encuestado al PIB global.

Entre los hallazgos del estudio, es notable mencionar que alrededor de un tercio de los participantes informa que sus respectivas organizaciones emplean regularmente IAG en sus operaciones. La IAG se refiere a un subcampo de la inteligencia artificial que se centra en la creación de sistemas capaces de generar contenido nuevo, original y creativo. Estos sistemas utilizan algoritmos y modelos de aprendizaje automático para producir datos, textos, imágenes, música u otros tipos de contenido de manera autónoma.

Lo que resulta particularmente notable es que la IA ya no se circunscribe únicamente al ámbito tecnológico, pues una fracción considerable –un cuarto de los altos ejecutivos– hace uso de herramientas de IAG para fines laborales. Asimismo, muchas empresas han incorporado la IAG en las agendas de sus consejos de administración. Además, motivados por los avances en IAG, 40 % de los encuestados tiene previsto aumentar sus inversiones en IA (McKinsey & Company, 2023). No obstante la gestión de los riesgos asociados con la IA, aún se erige como un desafío significativo, ya que menos de 50 % de los encuestados está abordando adecuadamente la imprecisión, considerada como el riesgo más relevante de este tipo de inteligencia (McKinsey & Company, 2023).

A pesar de estos avances en la adopción de IAG, se observa una tendencia limitada en la adopción de otras herramientas de IA por parte de las organizaciones. El porcentaje de organizaciones que adoptan tecnologías de inteligencia artificial ha permanecido constante desde 2022, y la adopción sigue siendo predominantemente limitada a un pequeño número de funciones comerciales (McKinsey & Company, 2023).

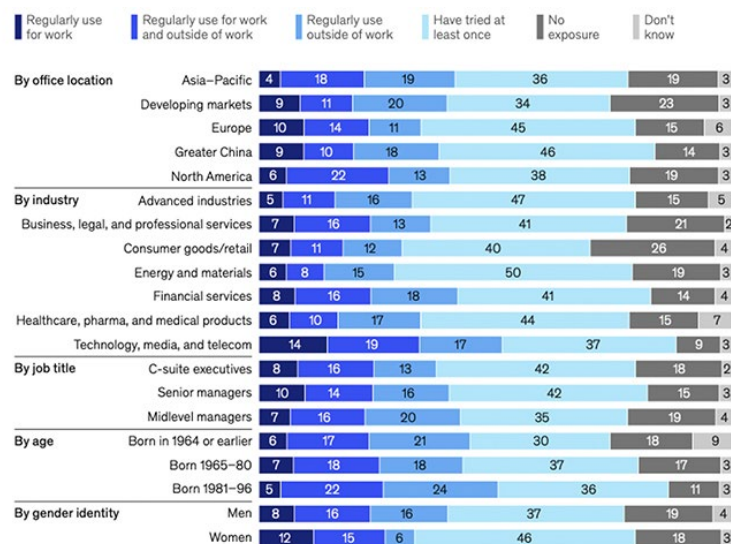


Figura 1. Exposición reportada a herramientas de IA.

Fuente: McKinsey & Company (2023).

En la figura 1 se aprecia que las organizaciones también han adoptado ampliamente la IAG. Un tercio de los encuestados informa que sus organizaciones ya utilizan regularmente la IAG en al menos una de sus funciones, lo que implica que 60 % de las organizaciones que han reportado la adopción de inteligencia artificial está implementando la IAG. Además, 40 por ciento de aquellos que han informado la adopción de inteligencia artificial en sus organizaciones afirma que sus empresas tienen previsto aumentar sus inversiones en inteligencia artificial en general, en parte, gracias a la IAG. Un 28 % de los encuestados indica que el uso de la IAG ya está en la agenda de su junta directiva.

Las funciones comerciales que más comúnmente emplean estas nuevas herramientas son las mismas en las que el uso de la inteligencia artificial es más frecuente en general: marketing y ventas, desarrollo de productos y servicios, así como operaciones de servicio, que incluyen atención al cliente y soporte de oficina. Esto sugiere que las organizaciones están adoptando estas nuevas herramientas en áreas donde se espera un mayor valor.

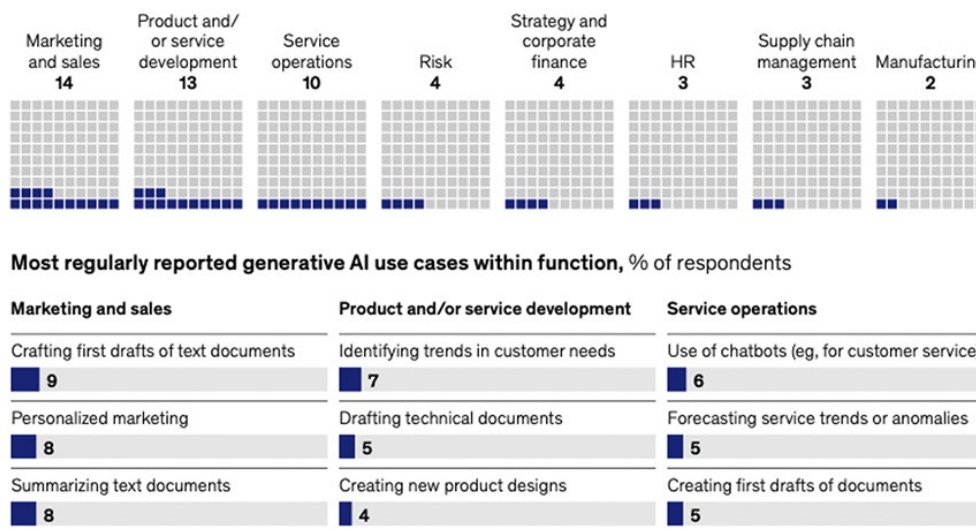


Figura 2. Usos más comunes de las herramientas de IAG.

Fuente: McKinsey & Company (2023).

La figura 2 muestra que las expectativas en torno al impacto de la IAG son considerablemente altas. Tres cuartas partes de los encuestados anticipan que la IAG causará cambios significativos o disruptivos en la naturaleza de la competencia en sus respectivas industrias en los próximos tres años. Es relevante destacar que los encuestados que laboran en las industrias de tecnología y servicios financieros son los que manifiestan las expectativas más pronunciadas en cuanto a cambios disruptivos impulsados por la IAG.

La investigación previa evidencia que, aunque es probable que todas las industrias experimenten cierto grado de disrupción, la magnitud del impacto es propensa a variar. Las industrias que dependen en mayor medida del trabajo basado en el conocimiento son más propensas a experimentar una disrupción más marcada y, por consiguiente, a cosechar un mayor valor. De acuerdo con las estimaciones de McKinsey & Company (2023), las empresas tecnológicas, de forma predecible, están posicionadas para experimentar el mayor impacto derivado de la IAG, lo que podría traducirse en un valor adicional equivalente a un máximo de 9 por ciento de los ingresos globales de la industria.

Las industrias orientadas al conocimiento, como la banca (hasta 5 %), productos farmacéuticos y dispositivos médicos (también hasta 5 %) y la educación (hasta 4 %), también podrían experimentar efectos significativos. En contraste, las industrias basadas en la manufactura, como la aeroespacial, automotriz y electrónica avanzada, podrían enfrentar disrupciones de menor intensidad. Este contraste, con respecto al impacto de olas tecnológicas anteriores, que afectaron principalmente a la manufactura, se debe a las fortalezas de la IAG en actividades basadas en el lenguaje en lugar de aquellas que requieren trabajo físico.

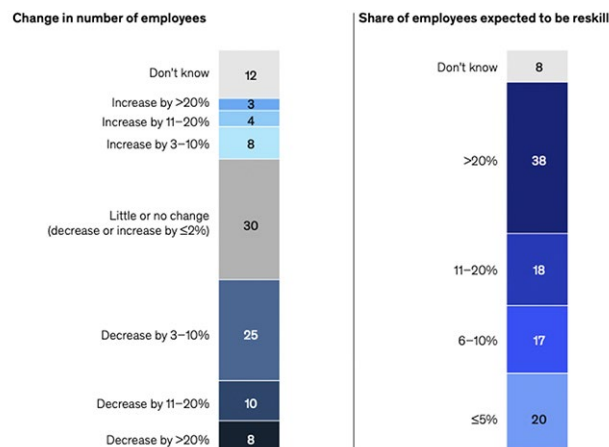


Figura 3. Expectativas del impacto de la adopción de IA en las fuerzas laborales.

Fuente: McKinsey & Company (2023).

La figura 3 muestra el enfoque que se les otorga a las operaciones de servicio dentro de las empresas. Como puede apreciarse, la IA se emplea para diagnosticar o identificar las necesidades de los clientes, de acuerdo con una base más predictiva o de simulación para el mercado. Es fundamental señalar que, aun cuando se usa la IA para este análisis, las organizaciones deben considerar las aportaciones de sus colaboradores, para hacer de esta observación de datos, un proceso más creativo y sólido para las empresas.

Esto coadyuvará a minimizar la reducción en el tamaño de la fuerza laboral en sus respectivas organizaciones.

Este hallazgo se alinea generalmente con las conclusiones del reporte reciente de la firma McKinsey & Company (2023): si bien la irrupción de la IAG ha elevado la estimación del porcentaje de actividades laborales que podrían ser automatizadas (del 60 al 70 %, en contraste con el 50 % anterior), esto no necesariamente implica la automatización completa de una función laboral en su totalidad.

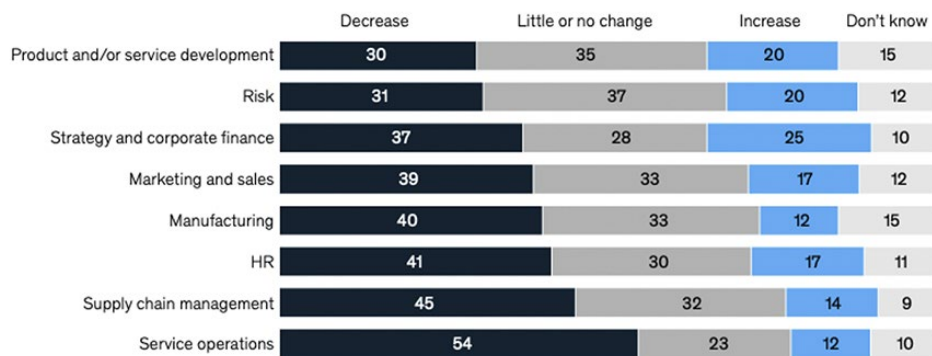


Figura 4. Efecto de la adopción de la IAG en el número de empleados.

Fuente: McKinsey & Company (2023).

La figura 4 muestra que en el ámbito de la IA se anticipa que las organizaciones líderes llevarán a cabo niveles considerablemente más elevados de reentrenamiento de habilidades, en comparación con otras empresas. Los encuestados pertenecientes a las organizaciones analizadas por McKinsey & Company (2023) presentan una probabilidad superior a tres veces en comparación con sus pares en afirmar que sus respectivas empresas llevarán a cabo el reentrenamiento de más de 30 % de su fuerza laboral en los próximos tres años como consecuencia de la adopción de la IA.

Industria 4.0 e IA en México e implicaciones empresariales

La implementación de la Industria 4.0 y la manufactura inteligente presenta desafíos significativos, entre los que destacan las preocupaciones relacionadas con la seguridad de los datos generados, ya que la integración de tecnologías avanzadas conlleva riesgos potenciales que deben abordarse de manera efectiva.

Además, el proceso de transformación requiere una inversión sustancialmente alta en tecnología, lo que puede ser un obstáculo para algunas organizaciones. La capacitación

y desarrollo de competencias del personal también se erigen como un reto, dado que los trabajadores deben adquirir habilidades en áreas, tales como: el manejo y análisis de datos, la producción asistida por computadora, simulación en línea, programación y mantenimiento predictivo, entre otros (Ynzunza-Cortés *et al.*, 2017).

En el contexto específico de México, la adopción de la digitalización está en una fase incipiente. Esto se debe a desafíos como la brecha tecnológica, la falta de conectividad en el internet de las cosas (IoT), así como preocupaciones sobre la ciberseguridad y la disponibilidad de talento especializado, entre otros obstáculos (Ynzunza-Cortés *et al.*, 2017). La siguiente tabla concentra las principales consecuencias que la IA incorpora, tanto en las operaciones, como en las decisiones del empleo para las organizaciones en México.

Tabla 1. Implicaciones para los negocios en México relacionados con la IA.

Consecuencias en las operaciones	Consecuencias en el empleo
<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en el tipo de productos de físico a digitales conectados. • Mayores niveles de integración de la organización y el entorno. • Redes de trabajo que crean valor. • Infraestructura y servicios compartidos en la nube. • Cadenas de suministro inteligentes y globales. • Modelos de negocio basados en servicios en la nube, logística y distribución. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos esquemas de colaboración e infraestructuras sociales. • Otras formas de interacción hombre-máquina. • Perfiles de puesto altamente especializados. • Procesos de trabajo más complejos. • Trabajo más flexible. • Ambientes de trabajo asistidos y dependientes de la tecnología. • Requerimientos para el manejo de tecnologías digitales, robots, programación y analítica como competencias transversales.

Fuente: Adaptado de Ynzunza-Cortés *et al.* (2017).

A pesar de estos desafíos, es esencial que se realicen esfuerzos sostenidos para fortalecer la adopción de la Industria 4.0 y la manufactura inteligente en México, ya que representan un camino, tanto para la mejora de la competitividad y la innovación en el entorno empresarial, como para la economía del país. De ello se concluye la importancia de transitar hacia la adopción de estas tecnologías para la competitividad de las pymes y la necesidad de recurso humano especializado para su desarrollo e implementación (Ynzunza-Cortés *et al.*, 2017).

La Cuarta Revolución Industrial plantea una serie de desafíos pendientes que deben abordarse de manera integral. Uno de estos desafíos es la capacitación de la fuerza laboral actual. La implementación de sistemas ciberfísicos y tecnologías avanzadas traerá consigo la pérdida de empleos en ciertos sectores, mientras que surgirán nuevas oportunidades laborales. Sin embargo, es probable que la proporción de empleos perdidos supere a las plazas disponibles, lo que podría generar inestabilidad social (Mejía-Huidobro, 2020).

Un aspecto importante para considerar es que las nuevas tecnologías no sólo requieren especialización en un campo específico, sino también la capacidad de resolver problemas utilizando conocimientos variados y haciendo un uso inteligente de la información disponible a través de internet (Mejía-Huidobro, 2020). Esto se alinea con la idea de que la versatilidad y la adaptabilidad se convierten en habilidades cruciales que deben adoptarse para un mundo laboral que está en constante evolución, como señalan Ynzunza-Cortés *et al.* (2017) y Sachon (2017).

En resumen, la Cuarta Revolución Industrial plantea retos significativos, incluida la preparación de la fuerza laboral para una economía cada vez más tecnológica. A medida que se automatizan ciertas tareas, es esencial fomentar la adquisición de habilidades que permitan a las personas adaptarse a un entorno laboral en constante cambio (Mejía-Huidobro, 2020).

Metodología

El objetivo de la presente investigación es relacionar los conceptos de Industria 4.0 e IA para identificar las implicaciones inmediatas en los puestos de trabajo en la pymes mexicanas.

En seguimiento al concepto propuesto por Tancara (1993), esta investigación es de tipo documental, en la cual el análisis sistémico del objeto de estudio se erige como el método más eficaz en la búsqueda de una comprensión profunda y exhaustiva de la materia en cuestión. En este contexto, la teorización desempeña un papel fundamental, cumpliendo dos propósitos esenciales. Por un lado, permite esclarecer y definir de manera precisa el problema objeto de estudio, lo cual es un paso esencial para su posterior análisis. Por otro lado, se orienta hacia la identificación de una respuesta explicativa a la interrogante planteada por el problema, contribuyendo así a la generación de conocimiento (Tancara, 1993). Sin embargo, este enfoque teórico inicial es, por sí solo, insuficiente para alcanzar una comprensión completa.

Para enriquecer y perfeccionar tanto el tema de investigación como el problema y su respectiva respuesta explicativa, es imperativo llevar a cabo un proceso de refinamiento. Este proceso se materializa a través de la selección y búsqueda de información relevante contenida en documentos. En este caso, consideramos nuclear el reporte *McKinsey Global Surveys: The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year* para entender las implicaciones laborales para empresas en el mundo y aproximarlas al contexto descrito de México en el que operan las pymes.

La investigación documental empleada en este trabajo comprende, por tanto, una serie de métodos y técnicas destinados a la localización, procesamiento y almacenamiento de

la información que se encuentra en diferentes fuentes documentales. Además, su aplicación conlleva la presentación de esta información de manera sistemática, coherente y respaldada por argumentos sólidos en el marco de un documento científico. Este procedimiento se convierte en una fase crucial del proceso de investigación, ya que proporciona la base sólida sobre la cual se construye el cuerpo del conocimiento científico (Tancara, 1993).

Discusión

Considerando los elementos tanto globales de la Industria 4.0 y la IAG así como el contexto mexicano descrito, y en el mismo sentido de las investigaciones de varios autores (Younus, 2022; Borah *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2016; Rawashdeh, 2023; Kumar *et al.*, 2022) se pueden enumerar las siguientes posibilidades para las pymes que emplean IAG:

1. Exposición hacia la IA.

La implementación de la IAG en áreas clave como marketing y ventas, desarrollo de productos y servicios, atención al cliente y soporte de oficina puede empoderar a las pymes para ser más eficientes, personalizadas y competitivas en el mercado actual. Esto les permitirá liberar tiempo y recursos que pueden ser reinvertidos en el crecimiento y la expansión del negocio.

Vistas las funciones comerciales que más comúnmente emplean las nuevas herramientas de IAG, las pymes que se dediquen a proveer esos servicios a sus clientes ya sean consumidores individuales o empresariales lograrán posicionarse dentro de la élite empresarial del 9% con mayor ventaja.

2. Áreas de uso de IA.

La adopción de IAG en áreas como marketing, ventas, desarrollo de productos y servicios, y operaciones de servicio puede impulsar la eficiencia, la personalización, la toma de decisiones basada en datos y la competitividad de las pymes. Además, puede liberar tiempo y recursos que las pymes pueden invertir en su crecimiento y expansión, lo que las coloca en una posición más sólida en el mercado.

Particularmente en un entorno como México, es importante el impulso que el uso de estas tecnologías confiere a áreas como competitividad, innovación, creatividad y escalabilidad.

3. Capacitación en IA de las fuerzas laborales de pymes.

La capacitación en IA no sólo es importante para aprovechar las ventajas de esta tecnología, sino también para mantenerse competitivo, mejorar la productividad

y garantizar que los empleados estén preparados para los desafíos tecnológicos en constante evolución; además, ayuda a las pymes a utilizar la IA de manera efectiva y ética, lo que es esencial en el entorno empresarial actual.

Particularmente en el entorno mexicano, dichas capacidades abonarían en lo concerniente a la mejora de la productividad y eficiencia, toma de decisiones informadas y atracción y retención de talento.

4. Decrecimiento de fuerza laboral en pymes.

La disminución de la plantilla laboral en las pymes gracias a la IA puede tener ventajas en ciertos contextos, pero es importante señalar que este proceso debe llevarse a cabo de manera estratégica y ética. Entre los beneficios se pueden identificar la eficiencia operativa, la reducción de costos, una mayor agilidad, mayor calidad y precisión, competitividad, enfoque en la creatividad y la innovación.

Sin embargo, es fundamental abordar este proceso de reducción de la plantilla laboral con responsabilidad. Las pymes deben considerar la reasignación de empleados a roles más estratégicos, proporcionar oportunidades de formación y reciclaje de habilidades para los trabajadores afectados, y garantizar que la automatización sea ética y equitativa. La disminución de la plantilla laboral no debe resultar en la pérdida de empleos sin alternativas adecuadas para los trabajadores. La IA debe utilizarse como una herramienta para mejorar la eficiencia y el crecimiento de las pymes en lugar de eliminar empleos de manera indiscriminada.

Conclusiones

En este trabajo se ha abordado la relación que guarda la Industria 4.0, la IA y las pymes en el contexto mexicano. Tras el análisis documental se pudieron derivar las siguientes implicaciones para su funcionamiento. En primer lugar, respecto a la exposición a la IA se sugiere que la implementación de la IAG en áreas como marketing, ventas, desarrollo de productos, atención al cliente y soporte de oficina puede hacer que las pymes sean más eficientes y competitivas. Esto les permite aprovechar ventajas en áreas de negocio clave y liberar recursos para reinvertir en su crecimiento.

En segundo término, con relación a las áreas de uso de IA se propone que la adopción de la IA en áreas como marketing, ventas, desarrollo de productos y servicios, y operaciones de servicio puede impulsar la eficiencia, personalización y toma de decisiones basadas en datos en las pymes. Esto las fortalecerá en el mercado y les permitirá expandirse y crecer. En tercera instancia, se menciona en relación con la capacitación en IA de las fuerzas laborales de las pymes, que ésta es crucial para mantener la competitividad,

mejorar la productividad y garantizar que los empleados estén preparados para los desafíos tecnológicos en constante cambio. Esto es especialmente relevante en el contexto mexicano y puede impulsar la productividad, la toma de decisiones informadas y la retención de talento.

Finalmente, como cuarto punto se indica que, para el decrecimiento de fuerza laboral en las pymes, la disminución estratégica de la plantilla laboral a través de la IA puede llevar a una mayor eficiencia, reducción de costos, agilidad, calidad y competitividad. Sin embargo, este proceso debe ser gestionado con responsabilidad, considerando la reasignación de empleados en determinados puestos de trabajo y proporcionando oportunidades de formación y reciclaje de habilidades para los trabajadores afectados. Ante todo, las decisiones al respecto deben priorizar la potencialización del talento mediante el uso de la IA y la reubicación del personal en otras áreas de la organización que generen mayor añadido antes que la mera eliminación del elemento humano con fines de reducción de costos.

En resumen, las pymes que aprovechan la IA pueden obtener ventajas significativas en términos de eficiencia, competitividad y capacidad de adaptación. La capacitación en IA es esencial para que los empleados se adapten a estos cambios y aprovechen al máximo la tecnología. La disminución de la plantilla laboral puede ser beneficiosa, pero debe realizarse de manera ética y estratégica para garantizar la equidad y la responsabilidad hacia los trabajadores.

Finalmente, es menester mencionar también algunos retos para las pymes en torno al desarrollo de la Industria 4.0 y la IA como son los altos costos, la falta de conocimientos técnicos (alfabetización digital), la seguridad de los datos y la integración de la IA con los sistemas preexistentes. Para trabajos futuros, es posible indagar acerca de la madurez digital en las pymes y las propuestas que pudieran adaptarse incluso por sector productivo.

Referencias

- Arredondo-Hidalgo, M.G. y Caldera-González, D.C. (2023). La industria 4.0 como una alternativa de economía inclusiva. Un estudio en pymes guanajuatenses. En *Vulnerabilidades y nuevas demandas sociales: Un enfoque interdisciplinar desde las organizaciones* (pp. 185-198). Editorial Dykinson.
- Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., y Vocke, C. (2015). Transforming to a Hyper-connected Society and Economy – Towards an “Industry 4.0”. *Procedia Manufacturing*, 3, 417-424. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.200>.
- Borah, S., Kama, C., Rakshit, S., y Vajjhala, N. R. (2022). Applications of Artificial Intelligence in Small-and Medium-Sized Enterprises (SMEs). En P. Kumar, A. Kumar, P. Barsocchi y V. C. de Albuquerque (eds.) *Cognitive Informatics and Soft Computing* (pp. 717-726). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-8763-1_59.

- Cooper, J. y James, A. (2009). Challenges for database management in the internet of things. *IETE Technical Review*, 26(5), 320-329. <https://doi.org/10.4103/0256-4602.55275>.
- Kumar, M., Raut, R. D., Mangla, S. K., Ferraris, A., y Choubey, V. K. (2022). The adoption of artificial intelligence powered workforce management for effective revenue growth of micro, small, and medium scale enterprises (MSMEs). *Production Planning & Control*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2131620>.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.
- McKinsey & Company (2023). *McKinsey Global Surveys: The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year*. McKinsey Global Publishing. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year>.
- Mejía-Huidobro, M. A. M., Vera, A. D. C., y Aranda, M. M. (2020). Estrategias del sector público y privado para la implementación de la Industria 4.0 en México. UPIICSA. *Investigación Interdisciplinaria*, 6(1), 13-31. <https://www.ruii.ipn.mx/index.php/RUII/article/view/74>.
- Mosconi, F. (2015). *The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance*. Routledge. <https://www.routledge.com/The-New-European-Industrial-Policy-Global-Competitiveness-and-the-Manufacturing/Mosconi/p/book/9780367599102>.
- Pérez, F., Irisarri, E., Orive, D., Marcos, M., y Estévez, E. (2015). A CPPS Architecture approach for Industry 4.0. *IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ETFA.2015.7301606>.
- Rawashdeh, A., Bakhit, M., y Abaalkhail, L. (2023). Determinants of artificial intelligence adoption in SMEs: The mediating role of accounting automation. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 25-34. DOI: [10.5267/j.ijdns.2022.12.010](https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.12.010).
- Roblek, V., Meško, M. y Krapež, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open*, 2(6), 1-11. <https://doi.org/10.1177/2158244016653>.
- Sachon, M. (2017). Los cinco puntales de la cadena de valor en la industria 4.0. *IESE Insight*, (33), 15-23. <https://doi.org/10.15581/002.ART-3012>.
- Santos, K., Loures, E., Piechnicki, F. y Canciglieri, O. (2017). Opportunities Assessment of Product Development Process in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 1358-1365. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.265>.
- Sommer, L. (2015). Industrial Revolution—Industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8, 1512-1532. DOI: [10.3926/jiem.1470](https://doi.org/10.3926/jiem.1470).
- Tancara, C. (1993). La investigación documental. *Temas Sociales*, (17), 91-106. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29151993000100008&lng=es&tlng=es.
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D. y Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158-168. <https://doi.org/10.1016/j.com-net.2015.12.017>.
- Ynzunza-Cortés, C. B., Landeta, J. M. I., Chacón, J. G. B., Pereyra, F. A. y Osorio, M. L. (2017). El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia tecnológica*, (54). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006>.
- Younus, A. M. (2022). *The Effect of Artificial Intelligence on Job Performance in China's Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs)*. OSF Preprints, Center for Open Science. DOI: [10.31219/osf.io/qg8x7](https://doi.org/10.31219/osf.io/qg8x7).