

Vol 03, No. 02

JULIO – DICIEMBRE 2024

ISSN: 2810 - 8914 (EN LÍNEA)

GESTIÓN DE OPERACIONES INDUSTRIALES

Revista de Ingeniería Industrial con Enfoque en la Industria 4.0



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

GESTIÓN DE OPERACIONES INDUSTRIALES

Revista de Ingeniería Industrial con enfoque en la Industria 4.0

Vol. 03, N° 02, Julio - Diciembre 2024

Editado en Diciembre 2024

ISSN: 2810 - 8914 (En línea)

URL: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND>

Email: goi4.0@unitru.edu.pe

© Universidad Nacional de Trujillo

Facultad de Ingeniería, Trujillo

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Av. Juan Pablo II S/N – Ciudad Universitaria, Trujillo, La Libertad, Perú.

EDITORES:

Dr. Luis Alberto Benites Gutiérrez 
Universidad Nacional de Trujillo
Av. Juan Pablo II, km 4.6 - 13011
Trujillo (Perú)
Correo-e: lbenites@unitru.edu.pe

Dr. Joe Alexis González Vásquez 
Universidad Nacional de Trujillo
Av. Juan Pablo II, km 4.6 - 13011
Trujillo (Perú)
Correo-e: jgonzalezv@unitru.edu.pe

COMITÉ EDITORIAL:

Dr. Claudio Ruff, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago (Chile) 
Dra. Purificación Galindo Villardón, Universidad de Salamanca, Salamanca (España) 
Dr. Rafael Espinosa Mosqueda, Universidad de Guanajuato, Guanajuato (México) 
Dr. Marcelo Ruiz Toledo, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago (Chile) 
Dr. Orivel Jackson Buchelli Perales, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo (Perú) 
Dr. Segundo Seijas Velásquez, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo (Perú) 
Dr. Alexis Matheu Pérez, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago (Chile) 
Dr. Iván Martín Olivares Espino, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo (Perú) 
Dr. Joel David Vargas Sagastegui, Universidad San Martín de Porres, Lima (Perú) 
Dr. Alex Ruiz Torres, Universidad de Puerto Rico, San Juan (Puerto Rico) 
Dr. Segundo Castro Gonzáles, Universidad de Puerto Rico, San Juan (Puerto Rico) 
Dr. Edgar D. Ramos, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima (Perú) 
Dr. Jorge Luis Rojas Arce, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 
(México)

CRÉDITOS

REVISTA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CON
ENFOQUE EN LA INDUSTRIA 4.0

GESTIÓN EN OPERACIONES INDUSTRIALES

VOL. 03, N° 02

2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
TRUJILLO**

RECTOR

Dr. Carlos Alberto Vásquez Boyer

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dr. Juan Amaro Villacorta Vásquez

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Guillermo Arturo García Pérez

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Miguel Armando Benites Gutiérrez

DIRECTOR DE LA INVESTIGACIÓN Y ÉTICA

Dr. Juan Carlos Rodríguez Soto

**DIRECTOR DE DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Dr. Hermes Natividad Sifuentes Inostroza

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Dr. Orivel Jackson Buchelli Perales

PRÓLOGO

Con gran satisfacción presentamos el Número 02 del Volumen 03 de la revista *Gestión de Operaciones Industriales con Enfoque en la Industria 4.0*, una publicación que constituye un pilar fundamental para la promoción del conocimiento y la excelencia académica desde la Escuela de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. Esta edición especial es el resultado del compromiso y la gestión del grupo de investigación INCADSU 4.0, cuya misión es impulsar la innovación, el desarrollo tecnológico y la formación de competencias alineadas con los desafíos de la era digital.

En este número, nos enfocamos en un aspecto crucial para la sostenibilidad y competitividad de las organizaciones: las competencias humanas necesarias para prosperar en entornos de la Industria 4.0. Este paradigma, caracterizado por la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT), el big data (BD) y la automatización, ha transformado radicalmente la forma en que las empresas operan, así como las demandas hacia los profesionales que las conforman.

La selección de los trabajos aquí presentados ha sido el resultado de un riguroso proceso de revisión por pares, garantizando así su relevancia y calidad académica. Agradecemos profundamente a los autores, revisores y colaboradores que han hecho posible esta publicación.

Invitamos a nuestros lectores a sumergirse en este número, que no solo ofrece una visión integral sobre las competencias para entornos de la Industria 4.0, sino que también inspira a reflexionar sobre el futuro del trabajo y las oportunidades que este nuevo paradigma nos presenta. Estamos convencidos de que este aporte será de gran utilidad tanto para académicos como para profesionales interesados en mantenerse a la vanguardia de la revolución industrial.

Con la esperanza de que encuentren este contenido valioso e inspirador, les extendemos nuestra gratitud por ser parte de esta travesía hacia la excelencia y la innovación.

Comité Editorial
Diciembre, 2024

ESTRATEGIAS DE RECURSOS HUMANOS PARA PROMOVER LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO EN EMPRESAS QUE ADOPTAN TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

PGS. 09 - 23

Autores

Guevara Chávez Brandon Jheling

Marcos Moreno Israel André

Nizama Agurto Jefry Jair

Polo García José Julián

Sánchez Nieves Juan Josué

IMPACTO DE LA ADOPCIÓN DE COMPETENCIAS DIGITALES Y TECNOLÓGICAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA PRODUCTIVIDAD, EMPLEABILIDAD, INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA EN SECTORES INDUSTRIALES: UN ANÁLISIS COMPARATIVO CON COMPETENCIAS LABORALES TRADICIONALES

PGS. 24 - 37

Autores

Anticona Hoyos Heyson Alberto

Castillo García Nelson Jhoel

Gutiérrez Izquierdo Adriana Cristina

Loyola López Vicky Aleri

Rojas Acuña Karen



TABLA DE



PERFIL DE COMPETENCIAS Y HABILIDADES DE LOS TRABAJADORES BAJO LA INDUSTRIA 4.0

PGS. 38 - 50

Autores

Ambrocio Vilca Víctor Diego
Aredo Cruz Elvis Giancarlo
Castillo Villalobos Daniel Eduardo
Cortijo Rodríguez Willy
Quipuzco Sánchez Fabricio Stefano

LA EVOLUCIÓN DEL ENTORNO LABORAL DURANTE LA INDUSTRIA 4.0

PGS. 51 - 60

Autores

Mendez Mantilla Luis Alberto
Castillo Albites Jonathan S.
Hilario Casimiro Ronal O.
Ferrer Varas Pool Anthony
Silva Guevara Jefferson Steve

REALIDAD AUMENTADA PARA MEJORAR COMPETENCIAS LABORALES

PGS. 61 - 75

Autores

Huamán Torres Moisés David
Joaquín Díaz Martha Sofía
Liza Marroquín Cristhian Daniel
Ugarte Aguirre José Michell
Viera Baca Nick Alexis

CONTENIDOS

**HUMAN RESOURCE
STRATEGIES TO PROMOTE
ADAPTATION TO CHANGE IN
COMPANIES ADOPTING
INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES:
A LITERATURE REVIEW**

PGS. 09 - 23

Authors

Guevara Chávez Brandon Jheling
Marcos Moreno Israel André
Nizama Agurto Jefry Jair
Polo García José Julián
Sánchez Nieves Juan Josué

**IMPACT OF THE ADOPTION OF
DIGITAL AND TECHNOLOGICAL
COMPETENCIES OF INDUSTRY
4.0 ON PRODUCTIVITY,
EMPLOYABILITY, INNOVATION,
AND ECONOMIC
SUSTAINABILITY IN INDUSTRIAL
SECTORS AND SMES: A
COMPARATIVE ANALYSIS WITH
TRADITIONAL LABOR
COMPETENCIES**

PGS. 24 - 37

Authors

Anticona Hoyos Heyson Alberto
Castillo García Nelson Jhoel
Gutiérrez Izquierdo Adriana Cristina
Loyola López Vicky Aeri
Rojas Acuña Karen



TABLE OF



PROFILE OF SKILLS AND SKILLS OF WORKERS UNDER INDUSTRY 4.0

PGS. 38 - 50

Authors

Ambrocio Vilca Víctor Diego
Aredo Cruz Elvis Giancarlo
Castillo Villalobos Daniel Eduardo
Cortijo Rodríguez Willy
Quipuzco Sánchez Fabricio Stefano

THE EVOLUTION OF THE WORK ENVIRONMENT DURING INDUSTRY 4.0

PGS. 51 - 60

Authors

Mendez Mantilla Luis Alberto
Castillo Albites Jonathan S.
Hilario Casimiro Ronal O.
Ferrer Varas Pool Anthony
Silva Guevara Jefferson Steeve

AUGMENTED REALITY TO IMPROVE JOB SKILLS

PGS. 61 - 75

Authors

Huamán Torres Moisés David
Joaquín Díaz Martha Sofía
Liza Marroquín Cristhian Daniel
Ugarte Aguirre José Michell
Viera Baca Nick Alexis

Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Realidad aumentada para mejorar competencias laborales

Augmented reality to improve job skills

Moisés Huamán Torres^{1*} , Martha Joaquin Díaz¹ , Cristhian Liza Marroquín¹ , José Ugarte Aguirre¹ , Nick Viera Baca¹ 

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

*Autor de correspondencia: t011301420@unitru.edu.pe

RESUMEN

El enfoque del estudio se centró en cómo la RA está transformando la formación profesional, optimizando habilidades técnicas, mejorando la eficiencia en el ámbito laboral. Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices de la declaración PRISMA 2020. La investigación incluyó 25 artículos relevantes obtenidos de Scopus (15), SciELO (7) y Google Scholar (3). Se utilizaron herramientas como Mendeley para la gestión bibliográfica y VOSviewer para el análisis bibliométrico de términos clave. La síntesis narrativa se empleó para integrar hallazgos cualitativos y cuantitativos. La realidad aumentada (RA) muestra un impacto positivo en el desarrollo de competencias laborales, mejorando habilidades técnicas y blandas, seguridad y eficiencia en sectores clave como manufactura, salud y educación. También reduce costos de capacitación y facilita simulaciones inmersivas, aunque enfrenta desafíos como costos altos y resistencia al cambio. La RA es una herramienta innovadora que potencia la competitividad organizacional y responde a las demandas de la Industria 4.0. A pesar de sus beneficios, su adopción está limitada por costos y barreras culturales, requiriendo colaboración entre academia, industria y tecnología para ampliar su acceso y evaluar su impacto a largo plazo.

Palabras Clave: *Realidad aumentada, Competencias laborales, Capacitación profesional, Industria 4.0, Transformación digital, Aprendizaje inmersivo, Simulaciones virtuales, Innovación tecnológica, Formación personalizada, Seguridad laboral.*

ABSTRACT

The study focuses on how AR is transforming professional training, enhancing technical and soft skills, and improving efficiency and safety in the workplace. A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. The research included 25 relevant articles sourced from Scopus (15), SciELO (7), and Google Scholar (3). Tools such as Mendeley were used for bibliographic management, and VOSviewer was employed for bibliometric analysis of key terms. A narrative synthesis was applied to integrate qualitative and quantitative findings. Augmented reality (AR) positively impacts job skill development, enhancing technical and soft skills, safety, and efficiency in sectors like manufacturing, healthcare, and education. It reduces training costs and enables immersive simulations but faces challenges like high costs and resistance to change. AR is an innovative tool that boosts organizational competitiveness and meets Industry 4.0 demands. Despite its benefits, adoption is limited by costs and cultural barriers, requiring collaboration among academia, industry, and technology to expand access and assess long-term impacts.

Keyword: *Augmented reality, Job skills, Professional training, Industry 4.0, Digital transformation, Immersive learning, Virtual simulations, Technological innovation, Personalized training, Workplace safety.*

1. Introducción

La tecnología de realidad aumentada (RA) se ha consolidado como una de las herramientas más innovadoras para el desarrollo de competencias laborales, redefiniendo la forma en que los trabajadores adquieren, perfeccionan y aplican sus habilidades en diversos entornos profesionales. Al integrar elementos virtuales en escenarios reales, la RA permite la creación de experiencias inmersivas que fortalecen la interacción y el aprendizaje, haciendo que la capacitación sea más dinámica y efectiva [1]. Este enfoque no solo facilita el desarrollo de habilidades técnicas, sino que también optimiza la formación en habilidades blandas, como la comunicación, la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

En el marco de la Industria 4.0, la RA se presenta como una solución clave para abordar los desafíos de la transformación digital en los sectores productivos. Esta tecnología permite a las organizaciones mejorar su competitividad y reducir los costos asociados a procesos tradicionales de capacitación, mientras se incrementa la seguridad laboral y la retención de conocimientos entre los empleados [2]. En sectores como la manufactura, la salud, la minería y la educación, su impacto es evidente, al ofrecer simulaciones controladas que permiten practicar tareas críticas sin exponer a los trabajadores a riesgos reales [3].

Asimismo, el uso de RA ha demostrado su capacidad para mejorar la conciencia situacional, un elemento crucial en entornos laborales complejos, como las operaciones industriales y la gestión de emergencias químicas [4]. Esta tecnología también ha sido clave en la personalización del aprendizaje, al adaptarse a las necesidades específicas de cada trabajador y potenciar su rendimiento en actividades especializadas [5].

Sin embargo, la implementación de la RA no está exenta de desafíos. Entre las principales barreras se encuentran los altos costos iniciales de desarrollo e implementación, la necesidad de formación para su uso adecuado, y la resistencia al cambio por parte de los trabajadores y las organizaciones [6]. Estos obstáculos representan una oportunidad para seguir investigando y desarrollando soluciones que permitan maximizar los beneficios de esta tecnología en el ámbito laboral.

Ante este panorama, resulta fundamental comprender el estado actual del conocimiento sobre la realidad aumentada y su impacto en la mejora de competencias laborales. Por ello, el presente artículo tiene como objetivo analizar la literatura existente sobre este tema, respondiendo a preguntas clave como: ¿cuáles son las aplicaciones más destacadas de la RA en el entorno laboral?, ¿qué beneficios aporta en términos de eficiencia, seguridad y aprendizaje?, y ¿cuáles son los retos y oportunidades asociados con su adopción? A través de esta revisión sistemática, se busca no solo sintetizar las evidencias disponibles, sino también proponer líneas futuras de investigación que contribuyan a una integración más efectiva de la RA en el desarrollo profesional.

2. Metodología

Los investigadores interesados en analizar cómo la realidad aumentada (RA) influye en la adquisición de competencias laborales deben partir de una revisión exhaustiva de la literatura existente en áreas afines, como el entrenamiento basado en tecnología, el aprendizaje inmersivo y el fortalecimiento de habilidades profesionales [7]. En este sentido, se realizó una búsqueda estructurada en diversas bases de datos entre enero de 2020 y noviembre de 2024, utilizando criterios estrictos de selección para asegurar la

relevancia de las investigaciones consideradas. El objetivo principal fue recopilar, evaluar y sintetizar estudios que aportaran información valiosa sobre el tema.

Para asegurar un alto estándar de calidad en el proceso, se aplicaron las directrices metodológicas propuestas por la declaración PRISMA 2020 [8]. Esta metodología promueve un enfoque sistemático, transparente y replicable en el desarrollo de revisiones, garantizando la solidez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Datos

Fuentes de Información

Este estudio se basó en la revisión de artículos académicos extraídos de bases de datos como Scopus, SciELO y Google Scholar. Estas plataformas fueron seleccionadas por su relevancia en la publicación de investigaciones relacionadas con tecnología educativa y la aplicación de realidad aumentada en el ámbito laboral.

Criterios de Elegibilidad

Los criterios utilizados para incluir o excluir estudios se detallan en la Tabla 1. Se consideraron únicamente investigaciones publicadas entre 2020 y 2024 que abordaran de manera directa el impacto de la realidad aumentada en el desarrollo de habilidades laborales. Se descartaron trabajos que no presentaran evidencia empírica o que no estuvieran alineados con los objetivos de esta revisión.

Tabla 1
Criterios de inclusión (CI) y exclusión (CE)

CI - CE	Criterio	Sustento
CI	Tipo de artículo	Artículos de revisión sistemática.
	Tipo de estudio	Investigaciones cuantitativas, cualitativas o mixtas que analicen aplicaciones de realidad aumentada en competencias laborales.
	Tiempo	Estudios publicados entre 2020 y 2024.
	Intervenciones	Investigaciones que incluyan el uso de realidad aumentada en procesos de formación o mejora de habilidades laborales.
	Tipo de acceso	Artículos disponibles en acceso abierto.
	Resultados	Estudios que presenten evidencia empírica sobre la efectividad de la realidad aumentada en el desarrollo de competencias profesionales.
CE	Tipo de artículo	Documentos que no sean revisiones sistemáticas.
	Tipo de estudio	Trabajos que no aborden directamente la temática de realidad aumentada aplicada a competencias laborales.
	Tiempo	Publicaciones anteriores a 2020.
	Intervenciones	Investigaciones sin aplicaciones prácticas de realidad aumentada en contextos laborales o educativos relacionados con competencias.
	Tipo de acceso	Documentos sin disponibilidad pública o de acceso restringido.
	Resultados	Estudios sin datos empíricos o sin conclusiones aplicables al desarrollo de habilidades profesionales a través de realidad aumentada.

Tipo, Alcance y Diseño

El enfoque de esta revisión sistemática fue principalmente descriptivo, combinando análisis cualitativos y cuantitativos. Se utilizó un diseño no experimental para examinar la literatura científica y extraer patrones y tendencias significativas. Este enfoque permitió consolidar información clave sobre el uso de la realidad aumentada como herramienta para fortalecer competencias profesionales.

Procedimientos

Estrategia de búsqueda

Para identificar las publicaciones relevantes, se emplearon términos específicos como “**Augmented Reality**” y “**Augmented Reality to improve job skills**”, aplicados en títulos, resúmenes y palabras clave. Estos términos fueron seleccionados para abarcar investigaciones enfocadas en el uso de la realidad aumentada en el ámbito laboral y en el desarrollo de habilidades profesionales. Las búsquedas se realizaron en bases de datos como Scopus, Scielo y Google Scholar. Se utilizó el operador booleano **OR** para ampliar el alcance de las búsquedas, explorando diversas perspectivas del tema.

Tabla 2

Base de datos y búsqueda sistemática

Bases	Búsqueda sistemática	N°
Scopus	TITLE-ABS-KEY (“Augmented Reality”) OR (“Augmented reality to improve job skills”)	4728
Scielo	(“Augmented Reality”)	11
Google Scholar	TITLE-ABS-KEY (“Augmented Reality”) OR (“Augmented reality to improve job skills”)	1210

Por otro lado, no se consideró el operador **AND** entre términos más específicos, ya que en las pruebas iniciales no arrojó resultados relevantes para este campo de estudio. Por ejemplo, combinaciones como **TITLE-ABS-KEY (“Augmented Reality”) AND (“Job Skills Development”)** no aportaron investigaciones adicionales significativas, evidenciando la necesidad de una búsqueda más amplia y flexible.

Aunque la búsqueda sistemática no incluyó términos más restringidos, como aplicaciones específicas en sectores industriales, la literatura identificada permitió explorar el impacto de la realidad aumentada en diversos contextos profesionales. Estas áreas incluyen manufactura, salud, educación y capacitación técnica, que indirectamente reflejan su influencia en el desarrollo de competencias laborales.

Selección de las publicaciones

El proceso de selección inició con la identificación de un total de 546 publicaciones provenientes de diferentes bases de datos. Después de eliminar 46 registros duplicados, se analizaron 500 publicaciones. En esta etapa inicial, se llevó a cabo un cribado de títulos y resúmenes, descartándose 344 estudios que no cumplían con los criterios de inclusión previamente establecidos. Esto dejó un total de 156 publicaciones que se consideraron para la fase de revisión más detallada.

Posteriormente, se intentó acceder al texto completo de estas 156 publicaciones; sin embargo, no fue posible recuperar 71 de ellas. Por lo tanto, se procedió con 85 estudios, los cuales fueron evaluados exhaustivamente para determinar su elegibilidad. Durante esta evaluación, se excluyeron 60 publicaciones adicionales, principalmente porque no presentaban una relación directa con el uso de la realidad aumentada para mejorar competencias laborales o porque su diseño de estudio no cumplía con los estándares metodológicos requeridos.

Finalmente, se incluyeron 25 estudios para un análisis detallado, que cumplieron con todos los criterios establecidos y presentaron resultados relevantes sobre el impacto de la realidad aumentada en el desarrollo de habilidades laborales (Figura 1).

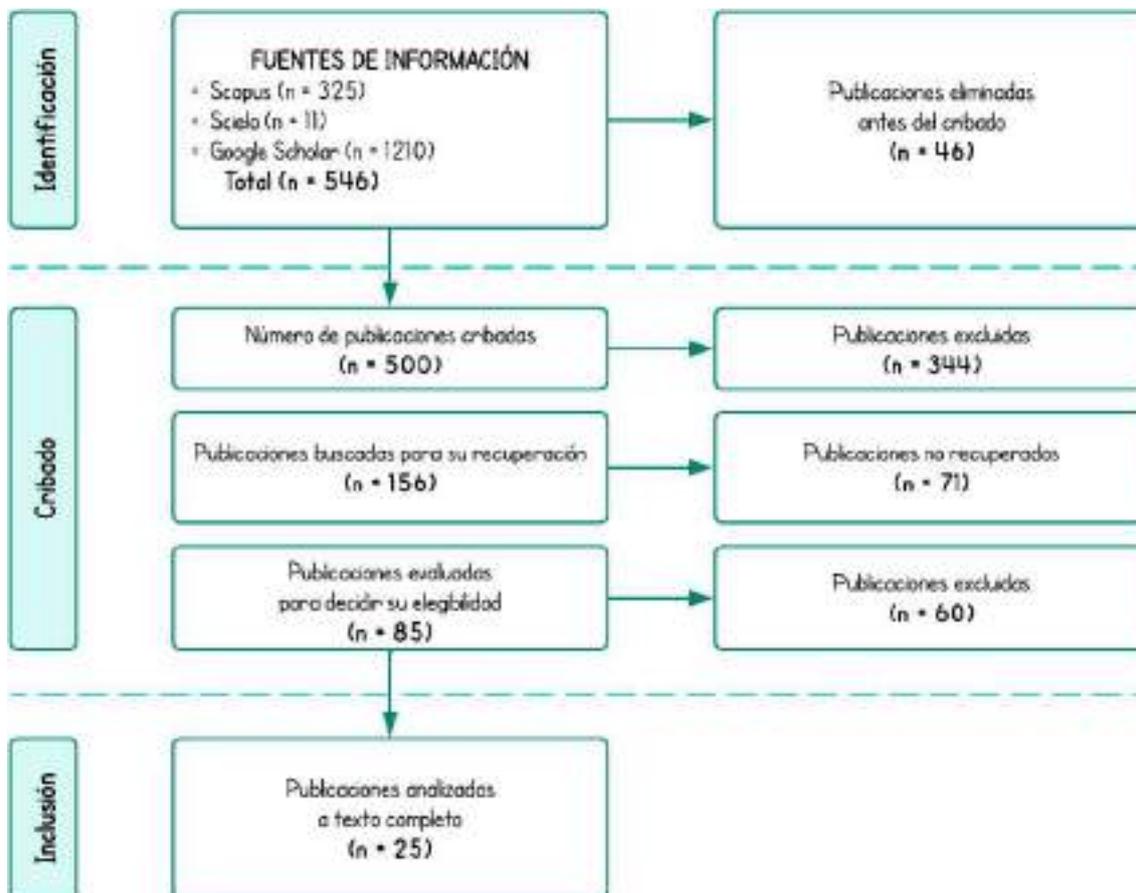


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de publicaciones (Adaptado de Haddaway [30]).

Análisis de datos

Para el análisis de los estudios seleccionados, se empleó Microsoft Excel con el objetivo de organizar y resumir las características principales de las publicaciones.

Extracción de los datos

Para garantizar la precisión y consistencia, se diseñó un formato de recopilación que incluyó variables clave como el año de publicación, origen geográfico, tipo de publicación, área de aplicación y métricas relacionadas con palabras clave, beneficios, desafíos y características destacadas. Esta metodología no solo permitió categorizar los estudios seleccionados, sino también identificar tendencias, patrones emergentes y posibles vacíos en la investigación actual sobre la realidad aumentada en competencias laborales.

Los estudios se agruparon en dos perspectivas principales: la tecnológica, enfocada en las capacidades de las herramientas de realidad aumentada, y la sectorial, que analiza su impacto en áreas como la educación, la industria manufacturera y la minería. Este enfoque dual permitió no solo evaluar la implementación técnica, sino también explorar cómo estas aplicaciones responden a las necesidades específicas de cada sector, destacando áreas con un gran potencial para futuras investigaciones.

Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales

Se implementó un enfoque integral para minimizar el riesgo de sesgo en la selección y evaluación de los estudios. Este proceso incluyó la participación de un equipo

multidisciplinario de investigadores que realizaron evaluaciones independientes de los artículos seleccionados. Las discrepancias se abordaron a través de un análisis colaborativo, garantizando que cada decisión estuviera respaldada por un consenso sólido.

Para optimizar la gestión de referencias y agilizar la extracción de datos, se utilizó el software Mendeley, lo que permitió manejar de manera eficiente grandes volúmenes de información. Este enfoque no solo mejoró la precisión del proceso, sino que también aseguró la objetividad y rigor metodológico, sentando las bases para la validez de los resultados obtenidos en esta revisión.

Integración y Síntesis de Resultados

Dado el carácter diverso de los estudios analizados, se adoptó una síntesis narrativa como método para integrar hallazgos provenientes de enfoques cualitativos y cuantitativos. Este método permitió crear un marco comprensivo y coherente que abarca múltiples perspectivas, facilitando una comprensión holística de cómo la realidad aumentada influye en la formación de competencias laborales. Además, esta estrategia permitió destacar oportunidades de innovación y áreas inexploradas en el uso de la RA para el desarrollo profesional.

Consideraciones éticas

Este estudio se desarrolló bajo estrictos estándares éticos, respetando la privacidad y confidencialidad de los datos utilizados. Aunque no se trabajó directamente con participantes humanos, se revisaron con rigor los estudios incluidos para asegurar que cumplieran con principios éticos en su diseño original. También se tomaron medidas para evitar cualquier posible conflicto de interés, priorizando la transparencia y la integridad científica. Estas acciones reflejan el compromiso del equipo investigador con la excelencia académica y el respeto por las normativas éticas vigentes.

3. Resultados y discusión

Los hallazgos de esta revisión sistemática ofrecen una perspectiva amplia y detallada sobre las publicaciones seleccionadas, permitiendo identificar tendencias clave y patrones emergentes en el uso de la realidad aumentada para el desarrollo de competencias laborales. Tras un proceso exhaustivo de cribado y evaluación, la muestra final incluyó 25 estudios potencialmente elegibles que fueron analizados en texto completo. De estos, 15 correspondieron a Scopus, 7 a SciELO y 3 a Google Scholar (Figura 2).

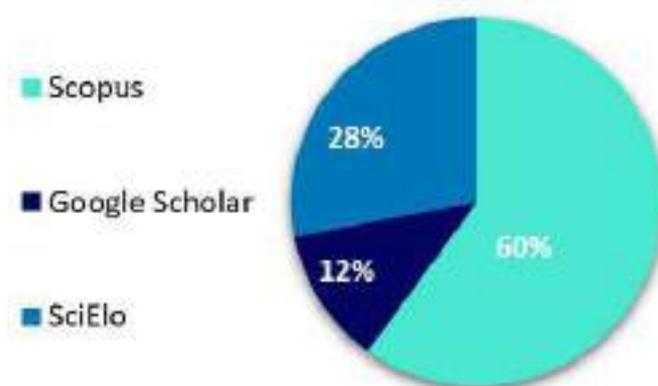


Figura 2. Bases de datos Bibliográficas.

Este análisis detallado no solo permitió mapear el panorama actual de la investigación, sino también resaltar áreas que requieren mayor atención para avanzar en la comprensión y aplicación de la realidad aumentada en diversos contextos laborales.

El análisis de las publicaciones seleccionadas muestra una clara tendencia ascendente en el interés por el uso de la realidad aumentada en la mejora de competencias laborales. En la Figura 3 se detalla la distribución de los estudios por año, evidenciando un crecimiento notable en el número de investigaciones entre 2020 y 2024. Los datos revelan un aumento significativo en 2024, con 11 publicaciones, seguido por 2022 y 2023 con 6 y 4 publicaciones respectivamente. Esto refleja un incremento sostenido en la actividad investigadora, impulsado por el desarrollo acelerado de tecnologías inmersivas y la creciente demanda de soluciones innovadoras en formación profesional.

Este aumento puede atribuirse, en parte, a la evolución de las necesidades del mercado laboral, que requiere trabajadores con habilidades más técnicas y adaptativas, así como al impulso de la Industria 4.0, que fomenta la implementación de tecnologías avanzadas en sectores clave como la manufactura, la minería y la educación [3]. Este contexto ha incentivado tanto a académicos como a empresas a explorar las capacidades de la realidad aumentada, consolidándola como una herramienta crucial para la capacitación en entornos laborales complejos.

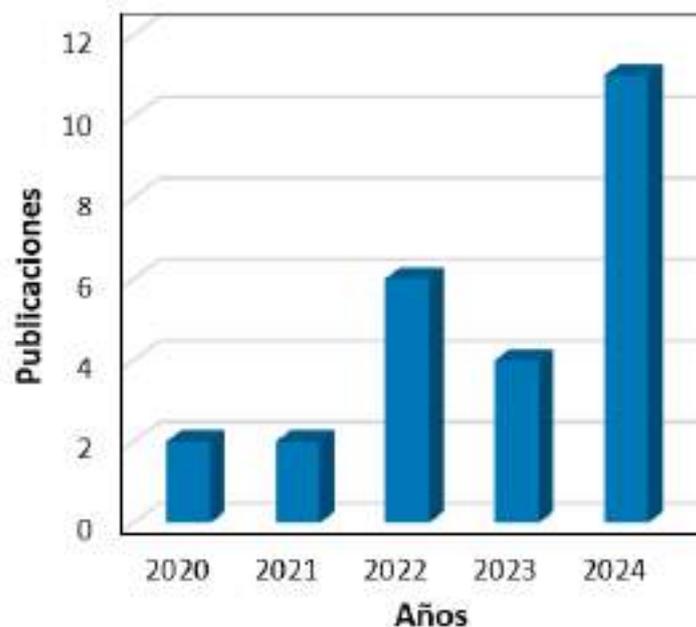


Figura 3. Estudios por año de publicación.

El análisis geográfico de las publicaciones muestra una representación diversa en términos de países que investigan el uso de la realidad aumentada en el desarrollo de competencias laborales. Tal como se detalla en la Figura 4, los países que destacan por el volumen de publicaciones son España y China, con 6 publicaciones cada uno, seguidos de Estados Unidos y Rusia, ambos con 4 estudios.

Estos resultados reflejan la fuerte apuesta de estas naciones por la investigación y el desarrollo tecnológico en este campo. En particular, España y China han demostrado un notable compromiso en promover la adopción de tecnologías inmersivas mediante

políticas públicas orientadas a la digitalización y programas de capacitación innovadores [2]. Asimismo, la sólida infraestructura técnica y la disponibilidad de capital humano especializado en países como Estados Unidos y Rusia refuerzan su posición como líderes en la generación de conocimiento en esta área.

Otros países como Canadá y Sudáfrica también presentan contribuciones significativas, mientras que países como Turquía y Perú comienzan a involucrarse en este campo, lo que evidencia una tendencia global hacia la exploración del potencial de la realidad aumentada para transformar los modelos de formación profesional y académica.

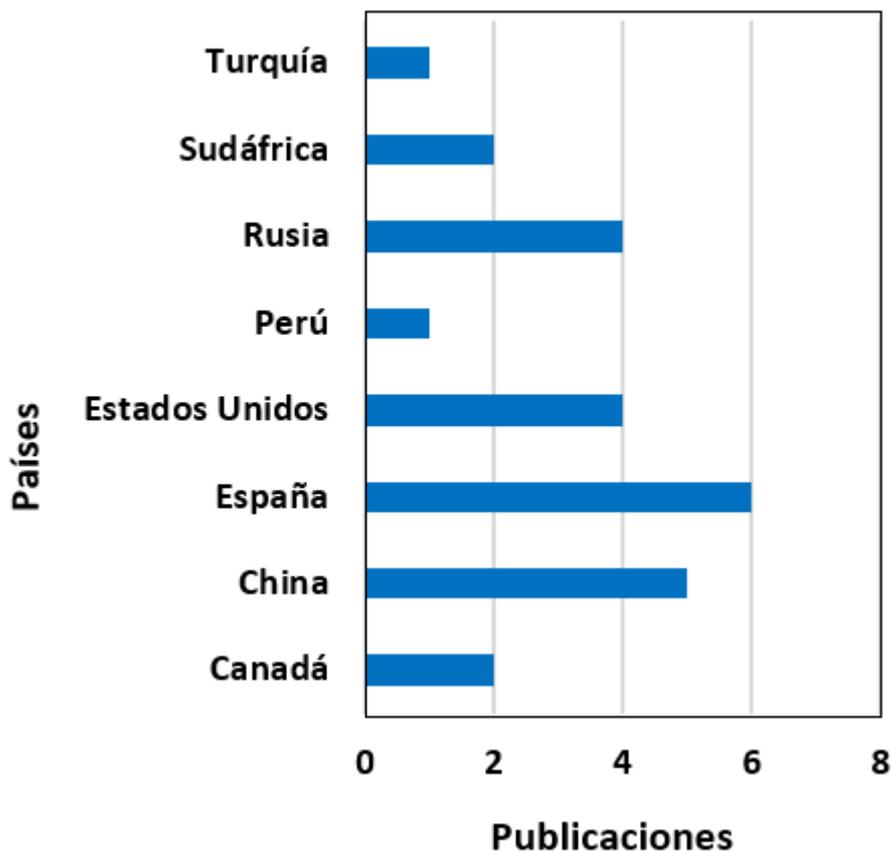


Figura 4. Estudios por país.

La Figura 7 muestra el análisis bibliométrico realizado utilizando el software VOSviewer, basado en las publicaciones seleccionadas. Este análisis evidencia las conexiones conceptuales y temáticas entre términos clave relacionados con la realidad aumentada, resaltando áreas de interés emergente y consolidado en el ámbito del desarrollo de competencias laborales.

El gráfico refleja la prominencia de conceptos centrales como “augmented reality” y “virtual reality”, los cuales están vinculados a una amplia gama de términos asociados, como “Industry 4.0”, “training”, “artificial intelligence”, y “human-computer interaction”. Estas conexiones destacan la diversidad de aplicaciones prácticas de la realidad aumentada, que abarcan desde entornos educativos y la ingeniería hasta su integración en tecnologías avanzadas como el metaverso y los gemelos digitales.

El análisis también identifica clusters temáticos diferenciados, como la educación y la formación profesional, donde conceptos como “students” y “e-learning” subrayan el

Tabla 3
Corpus de documentos sobre la visión general de las aplicaciones de los ecosistemas digitales

Autor y año	R01: ¿Cuál es la situación actual de la realidad aumentada en las competencias laborales?				R02: ¿Cuáles son las características, beneficios y desafíos de implementar realidad aumentada?					
	País	Aplicación en sectores	Área de aplicación	Tecnología disponible	Características	Beneficios			Desafíos	
						Reducción de costos	Mejor aprendizaje y comprensión	Seguridad y salud	Mayor eficiencia	
Castillo et al. [9]	Perú	Manufactura	Identificación de riesgos de SST en SCM	Unity, CAD, WorldComposer, OpenGL, Unreal Engine	Integración con sistemas	↑	-	↑	↑	RC/BHD
Gauthier et al. [10]	Canadá	Minero	Identificación de riesgos de SST	RV	Integración con sistemas	-	-	↑	↑	LD/TDC
Rodríguez et al. [11]	Perú	Manufactura	Identificación de riesgos de SST	RV	Arquitectura de sistema	-	↑	↑	↑	LD
Zabaleta [12]	España	Salud / Educación	Educación de procedimientos de cirugía torácica	Head Mounted Display y simulador de cirugía.	Arquitectura de sistema.	↑	↑	↑	-	TDC/LD
Lee & Ma [13]	República de Corea	Industria química	Respuesta a accidentes químicos	OTS, DCS e IoT	Integración con sistemas	↑	↑	↑	↑	LD
Chih-Hsing et al. [14]	Taiwán	Manufactura	Diseño ergonómico de ambientes	RV y RA	Arquitectura de sistema	-	-	↑	↑	RC/BHD
Ansari et al. [15]	Austria	Manufactura	Determinar las habilidades necesarias para el puesto de trabajo.	RV y RA	Modelo semántico	↑	↑	-	↑	RC/LD
Álvarez et al. [16]	Chile	Servicio	Administración de negocios	RA	Integración con sistemas	-	↑	-	↑	RC
Wu [17]	China	Educación	Educación superior	RV y RA	Integración con sistemas	↑	↑		↑	BD
Lukhele & Laseinde [18]	Sudáfrica	Educación	Educación superior	RV y RA	Integración con sistemas	-	↑	-	-	DB/LD
Castilla et al. [19]	Colombia	Construcción	Identificación del riesgo psicosocial	RV	Integración con sistemas	↑	-	↑	-	TDC
Ortega [20]	Suiza	Manufactura	Formación profesional de competencias	RV, RA, RE	Integración con sistemas	↑	↑	↑	↑	BD/CI

Chan et al. [6]	Malasia	Manufactura	Taller de soldadura	RV y RA	Integración con sistemas	↑	-	-	↑	BD/LD
Kuang et al. [21]	China	Educación	Formación profesional	RA	Integración con sistemas	-	↑	↑	-	BD
Buthlezi [3]	Sudáfrica	Minería	Aprendizaje y capacitación de personal	RE	Integración con sistemas	↑	↑	-	-	RC/BD
Morales & del Cerro [22]	España	Manufactura	Formación técnica profesional	RA	Integración con sistemas	-	↑	↑	-	BD/CI
Vongvit et al. [23]	Tailandia	Manufactura	Mantenimiento de robots	RA	Integración con sistemas	↑	↑	-	↑	BHD/LD
Tuker [24]	Turquía	Educación	Desarrollo de habilidades espaciales	RV y RA	Integración con sistemas	-	↑	-	↑	RC/LD
Vavenkov [25]	Rusia	Minería	Capacitación en seguridad y mantenimiento	RV y RA	Integración con sistemas	-	↑	↑	↑	TDC
Almenara et al. [26]	Ecuador y España	Educación superior	Formación de aptitudes técnicas	RA	Integración con sistemas	↑	↑	-	↑	BD
Guerrero et al. [27]	España	Educación	Formación laboral	RA	Integración con sistemas	-	↑	-	↑	RC, TDC
Pina et al. [28]	Cuba	Educación superior	Formación de aptitudes técnicas	RA	Integración con sistemas	-	↑	-	↑	TDC
Elkin et al. [29]	Colombia	Construcción	Riesgos psicosociales	RV	Integración con sistemas	↑	↑	↑	-	BD/TDC

Beneficios de la implementación de realidad aumentada

La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) han emergido como herramientas transformadoras en el ámbito del desarrollo de competencias laborales, ofreciendo experiencias de aprendizaje inmersivas y prácticas que superan las limitaciones de los métodos tradicionales. Estas tecnologías permiten a los trabajadores interactuar con entornos simulados que replican situaciones del mundo real, facilitando la adquisición de habilidades técnicas y blandas de manera más efectiva.

Uno de los principales beneficios de la RA y la RV es su capacidad para proporcionar un aprendizaje contextualizado. Los empleados pueden practicar tareas específicas en un entorno seguro, lo que reduce el riesgo de errores costosos y mejora la retención del conocimiento. Por ejemplo, en sectores como la manufactura y la salud, la simulación de procedimientos complejos permite a los trabajadores familiarizarse con equipos y protocolos sin las consecuencias de un error en un entorno real.

Además, estas tecnologías fomentan un aprendizaje más atractivo y motivador. La interactividad y el uso de elementos visuales y auditivos en la RA y la RV capturan la atención de los usuarios, lo que puede resultar en una mayor participación y compromiso en el proceso de aprendizaje. Esto es especialmente relevante en la formación de jóvenes profesionales que buscan experiencias educativas dinámicas y relevantes.

Sin embargo, la implementación de la RA y la RV también presenta desafíos. La necesidad de infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación de instructores y la resistencia al cambio por parte de algunos trabajadores son obstáculos que deben ser superados para maximizar el potencial de estas herramientas. A pesar de estos retos, el impacto positivo de la RA y la RV en la mejora de competencias laborales es innegable, ya que contribuyen a la transformación digital de las organizaciones y a la preparación de la fuerza laboral para los desafíos del futuro.

En conclusión, la realidad aumentada y la realidad virtual no solo enriquecen el proceso de aprendizaje, sino que también son fundamentales para el desarrollo de competencias laborales en un mundo laboral en constante evolución. A medida que estas tecnologías continúan avanzando, su integración en la formación profesional se volverá cada vez más crucial para garantizar que los trabajadores estén equipados con las habilidades necesarias para prosperar en la era digital.

Desafíos para la implementación de realidad aumentada

Algunos de los principales desafíos de la implementación de la realidad aumentada y la realidad virtual es la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada (brecha digital), la capacitación de instructores (brecha de habilidades digitales y la transferencia de conocimiento) y la resistencia al cambio por parte de algunos trabajadores. Estos obstáculos deben ser superados para que se pueda sacar el máximo provecho de la RA y RV.

De los 25 artículos, los desafíos más recurrentes fueron la brecha digital y la brecha de habilidades digitales, que estuvieron presentes en 9 de los artículos seleccionados; seguido de resistencia al cambio y transferencia de conocimiento presentes en 7 y 6 artículos respectivamente. Finalmente la brecha de habilidades digitales y las limitaciones del diseño estuvieron en 3 y 2 de los artículos revisados respectivamente.

A pesar de estos retos, el impacto positivo de la RA y la RV en la mejora de las competencias laborales es innegable, ya que contribuyen a la transformación digital de las organizaciones y a la preparación de la fuerza laboral para los desafíos del futuro.

4. Conclusiones

La revisión sistemática realizada evidencia que la RA es una herramienta tecnológica efectiva para el desarrollo de competencias laborales, especialmente en sectores como la manufactura, la salud, la minería y la educación. Su capacidad para crear simulaciones inmersivas y personalizadas ha demostrado optimizar tanto las habilidades técnicas como las habilidades blandas, como la comunicación y la resolución de problemas.

El análisis de las publicaciones seleccionadas revela un incremento significativo en el interés por la RA entre 2020 y 2024, impulsado por la transformación digital y los desafíos de la Industria 4.0. Esto subraya la relevancia creciente de esta tecnología en la formación profesional, así como su potencial para atender las demandas del mercado laboral en constante evolución.

Entre los principales beneficios identificados se encuentran la reducción de costos asociados a métodos tradicionales de capacitación, el incremento en la seguridad laboral al practicar tareas críticas en entornos controlados, y la mejora en la retención de conocimientos. Además, la RA fomenta la conciencia situacional, un aspecto clave en entornos complejos y de alto riesgo.

A pesar de los beneficios, la implementación de la RA enfrenta desafíos importantes, como los altos costos iniciales de desarrollo, la necesidad de formación especializada para su uso efectivo y la resistencia al cambio organizacional. Estos obstáculos deben ser abordados para garantizar una integración exitosa y maximizar su impacto en el ámbito laboral.

La revisión identifica áreas con gran potencial para exploración futura, como el desarrollo de herramientas de RA más accesibles, la evaluación longitudinal de su impacto en el aprendizaje y la productividad, y la ampliación de su aplicación a sectores aún poco explorados. Estas líneas de investigación podrían consolidar aún más la RA como una solución clave en el desarrollo de competencias laborales en el marco de la transformación digital.

En conclusión, la RA se posiciona como una tecnología estratégica para mejorar la competitividad organizacional y responder a las exigencias de un mercado laboral en constante cambio, aunque su adopción generalizada requiere superar barreras económicas, técnicas y culturales..

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Chiang, F-K., Shan, X., & Qiao, L. (2022). Augmented reality in vocational training: A systematic review of research and applications. *Computers in Human Behavior*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107125>
- [2] Méndez, G. M., & Velázquez, F. d. (2023). Impact of Augmented Reality on Assistance and Training in Industry 4.0: Qualitative Evaluation and Meta-Analysis. *MDPI, revista Applied Sciences* 14(11), 4564. <https://doi.org/10.3390/app14114564>.
- [3] Buthelezi, S., Maritz, J., & de Beer, K. (2024). The status of extended reality technology in South Africa's mining industry. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 124(6). <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2035/2024>
- [4] Lopez, R., & Ramirez, M. (2022). Conciencia Situacional Mejorada a Través de Realidad Aumentada. *International Journal of Industrial Safety*.

- [5] Garcia, M., & Lopez, S. (2022). Personalización del Aprendizaje con Realidad Aumentada: Implicaciones para el Desarrollo Profesional. *Journal of Educational Technology*.
- [6] Chan, V., Hj Haron, H., & Bin Mat Isham, M. (2022). VR and AR virtual welding for psychomotor skills: a systematic review. *Multimedia Tools And Applications*, 81, 12459–12493. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12293-5>
- [7] Smith, J., & Johnson, R. (2020). Augmented reality in workforce training: Enhancing skill acquisition through immersive technologies. *Journal of Workplace Learning*, 365–378.
- [8] Núñez, Y., Urrútia, G., García, M. R., & Coello, P. A. (2020). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología*, 790–799.
- [9] Castillo, J., Esparza, D. E., Espinosa, B. H., Montañez, B. A., & Varas, P. L. (2023). Virtual reality as a training and risk management tool in the supply chain: a systematic review. *Revista de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Trujillo*. <https://doi.org/10.17268/goi4.0.2023.02>
- [10] Gauthier, S., Leduc, M., Perfetto, S., & Godwin, A. (2022). Use of Virtual Reality to Increase Awareness of Line-of-Sight Hazards around Industrial Equipment. *Safety*, 8(3), 52. <https://doi.org/10.3390/safety8030052>.
- [11] Rodríguez, M., Villanueva, P., & Berrú, R. (Perú). Virtual Reality System to Improve the Training of Personnel on Risk Prevention in an Industrial Company. *Universidad Privada del Norte*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.1555>
- [12] Zabaleta, J. (2024). Clinical trial on nurse training through virtual reality simulation of an operating room: assessing satisfaction and outcomes. *Cir Esp*, 102(9):469-476. <https://doi.org/10.1016/j.cireng.2024.04.012>
- [13] Lee, J., & Ma, B. (2023). An Operator Training Simulator to Enable Responses to Chemical Accidents through Mutual Cooperation between the Participants. *Applied Sciences MDPI*, 13(3), 1382. <https://doi.org/10.3390/app13031382>
- [14] Chih-Hsing, C., Jie-Ke, P., & Yen-Wei, C. (2024). Ergonomic workplace design based on real-time integration between virtual and augmented realities. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 92. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2024.102859>
- [15] Ansari, F., Hold, P., & Khobreh, M. (2020). A knowledge-based approach for representing jobholder profile toward optimal human-machine collaboration in cyber physical production systems. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2019.11.005>
- [16] Álvarez Marin, A., Castillo Vergara, M., & Geldes González, C. (2017). Análisis Bibliométrico de la Realidad Aumentada y su Relación con la Administración de Negocios. *Información tecnológica*, 28(4), <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400008>
- [17] Wu, X. (2021). The Application of Artificial Intelligence Technology in Vocational College Training. *Journal of Physics: Conference Series*. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1881/3/032074>
- [18] Lukhele, B., & Laseinde, O. (2022). Exploring Mechanical Engineering Equipment at TVET Colleges in South Africa, Towards Integrating Virtual and Cyber-Physical Learning. *ScienceDirect*, 232. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.086>
- [19] Castilla, E., Castilla, E., Ferrer, M., & Ovallos, D. (2022). Uso de la realidad virtual inmersiva para reducir el riesgo psicosocial en el contexto laboral. *Información tecnológica*, 33(6). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000600001>
- [20] Ortega, J. (2023). Designing a Technological Pathway to Empower Vocational Education and Training in the Circular Wood and Furniture Sector through Extended Reality. *Electronics*, 12(10), 2328. <https://doi.org/10.3390/electronics12102328>.
- [21] Kuang, F., Shang, X., & Qiao, L. (2021). Augmented reality in vocational training: A systematic review of research and applications. *Computers in Human Behavior*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107125>
- [22] Morales, G., & Del Cerro, F. (2024). Impact of Augmented Reality on Assistance and Training in Industry 4.0: Qualitative Evaluation and Meta-Analysis. *Applied sciences*, 14(11), 4564. <https://doi.org/10.3390/app14114564>
- [23] Vongvit, R., Churaksa, T., & Rattana, N. (2024). Exploring Augmented Reality Design for Robot Maintenance Training through the Kano Model. *Science & Technology Asia*, 29(2), 102–113. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/SciTechAsia/article/view/254652>
- [24] Toker, C. (2024). Training Spatial Skills with Virtual Reality and Augmented Reality. *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*, 1904–1912. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23161-2_173
- [25] Vavenkov, M. V. (2022). VR/AR technologies and staff training for mining industry. *Mining Science and Technology (Russian Federation)*, 7(2):180-187. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-2-180-187>
- [26] Almenara, J. C., Cano, E. V., Villota, W. R., & Meneses, E. L. (2021). Innovation in the university classroom through augmented reality. Analysis from the perspective of the Spanish and Latin American students. *Revista Electronica Educare*, 25(3), 1-17. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.25-3.1>

- [27] Guerrero, E., Cebrián, S., & Suárez, J. (2024). La Realidad Aumentada como recurso para el desarrollo de habilidades sociales en alumnado con TEA. Una revisión sistemática. *EDMETIC*, 13(1), art.1. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v13i1.16250>.
- [28] Pina, D. D., & Núñez, I. B. (2021). Augmented reality technology as a didactic resource in higher education. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(4), 146-164. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2227-18992021000500146&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- [29] Elkin, C. M., Engels, C. M., María, F. A., & David, O. G. (2022). Uso de la realidad virtual inmersiva para reducir el riesgo psicosocial en el contexto laboral. *Información tecnológica*, 33(6). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000600001>
- [30] Haddaway, P. P. (2022). PRISMA 2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimized digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>



Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



La evolución del entorno laboral durante la industria 4.0

The evolution of the work environment during industry 4.0

Luis A. Mendez Mantilla^{1*} , Jonathan S. Castillo Albites¹ , Ronal O. Hilario Casimiro¹ ,
Pool A. Ferrer Varas¹ , Jefferson S. Silva Guevara¹ 

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

*Autor de correspondencia: t051302620@unitru.edu.pe

RESUMEN

Se busca evaluar las estrategias de formación continua para cerrar brechas de habilidades digitales, mejorar la adaptabilidad de los empleados y proponer recomendaciones para una transición efectiva hacia esta nueva era industrial. Se realizó una revisión sistemática siguiendo la declaración PRISMA 2020. La investigación incluyó 18 artículos relevantes obtenidos de bases de datos como Redalyc (9), SciELO (5), Araucaria (1) y CONCYTEC (3), seleccionados por su pertinencia en el análisis de la evolución del entorno laboral durante la Industria 4.0. La implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 muestra mejoras significativas en la eficiencia operativa y una reducción de riesgos laborales. No obstante, persisten desafíos relacionados con la falta de habilidades digitales y la resistencia al cambio en ciertos sectores. Los estudios revisados resaltan la necesidad de implementar estrategias de formación continua para facilitar la adaptación tecnológica y cerrar brechas de competencias. Es fundamental cerrar las brechas de habilidades digitales mediante estrategias de capacitación continua que fomenten la adaptabilidad de los trabajadores. Además, las empresas deben equilibrar la integración tecnológica con el bienestar de los empleados, promoviendo una transición sostenible y efectiva hacia esta nueva era industrial.

Palabras Clave: *Industria 4.0, transformación digital, entorno laboral, automatización, inteligencia artificial, internet de las cosas, competencias digitales, adaptación laboral, gestión del cambio, revolución industrial.*

ABSTRACT

It seeks to evaluate continuous training strategies to close digital skills gaps, improve employee adaptability, and propose recommendations for an effective transition to this new industrial era. A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 declaration. The research included 18 relevant articles obtained from databases such as Redalyc (9), SciELO (5), Araucaria (1), and CONCYTEC (3), selected for their relevance in analyzing the evolution of the work environment during Industry 4.0. The implementation of Industry 4.0 technologies shows significant improvements in operational efficiency and a reduction in occupational risks. However, challenges related to the lack of digital skills and resistance to change in certain sectors persist. The reviewed studies highlight the need to implement continuous training strategies to facilitate technological adaptation and close skills gaps. It is essential to close digital skills gaps through continuous training strategies that foster worker adaptability. In addition, companies must balance technological integration with employee well-being, promoting a sustainable and effective transition towards this new industrial era.

Keyword: *Industry 4.0, digital transformation, work environment, automation, artificial intelligence, internet of things, digital skills, workplace adaptation, change management, industrial revolution.*

1. Introducción

El tema de la evolución del entorno laboral en la era de la Industria 4.0 ha sido elegido debido a su relevancia en el contexto de transformación tecnológica y su impacto profundo en la estructura organizacional y las competencias laborales. La importancia de este estudio radica en que la Cuarta Revolución Industrial, o Industria 4.0, ha traído consigo tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial (IA), la automatización avanzada, el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos, que están revolucionando la manera en que operan las empresas y cómo interactúan los empleados con las nuevas tecnologías. En el contexto actual, la implementación de tecnologías avanzadas está promoviendo cambios sin precedentes en los ambientes de trabajo. Las empresas enfrentan el desafío de adaptarse rápidamente a un entorno cada vez más digitalizado e interconectado, en el cual las habilidades tradicionales ya no son suficientes para desempeñarse eficazmente [1].

Diversos estudios señalan que esta transformación conlleva una redefinición de roles y el surgimiento de competencias digitales y adaptativas como elementos clave para los empleados en la nueva era industrial. Además, la automatización y digitalización están generando tanto oportunidades para la innovación como desafíos relacionados con el desplazamiento de tareas y la necesidad de una capacitación continua en habilidades tecnológicas y de análisis. La justificación de este estudio radica en la necesidad de comprender cómo las empresas pueden implementar estrategias efectivas de desarrollo y retención de talento en un contexto de transformación digital acelerada [2]. A través de la revisión de literatura científica reciente, esta investigación pretende identificar los cambios que experimenta el entorno laboral en la Industria 4.0, los retos en la gestión de recursos humanos y las estrategias que pueden adoptarse para fomentar la resiliencia y la adaptabilidad de los empleados ante estos nuevos desafíos.

El objetivo general de este trabajo es evaluar cómo la Industria 4.0 está impactando en la dinámica laboral, las competencias requeridas y los modelos de adaptación de los trabajadores. La investigación busca proporcionar una visión clara de las oportunidades y los retos que enfrentan tanto las organizaciones como los empleados en esta era digital, contribuyendo a un enfoque más informado y estratégico en la gestión del cambio tecnológico en los entornos laborales actuales.

2. Metodología

2.1. Fuentes de información

En este estudio se han considerado diversas fuentes de información, como Scopus, Scielo, CONCYTEC, Araucaria y Dialnet

2.2. Criterios de elegibilidad

Es importante definir criterios específicos de inclusión y exclusión para identificar estudios relevantes. Los criterios de inclusión garantizan que las investigaciones seleccionadas estén relacionadas con intervenciones en el ecosistema digital y correspondan al periodo entre 2005 y 2024. Por otro lado, los criterios de exclusión eliminan aquellos estudios que no se ajusten a estas directrices (Tabla 1).

2.3. Tipo, alcance y diseño

Este artículo de revisión adopta un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos con un alcance descriptivo. Emplea un diseño no experimental basado en

una revisión sistemática para examinar la literatura relacionada con ecosistemas digitales. Esta metodología facilita la identificación y descripción de tendencias y patrones, además de sintetizar información clave en este ámbito.

Tabla 1
Criterios de Inclusión y Exclusión

CI-CE	Criterio	Sustentación
CI	Tipos de estudios	Investigaciones cuantitativas, cualitativas o mixtas; revisiones sistemáticas desarrolladas en el ámbito del entorno laboral en la Industria 4.0.
	Tiempo	Estudios publicados entre el 2016 y el 2022.
	Intervenciones	Estudios que analizan cambios en el entorno laboral relacionados con tecnologías emergentes, automatización e innovación propias de la Industria 4.0.
	Resultados	Estudios que presentan resultados relevantes para comprender los efectos en la productividad, empleo, y adaptación de competencias laborales.
CE	Tipos de estudios	Estudios que no abordan el entorno laboral o la Industria 4.0 como tema central de investigación.
	Tiempo	Estudios publicados entre el 2016 y el 2022.
	Intervenciones	Estudios que no consideran los impactos del desarrollo tecnológico en el entorno laboral dentro del contexto de la Industria 4.0.
	Resultados	Estudios que no presentan resultados relevantes sobre la evolución laboral, cambios en la productividad o la transformación de habilidades laborales.

2.4. Procedimientos

Estrategia de búsqueda

Se emplearon los términos “industria 4.0”, “transformación digital” y “entorno laboral”. Estos términos se aplican específicamente en títulos, resúmenes y palabras clave, con un enfoque restringido al campo de la ingeniería. Se empleó el operador booleano OR para ampliar la búsqueda y abarcar diferentes aspectos (Tabla 2).

Tabla 2
Base de datos y búsqueda sistemática

Base de datos	Búsqueda sistemática	No
Redalyc	“Industria 4.0” OR “Digital Transformation” OR “Work Environment”	446067
Araucaria	“Industria 4.0” OR “Digital Transformation” OR “Work Environment”	382
SciELO	“Industria 4.0” OR “Digital Transformation” OR “Work Environment”	220
CONCYTEC	“Industria 4.0” OR “Digital Transformation” OR “Work Environment”	20000

Este análisis bibliométrico permitió delimitar los aspectos fundamentales de la evolución del entorno laboral, identificando el impacto de tecnologías disruptivas en las dinámicas de trabajo, las competencias requeridas y los desafíos organizacionales en el marco de la Industria 4.0.

- **Análisis de datos:** Se utilizó estadística descriptiva con Excel para resumir las características clave de los estudios.
- **Extracción de datos:** Se creó un formulario en Excel para recopilar variables como año, país, sector y beneficios, identificando enfoques técnicos y de aplicación industrial.
- **Síntesis narrativa:** Se integraron hallazgos cualitativos para combinar perspectivas debido a la diversidad de enfoques metodológicos.
- **Consideraciones éticas:** Se respetaron el consentimiento informado, la confidencialidad y los conflictos de interés.

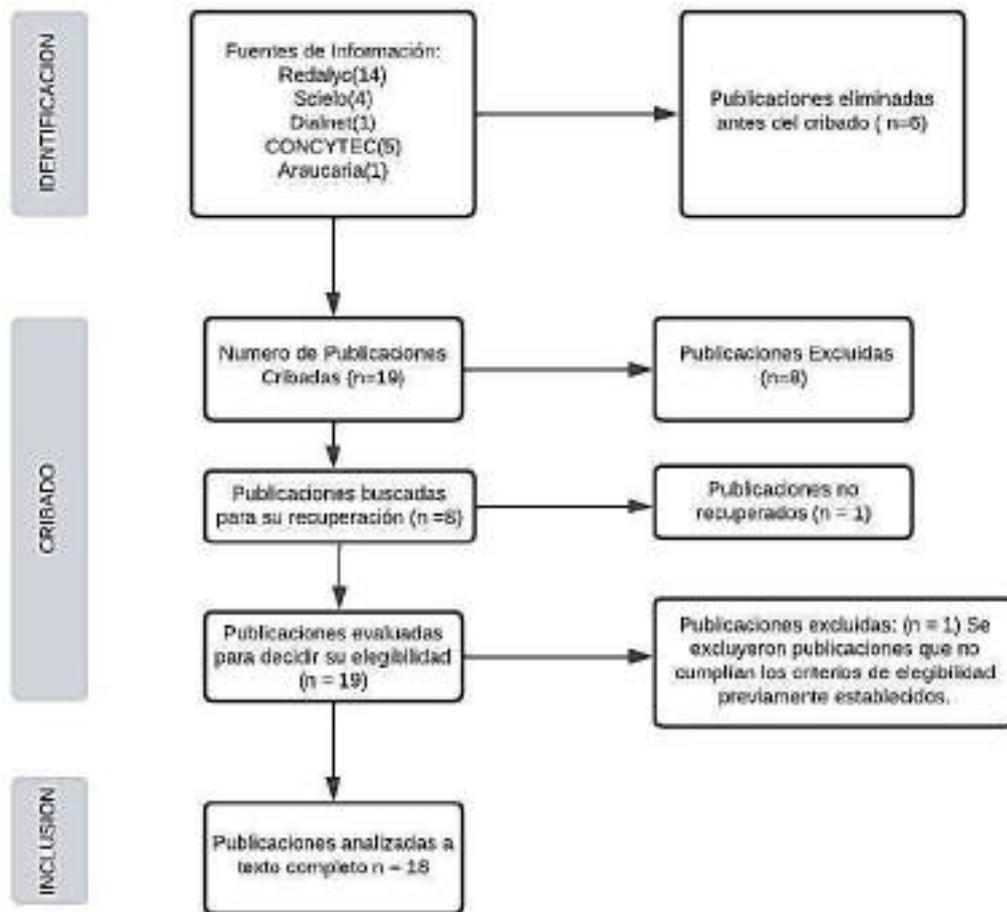


Figura 1. Diagrama Flujo PRISMA 2020.

Se realizó un análisis bibliométrico que permitió identificar tendencias destacadas y literatura relevante sobre la evolución del entorno laboral en la Industria 4.0, explorando los cambios en las dinámicas de trabajo, las habilidades requeridas y los desafíos organizativos (Figura 1).

El enfoque del estudio es de carácter positivista, con una orientación hacia métodos cuantitativos y análisis empírico-analíticos. Este paradigma resulta apropiado para la investigación al centrarse en validar resultados mediante datos estadísticos y numéricos, garantizando un enfoque estructurado y tecnológico para examinar los cambios en el entorno laboral durante la Industria 4.0 [3].

Este análisis evidenció que las tecnologías disruptivas están redefiniendo las competencias laborales, promoviendo enfoques innovadores en la formación de talento y adaptando las dinámicas laborales a un entorno digitalizado e interconectado.

3. Resultados y discusión

La distribución geográfica de las publicaciones revela que España y México lideran en volumen, seguidos por Colombia y Ecuador, mientras que Chile presenta una menor participación (Figura 2). Este comportamiento puede estar relacionado con el interés

creciente en la transformación del entorno laboral en la Industria 4.0, impulsado por avances en investigación, desarrollo e innovación en estos países. Además, la presencia de capital humano especializado y un ecosistema académico en crecimiento ha contribuido a la generación de conocimiento en esta temática.

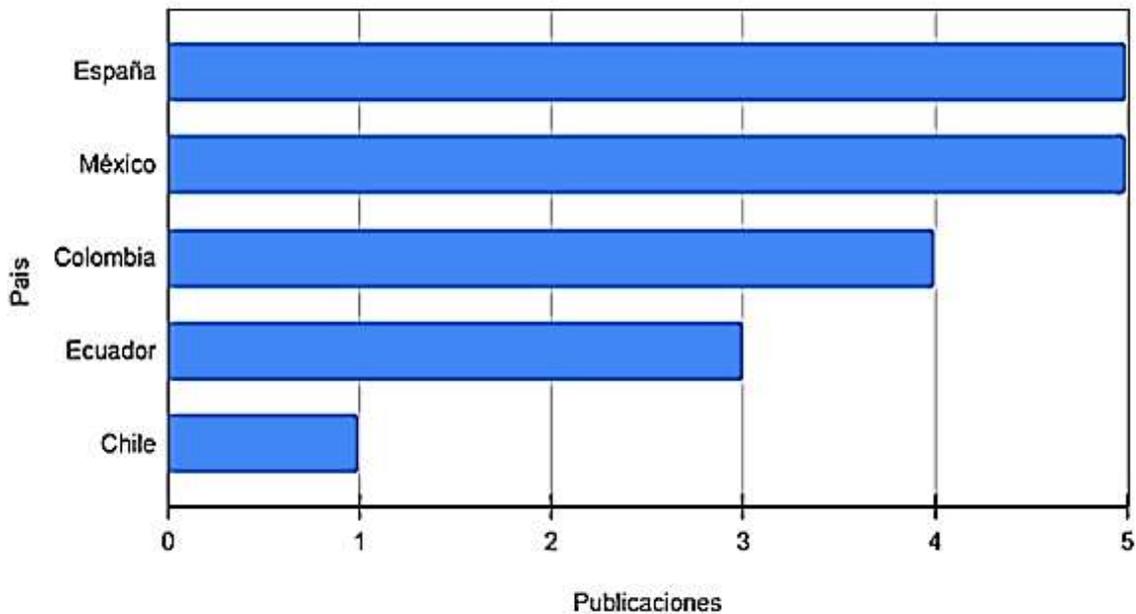


Figura 2. Estudios por país.

El siguiente análisis muestra variaciones en la cantidad de publicaciones anuales sobre la evolución del entorno laboral en la Industria 4.0 (Figura 3), destacando un aumento significativo en 2020, probablemente impulsado por avances tecnológicos y la necesidad de adaptación organizacional. Estas publicaciones reflejan cómo la automatización y la interconexión digital están transformando la forma en que las organizaciones y trabajadores se integran en este nuevo panorama.

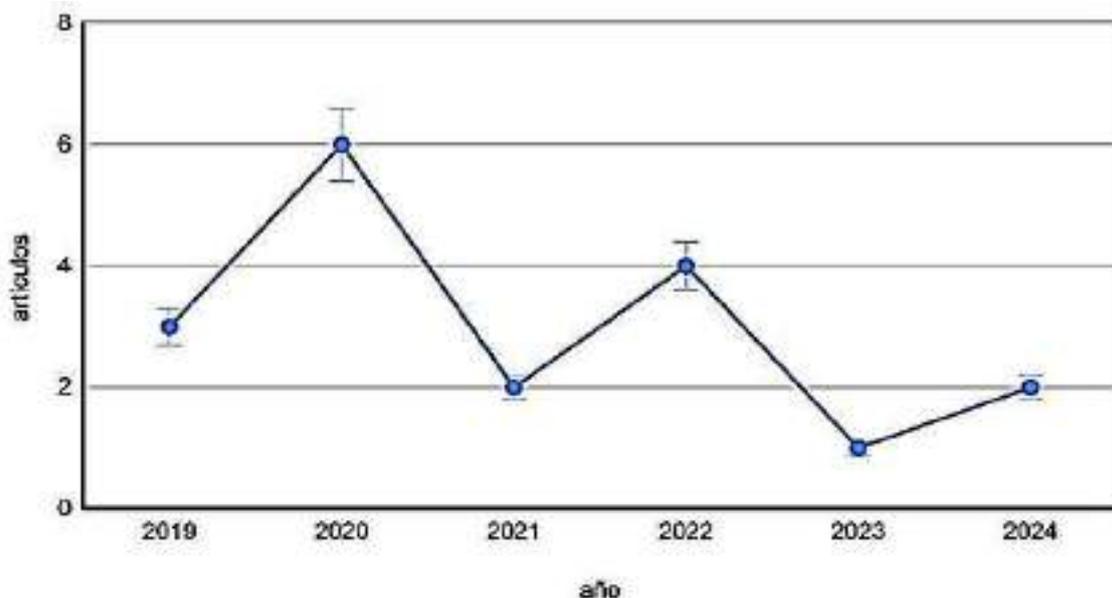


Figura 3. Estudios por año de publicación.

La Figura 4 muestra la distribución de autores según su afiliación institucional, destacando a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí como la institución con mayor producción científica en temas de Industria 4.0. La participación de universidades de América Latina, Europa y otros continentes refleja el interés global y la colaboración internacional en torno a la evolución del entorno laboral durante la Industria 4.0, consolidando su relevancia en el ámbito académico.

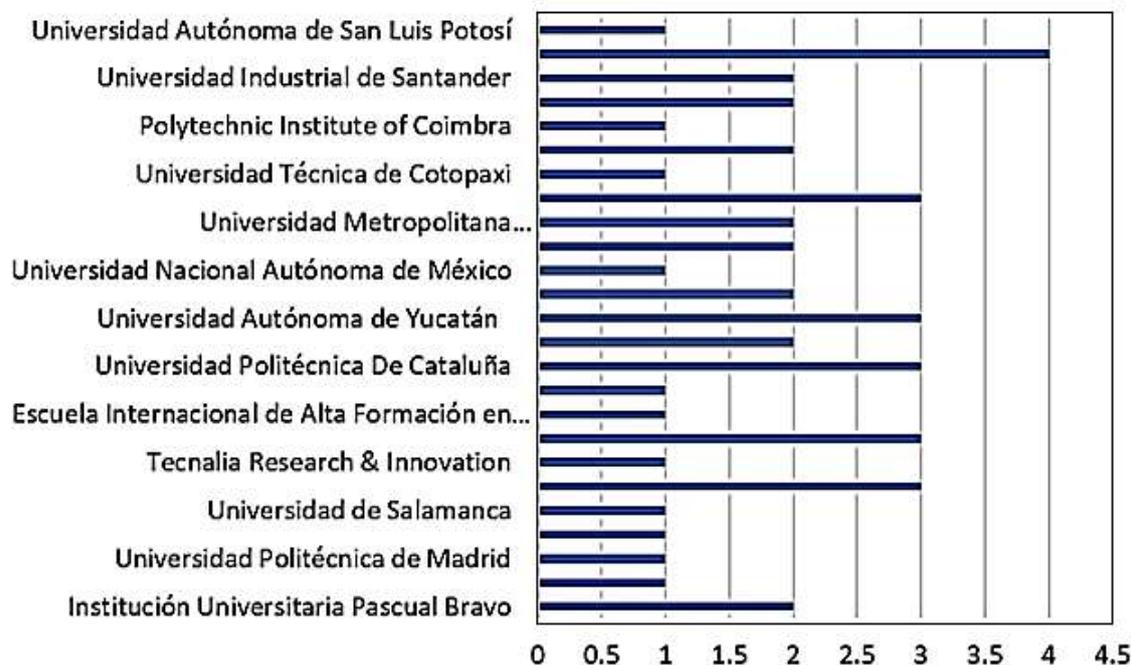


Figura 4. Autores de artículos totales por afiliación.

Los resultados de la revisión sistemática proporcionan una visión integral de las publicaciones seleccionadas, identificando tendencias y patrones potenciales. La muestra final incluyó 18 estudios los cuales se sometieron a evaluación, tal es así que 10 de ellos pertenecieron a Redalyc, 3 a Scielo, 1 a Araucaria y 4 a Concytec.

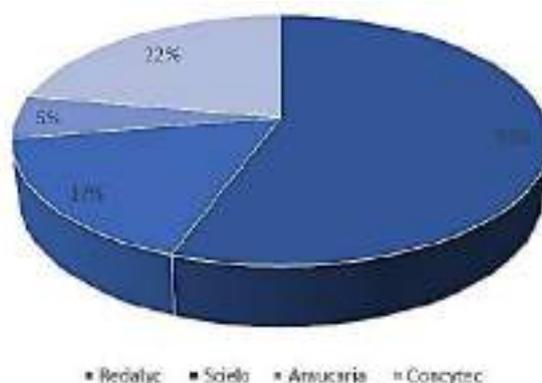


Figura 5. Revistas en Bases de datos Bibliográficas.

En cuanto a la revista la cual sirvió como medio de difusión de los estudios realizados en base a nuestros 18 artículos. Se puede observar que, 7 de ellos pertenecen a la “Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía”; seguida de la “Revista Iberoamericana de Educación a Distancia” con 5 difusiones, y así sucesivamente con menores aportes.

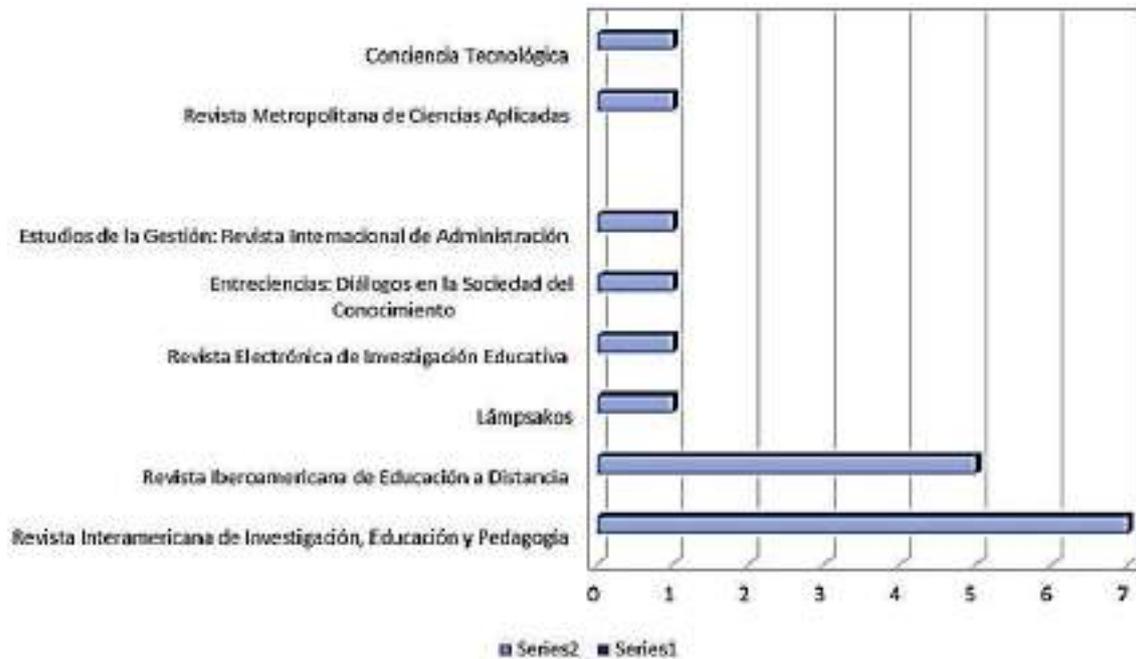


Figura 6. Revistas en donde se realizaron las publicaciones.

Factores clave en las revistas de la evolución del Entorno Laboral con la Industria 4.0

La Figura N°07 presenta un análisis bibliométrico de palabras clave, identificando a "Industry 4.0" como el eje central interconectado con tecnologías emergentes como IoT, inteligencia artificial y automatización, así como conceptos clave como sostenibilidad, optimización de procesos y toma de decisiones. Esta red temática resalta la transformación tecnológica y su impacto en las competencias laborales, evidenciando las tendencias prioritarias en la evolución del entorno industrial.

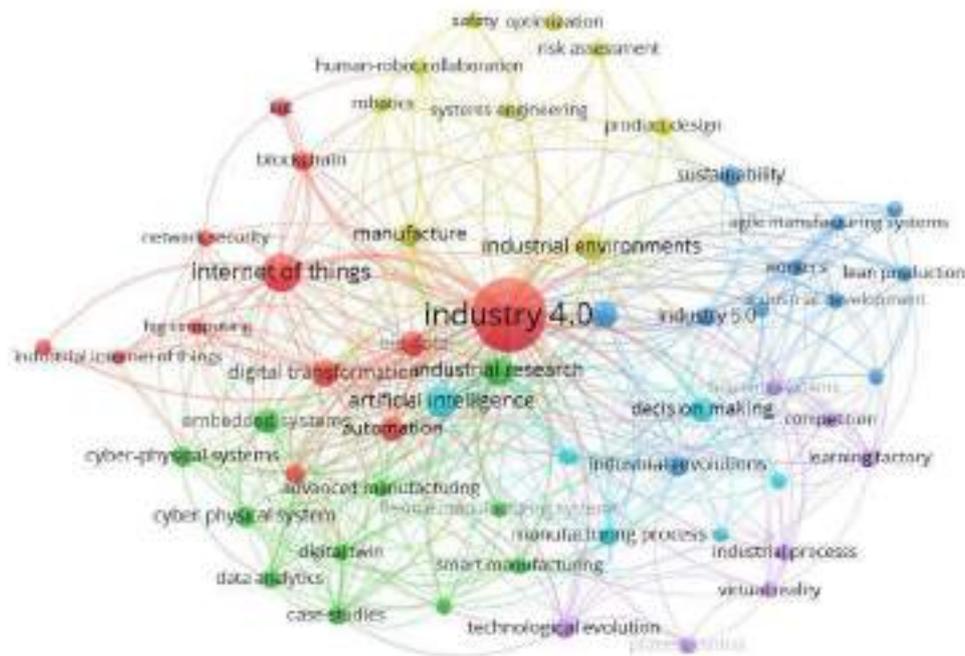


Figura 6. Análisis bibliométrico de palabras clave, elaborado en VOSViewer.

Tabla 3
Registro de artículos

Autor y año	RQ1: ¿Cómo está impactando la Industria 4.0 en la transformación de los entornos laborales y las competencias requeridas?				RQ2: ¿Cuáles son las oportunidades, beneficios y desafíos asociados con la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en los entornos laborales?			
	País	Sector laboral afectado	Tecnologías clave	Grado de implementación	Beneficios observados		Oportunidades futuras	Retos enfrentados
					R	RR		
Rojas et al. [2]	Colombia	Educación	Competencias digitales	Avanzado	↑	↑	Modelos educativos	Adaptación de universidades
Fidalgo-Blanco et al. [4]	España	Educación	Metodologías activas	Medio	↑	↑	Expansión de metodologías activas	Necesidad de actualización curricular
Ceseña-Romero et al. [5]	México	Automotriz	Big Data	En crecimiento	↑	↑	Continuar con la inversión en tecnología avanzada	Falta de capacitación técnica adecuada
Tabarés [6]	España	Manufactura	Industria 4.0	Avanzado	↑	↑	Aprovechar el potencial de la automatización	Desigualdad en la formación de trabajadores
Ortiz et al. [7]	Colombia	Tecnología y servicios	Computación en la nube	Medio	↑	↓	Mayor adopción de la nube	Falta de infraestructura
Muñoz-La Rivera et al. [8]	España	Recursos humanos	Automatización, IA	Medio	↓	↑	Redefinición de perfiles laborales	Brecha en habilidades digitales
González-Hernández & Granillo-Macías [9]	Colombia	Manufactura, servicios	Big Data	En crecimiento	↑	↑	Desarrollar nuevas soluciones en industrias no digitalizadas	Barreras en adopción
Naji [10]	México	Gestión de operaciones	Tecnologías de la Industria 4.0	Avanzado	↑	↑	Optimización del currículo educativo	Resistencia de docentes
Choi [11]	España	Educación	Innovación educativa	Bajo a medio	↑	↑	Ampliar el uso de tecnología en hospitales	Adaptación de médico personal
Castillo & Ominami [12]	Chile	Salud	IoT	Avanzado	↑	↓	Invertir en automatización avanzada	Falta de capacitación
Carrillo et al. [13]	México	Fabricación	Big Data	Medio	↑	↓	Expansión de energías renovables	Alto costo de implementación inicial
Mora-Sánchez & Guerrero-Marín [14]	Ecuador	Energía	Energías renovables	En crecimiento	↓	↓	Potenciar la agricultura de precisión	Resistencia al cambio
Salgado & Pangol [15]	Ecuador	Agricultura	Drones, sensores IoT	Avanzado	↑	↓	Integrar IA para procesos más rápidos	Preocupaciones regulatorias
Chaluísa [16]	Ecuador	Finanzas	Cadena de bloques	Medio	↓	↑	Expandir la automatización en transporte	Falta de personal
Bonilla et al. [17]	España	Logística y transporte	Robótica	Medio	↑	↓	Implementar soluciones omnicanal	Desafíos en la integración
Guerra et al. [18]	México	Minorista	Big Data	En crecimiento	↑	↑	Crear experiencias interactivas y personalizadas.	Falta de infraestructura
Mesa & Becerra [19]	Colombia	Turismo	Realidad aumentada	Avanzado	↓	↑	Ampliar el uso de tecnología en la agricultura	Brecha en la capacitación
Ynzunza et al [20]	México	Agricultura	Tecnologías satelitales	Medio	↑	↑	Ampliar el uso de tecnología	Escasa infraestructura tecnológica

P: Productividad; RR: Reducción de riesgos.

Visión general de la aplicación de la industria 4.0 en el entorno laboral

En la siguiente tabla se presentan los artículos revisados que examinan el impacto de la Industria 4.0 en los entornos laborales. Se destacan las tecnologías clave como la inteligencia artificial (IA), la automatización avanzada, el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos, las cuales están transformando significativamente los roles y las competencias necesarias en diversos sectores. A través de una revisión sistemática de la literatura científica, se identifican tanto los beneficios, como el aumento de la productividad y la reducción de riesgos, como los desafíos, entre los que se incluyen la falta de habilidades digitales, la resistencia al cambio y las barreras en la infraestructura. Además, los estudios analizan estrategias de formación continua para cerrar estas brechas, promover la adaptabilidad de los empleados y facilitar una transición efectiva hacia la nueva era industrial. Se subraya también la importancia de la colaboración entre empresas, instituciones educativas y gobiernos para abordar estos retos y maximizar las oportunidades que ofrece la Industria 4.0.

4. Conclusiones

La evolución del entorno laboral durante la Industria 4.0 está definida por la integración de tecnologías avanzadas y la transformación digital, impactando de manera significativa en los procesos productivos, los roles laborales y las competencias requeridas. A partir del análisis realizado, se evidencia que pilares como la automatización, la inteligencia artificial y la sostenibilidad son fundamentales para el desarrollo de esta nueva etapa industrial, promoviendo una mayor eficiencia operativa y reducción de riesgos laborales.

Sin embargo, los resultados reflejan desafíos críticos, como la persistencia de brechas de habilidades digitales, especialmente en sectores con menor desarrollo tecnológico, y la necesidad de estrategias para contrarrestar la resistencia al cambio. La revisión bibliográfica resalta la importancia de implementar programas de formación continua, adaptados a las demandas de la Industria 4.0, como mecanismo clave para garantizar la adaptabilidad tecnológica y la actualización constante de los trabajadores.

Además, se identificaron tendencias hacia una mayor flexibilidad operativa, una toma de decisiones más informada gracias al uso de Big Data y análisis predictivo, y la necesidad de un equilibrio entre eficiencia tecnológica y el bienestar laboral. La colaboración global en investigaciones demuestra la universalidad del fenómeno y subraya la necesidad de enfoques estratégicos que promuevan una transición sostenible y competitiva hacia esta nueva era industrial.

Por ello, se concluye que las empresas deben priorizar la integración tecnológica planificada, respaldada por capacitación continua y estrategias de adaptación organizacional, garantizando así que los trabajadores puedan enfrentar con éxito los retos y aprovechar las oportunidades de la Industria 4.0.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Roza-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177–191. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- [2] Rojas Arenas, I. D., Jimenez Medina, E., & Yepes Callejas, R. (2021). Competencias profesionales e Industria 4.0: análisis exploratorio para ingeniería industrial y administración en Medellín. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, 14(2). <https://doi.org/10.15332/25005421.6299>
- [3] Ruiz, L. R., Vásquez, J. A. G., Perales, O. J. B., Villanueva, E. A. A., & Diego, D. C. (2024). Digital ecosystem for strengthening productive chains: A systematic review (2005-2024). *Suma de Negocios*, 15(33), 130–143. <https://doi.org/10.14349/sumneg/2024.v15.n33.a6>

- [4] Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2022). Education 4.0-based Method to Improve Learning: Lessons Learned from COVID-19. *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 25(2), 49–72. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32320>
- [5] Ceseña-Romero, P. I., Rosa, B., Rivera, G., & Everardo Olguín-Tiznado, J. (n.d.). *Industria 4.0: Adaptabilidad y Barreras de la Industria Automotriz: Análisis Biblio-Hermográfico Industry 4.0: Adaptability and Barriers in the Automotive Industry: Biblio-Hermographic Analysis*. <https://orcid.org/0000-0002-6205-0973>
- [6] Tabarés, R. (2019). La fabricación abierta: ¿un camino alternativo a la industria 4.0? *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 14(41), 263–285. <https://www.redalyc.org/journal/924/92460273016/html/>
- [7] Ortiz, L. F., Fernández, J. D., Cadavid, S., & Gallego, C. J. (2018). Computación en la Nube: Estudio de herramientas orientadas a la Industria 4.0. *Lámpsakos*, 20, 68–75. <https://doi.org/10.21501/21454086.2560>
- [8] Muñoz-La Rivera, F. C. M. La, Hermosilla, P., Delgadillo, J., & Echeverría, D. (2021). Proposal for the construction of innovation skills in engineering education in the context of industry 4.0 and sustainable development goals (SDG). *Formacion Universitaria*, 14(2), 75–84. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000200075>
- [9] González-Hernández, I. J., & Granillo-Macías, R. (2020). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. *Revista electrónica de investigación educativa*, 22, e30. Epub 28 de abril de 2021. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e30.2750>
- [10] Naji, M. (2020). Industria 4.0, competencia digital y el nuevo Sistema de Formación Profesional para el empleo. *Revista Internacional y Comparada de RELACIONES LABORALES Y DERECHO DEL EMPLEO*, 6(1), 164–194. https://ejcls.adapt.it/index.php/rilde_adapt/article/view/555
- [11] Choi, Á. (2021). Spain in the face of the 4.0 Industrial revolution: Labor market and training. *Araucaria*, 47, 479–505. <https://doi.org/10.12795/ARAUCARIA.2021.147.21>
- [12] Castillo, M., & Ominami, C. (2024). Transformación productiva y nueva actualidad de las políticas industriales en América Latina. *Estudios Internacionales*, 56(207), pp. 185–216. <https://doi.org/10.5354/0719-3769.2024.73995>
- [13] Carrillo, J., Gomis, R., & De los Santos, S. (2020). ¿Podrán transitar los ingenieros a la Industria 4.0? Análisis industrial en Baja California. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 8(22), 1–22. <http://dx.doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2020.22.76089>
- [14] Mora-Sánchez, D., & Guerrero-Marín, L. (2020). Industria 4.0: el reto en la ruta hacia las organizaciones digitales. *Estudios De La Gestión: Revista Internacional De Administración*, (8), 186–209. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.7>
- [15] Salgado, N. S., & Pangol, A. M. (2022). La flexibilización laboral en la Industria 4.0. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 5(2), 188–197. <https://doi.org/10.62452/smw9td26>
- [16] Chaluisa, S. F., Villa, L. C., Sigüenza, M. F., & Mancheno, M. J. (2023). Innovación en la sociedad y la comunicación: efectos de la Industria 4.0. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e221. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e221>
- [17] Bonilla, J. C., Ribeiro, N., & Gomes, D. R. (2022). Human Resource Management 4.0 and organizational changes. *Cuadernos de Relaciones Laborales*, 40(1), 161–184. <https://doi.org/10.5209/crla.72383>
- [18] Guerra, R., Pablo, Y., Ortiz, G., & Armando, R. (2020). La industria 4.0 y su relación con la Gestión de los Recursos Humanos. (Industry 4.0 and its relationship with Human Resources Management). In *Daena: International Journal of Good Conscience*, 15(3), 1–21. [http://www.spentamexico.org/v15-n3/A9.15\(3\)1-21.pdf](http://www.spentamexico.org/v15-n3/A9.15(3)1-21.pdf)
- [19] Mesa, P., & Becerra, L. E. (2024). *Factores Determinantes En El Proceso De Transformación Digital Basado En Capacidades Dinámicas Para Las Pymes*. <https://doi.org/10.46254/sa05.20240040>
- [20] Ynzunza, C. B., Izar, J. M., Bocarando, J. G., Aguilar, F., & Larios, M. (2017). El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*, (54). <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/94454631006.pdf>



Perfil de competencias y habilidades de los trabajadores bajo la industria 4.0

Profile of skills and skills of workers under industry 4.0

Víctor Diego Ambrocio Vilca^{1*} , Elvis Giancarlo Aredo Cruz¹ , Daniel Eduardo Castillo Villalobos¹ , Willy Cortijo Rodríguez¹ , Fabricio Quipuzco Sánchez¹ 

^{*}Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Autor de correspondencia: t011301420@unitru.edu.pe

RESUMEN

El artículo analiza el impacto de la Industria 4.0 en el desarrollo de competencias y habilidades laborales, destacando la necesidad de adaptación a un entorno laboral digitalizado. Este enfoque revolucionario integra tecnologías como inteligencia artificial, big data e Internet de las cosas, transformando los sistemas de producción y las demandas del capital humano. La revisión identifica competencias técnicas, metodológicas, sociales y personales como esenciales para operar en entornos altamente tecnificados. Entre estas destacan la codificación, la resolución de problemas complejos, el trabajo en equipo y el liderazgo. Asimismo, se resalta la importancia de la capacitación continua para enfrentar los retos derivados del avance tecnológico y la automatización, que afectan tanto la productividad como el bienestar laboral. Conceptos como el "Happiness Management" emergen como estrategias clave para mitigar los efectos negativos de la digitalización, promoviendo entornos laborales empáticos que potencien la innovación y la competitividad. Por último, se señala que las pequeñas y medianas empresas enfrentan desafíos específicos en la implementación de estas tecnologías, requiriendo políticas públicas que favorezcan el acceso a recursos y formación tecnológica.

Palabras Clave: *industria 4.0, competencias digitales, habilidades laborales, transformación digital, automatización, capacitación continua, innovación tecnológica, productividad, sostenibilidad, bienestar laboral.*

ABSTRACT

This article examines how Industry 4.0 impacts the development of workers' skills and competencies. It highlights the need for advanced technical and digital skills, fostered by technologies such as artificial intelligence, big data, and IoT. The analysis underscores the importance of continuous training to help workers adapt to digitalized environments, enhance productivity, and contribute to organizational competitiveness and sustainability. Furthermore, it identifies critical competencies, including technical, methodological, social, and personal, necessary for thriving in a highly technological workplace. The study also addresses the challenges faced by small and medium enterprises in adopting advanced technologies and emphasizes the importance of fostering a positive work culture through strategies like "Happiness Management" to mitigate the adverse effects of automation.

Keyword: *industry 4.0, digital competencies, labor skills, digital transformation, automation, continuous training, technological innovation, productivity, sustainability, worker well-being.*

1. Introducción

El análisis de las competencias y habilidades de los trabajadores en el contexto de la Industria 4.0 ha sido seleccionado por su importancia en el entorno laboral actual, donde las tecnologías digitales avanzadas están revolucionando los sistemas de producción [1].

La automatización, la administración de datos de manera inmediata y la interconexión inteligente no solo optimizan los procesos industriales, sino que también modifican las expectativas sobre el capital humano [2]. A medida que las organizaciones se esfuerzan por ser competitivas y sostenibles, resulta crucial que los colaboradores se ajusten a estas demandas tecnológicas, destacando la importancia de desarrollar y aplicar habilidades digitales frente a entornos cambiantes provocados por el rápido avance tecnológico. [3]. Esto refuerza la importancia de examinar los perfiles de habilidades necesarios en esta nueva era industrial.

Según Del Río [4] nos mencionan que la identificación y el desarrollo de competencias específicas para la Industria 4.0 garantiza que los trabajadores puedan adaptarse adecuadamente a este panorama en evolución, mejorando así la productividad, la innovación y la competitividad en las empresas. Un perfil de competencias claro ayuda a estructurar la capacitación, mejorar el compromiso de los empleados y alinear las habilidades con las demandas modernas [5].

La Industria 4.0, definida por la incorporación de tecnologías digitales en los procesos de producción, ha revolucionado el modo en que las compañías funcionan, proporcionando flexibilidad y habilidad para adaptarse en tiempo real, elementos cruciales para la competencia a escala mundial [6]. Sin embargo, su implementación no es uniforme, particularmente en las pequeñas y medianas empresas (pymes), que a menudo se topan con grandes desafíos para dar el paso hacia la digitalización. Según Avitia-Carlos et al. [7]. Uno de los principales desafíos es la carencia de habilidades tecnológicas en los empleados, lo que restringe el uso de tecnologías como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT) y el big data. Este problema se intensifica debido al acelerado progreso tecnológico, que deja a los trabajadores rezagados debido a la falta de programas de formación constante y desarrollo de competencias.

Dentro del marco de la Industria 4.0, la administración del recurso humano y la habilidad para innovar desempeñan un rol esencial en el rendimiento de la organización, funcionando como elementos que incrementan la competitividad de las compañías [8]. En contraposición, Dhanpat et al. [9] investigan cómo la innovación puede interceder entre el talento humano y el desempeño organizacional, corroborando esta correlación mediante un estudio empírico en el sector hotelero costero. Caribe de Colombia. Sus descubrimientos subrayan la relevancia de fomentar elementos internos para mejorar el rendimiento de la organización en contextos de alta competencia.

La transición hacia la Industria 4.0 ha subrayado la relevancia de la administración del saber y el fomento de habilidades digitales como elementos cruciales en la competitividad de los negocios. Los escritores Peña et al. [10] enfatizan la importancia de emplear tecnologías de vanguardia, como el Big Data, para mejorar el rendimiento de la organización en este entorno digital. Por su parte Ribeiro et al. [11] enfatizan que la gestión de recursos humanos en la Industria 4.0 debe facilitar la transición hacia entornos digitalizados, promoviendo una capacitación constante que permita a la fuerza laboral desarrollar habilidades tecnológicas necesarias e integrarse exitosamente en los procesos.

Frente a estos desafíos, la automatización y digitalización han afectado no solo los procesos, sino también el bienestar y desempeño de los empleados. Ravina-Ripoll et al. [12] proponen el concepto de “Happiness Management” como una estrategia para mitigar los efectos negativos de la automatización, promoviendo un entorno laboral que priorice la tranquilidad y el cuidado de los trabajadores. Esto contribuye a una cultura organizacional más empática y, a su vez, mejora la innovación y el rendimiento empresarial. Por otro lado, Peña et al. [13] exploran este enfoque en la era de la Industria 4.0, destacando que un ambiente organizacional positivo y orientado al bienestar no solo reduce la desigualdad social, sino que también impulsa un “capitalismo inclusivo”.

Además, la adaptación de la Industria 4.0 sugiere nuevas exigencias en términos de competencias y habilidades que los trabajadores deben desarrollar para integrarse en entornos altamente digitalizados [14]. Por su lado Ribeiro et al. [11] enfatizan que esta era industrial no solo implica el uso de tecnologías avanzadas, sino también una transformación en el perfil de competencias de los empleados, quienes deben estar capacitados para interactuar con sistemas tecnológicos complejos y adaptarse a nuevas formas de trabajo. La gestión del conocimiento (KM), en este contexto, juega un papel importante al facilitar la creación y el intercambio de conocimientos necesarios para el crecimiento de habilidades tanto técnicas como sociales. Integrar KM en la gestión de recursos humanos fomenta un ambiente que permite a los empleados adquirir competencias clave para la toma de decisiones y resolución de problemas, fortaleciendo así su capacidad de adaptación y competitividad en la Industria 4.0 [15].

La rápida evolución tecnológica impulsada por la Industria 4.0 trae consigo un conjunto de desafíos significativos para el sector industrial y empresarial, afectando dimensiones políticas, sociales y económicas a nivel organizacional [16]. Este cambio requiere una gestión de personas orientada a fortalecer el recurso humano, crucial para la competencia entre empresas. En su estudio, Corrales et al. [8] identifican las competencias necesarias para los trabajadores en el contexto de la Industria 4.0, agrupando 26 competencias críticas en categorías, y subrayando la importancia de estas en procesos de selección, formación y evaluación del personal involucrado en empresas industriales.

La Industria 4.0 ha impulsado cambios acerca de cómo las empresas gestionan la forma en que las compañías de diversos sectores, como la agroindustria, gestionan y desarrollan sus recursos humanos. Mursiti [17] realizaron un análisis situacional en la industria azucarera de Indonesia, demostrando que, para mejorar la productividad en este sector, es necesario desarrollar infraestructura de competencias y aplicar tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial. Este enfoque sugiere que la creación de infraestructuras que soporten el desarrollo de competencias es esencial para que los trabajadores adquieran habilidades digitales y tecnológicas. Además, el estudio resalta la relevancia de integrar competencias tecnológicas y digitales en los recursos humanos, enfatizando que su gestión efectiva es crucial para el éxito en el contexto de la Industria 4.0.

2. Metodología

Este estudio emplea un análisis sistemático conforme a las directrices de la metodología PRISMA, con el objetivo de analizar el perfil de competencias y habilidades laborales necesarias para los colaboradores en el contexto de la Industria 4.0 [18]. El enfoque se centra en las competencias digitales, habilidades para la transformación digital, y capacidades relacionadas con la automatización y la innovación tecnológica. Asimismo, se consideran aspectos clave como la capacitación continua, la productividad sostenible

y el bienestar laboral, destacando la importancia de la gestión estratégica del talento humano y el fortalecimiento de habilidades blandas (soft skills) para afrontar los retos de un entorno interconectado y tecnológicamente avanzado.

Por otro lado, la Figura 1 expone las etapas de verificación aplicadas en el marco de la metodología PRISMA, las cuales fueron fundamentales para garantizar la rigurosidad durante el proceso de selección para elegir los artículos considerados en la revisión.

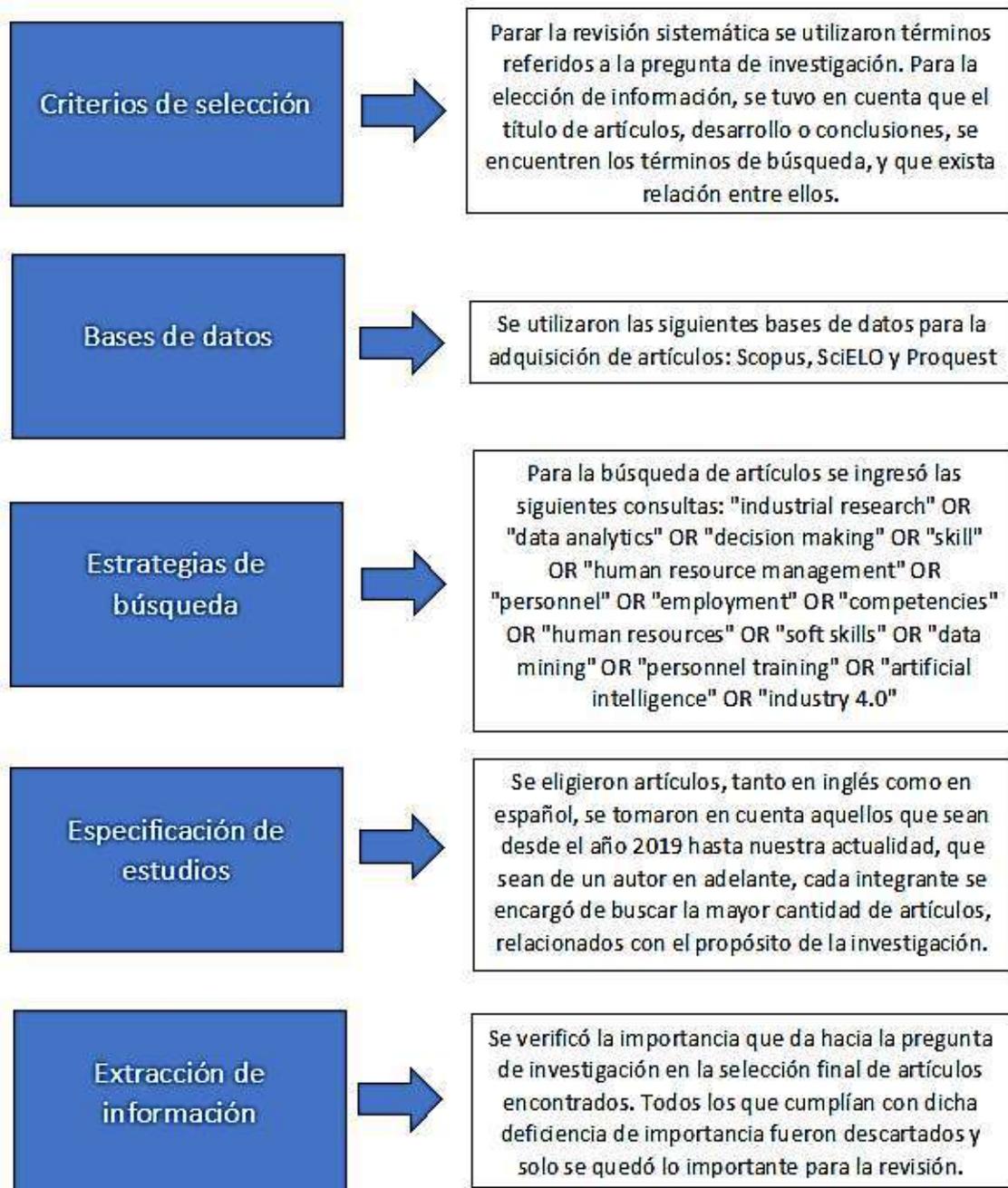


Figura 1. Metodología PRISMA

Se aplicó el método del diagrama de flujo estructurado en cuatro fases, una herramienta clave para la organización y selección de información conforme a los principios de la metodología PRISMA. La Figura 2 presenta la representación gráfica de dicho diagrama.

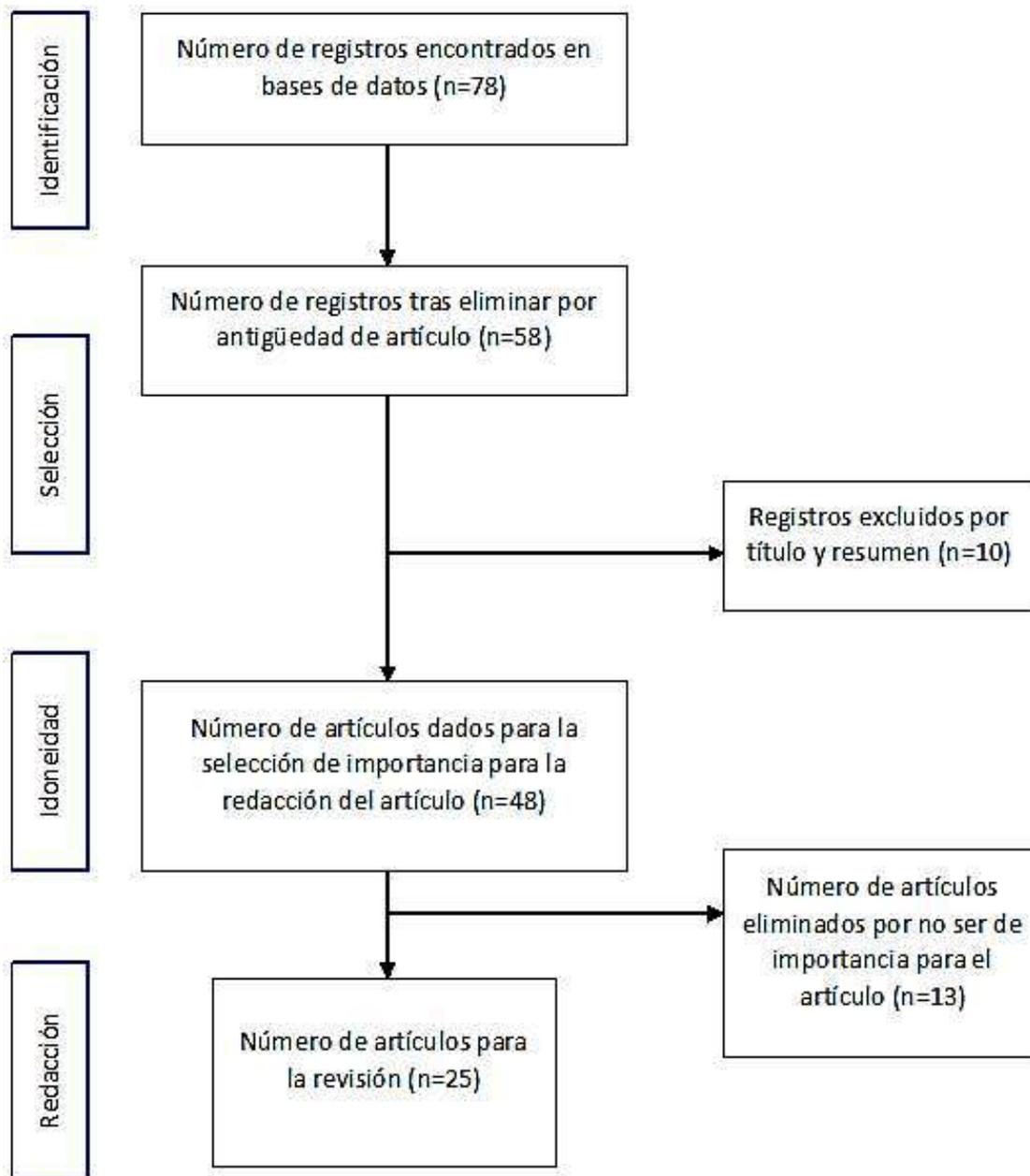


Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología PRISMA.

La Figura 3 ilustra el análisis bibliométrico llevado a cabo mediante el software VosViewer, utilizado como apoyo para la identificación y selección de palabras clave empleadas en la búsqueda de artículos.

Tabla 1
Resultados de búsqueda sistemática

Autores	Título	Año	País	Resultados Principales
Del Río Cortina et al. [4]	El impacto intermedio de la innovación en la administración del talento humano y el rendimiento de la organización	2022	Colombia	Los descubrimientos demuestran que la innovación funciona como un factor intermedio entre la administración del talento humano y el desempeño de la organización, siendo esta relación examinada a través de factores ponderados.
Peña et al. [10]	Explorando habilidades requeridas para la Industria 4.0: Un enfoque orientado al trabajador	2021	España	Los hallazgos señalaron que las capacidades cognitivas, funcionales de negocio, estratégicas y de administración de personas se consideran recursos esenciales en la industria 4.0, resaltando las habilidades funcionales de negocio como las más significativas durante el período 2.
Dhanpat et al. [9]	Industry 4.0: The role of human resource professionals	2021	España	Se identificó que los principales retos de la Industria 4.0 surgen de la incertidumbre, ya que las personas desconocen qué esperar. Varios participantes destacaron preocupaciones relacionadas con la posible pérdida de empleo y la resistencia al cambio, dado que muchos pueden sentirse incómodos al adaptar sus métodos de trabajo. Esta resistencia representa un obstáculo común para cualquier organización en proceso de transformación.
Corrales et al. [8]	Las competencias exigidas a los trabajadores de la Industria 4.0.: Cambios en la gestión de personas	2020	Sudáfrica	Se identificaron ocho habilidades adicionales, siendo la empatía la más sobresaliente entre los participantes en la encuesta. Se define como la habilidad individual para vincularse emocionalmente con otros, subrayando que "la empatía hacia las personas es una competencia que las máquinas todavía no logran duplicar y representa un elemento crucial para la integración a la Industria 4.0".
De la Calle et al. [5]	Las competencias del talento en la Industria 4.0, demanda vs oferta: caso de estudio de la Universidad Rey Juan Carlos, España	2022	España	Se estableció que en la Industria 4.0, es esencial que los individuos tengan habilidades creativas para producir ideas innovadoras y únicas, además de una capacidad innovadora para convertir tales ideas en productos, procesos y servicios superiores, que sean reconocidos y apreciados en el mercado.
Tasayco et al. [15]	Gestión del Conocimiento en Organizaciones 4.0	2023	Perú	Respecto a las condiciones esenciales, se determinó que estas se componen de la colaboración, la comunicación y el compromiso, interpretando la colaboración como la interacción entre los trabajadores dentro de una entidad.
da Silva et al. [14]	Gestión de recursos humanos 4.0: revisión de literatura y tendencias	2022	España	Las tendencias digitales resultantes de la Industria 4.0 afectan el campo de HRM en 13 temas diferentes, promoviendo tendencias y desafíos para HRM, la fuerza laboral y las organizaciones.
Ravina-Ripoll et al. [12]	Happiness Management en la época de la Industria 4.0	2019	España	El «Happiness Management» se destaca como un componente esencial para impulsar compañías que promuevan un círculo beneficioso de bienestar, creando un entorno favorable en las organizaciones que promueva la innovación y la creatividad.
Peña-Jiménez et al. [13]	Explorando habilidades requeridas para la Industria 4.0: Un enfoque que se orienta al trabajador	2022	España	Los hallazgos mostraron que las habilidades cognitivas, estratégicas, funcionales empresariales y de administración de personas se ven como recursos esenciales para la Industria 4.0, subrayando la importancia creciente de las competencias funcionales del negocio.
Ribeiro et al. [11]	The human resources and knowledge management integrated role in Industry 4.0/5.0: a Human-Centric Operations Management framework	2024	Brasil	Se reconocen habilidades específicas que los trabajadores deben tener, como el pensamiento crítico, la adaptabilidad y las competencias digitales. Además, la Industria 4.0 demanda nuevas prácticas en recursos humanos enfocadas en el desarrollo de habilidades técnicas y sociales, la retención del talento y el fomento de una cultura de aprendizaje constante.
Mursiti et al. [6]	Situational analysis of human resources in the Indonesian	2024	Indonesia	Los resultados indican que es necesario contar con una infraestructura de habilidades para los recursos

	sugarcane agro-industry in the era of industry 4.0			humanos, además de una mayor implementación de inteligencia artificial en la tecnología 4.0, con el fin de incrementar la productividad en la agroindustria azucarera.
Zervas & Stiakakis [19]	Economic Sustainable Development through Digital Skills Acquisition: The Role of Human Resource Leadership	2024	Unión Europea	El estudio encontró que existe una alineación significativa entre las expectativas y percepciones de los empleados en cuanto a las competencias digitales, lo que refleja la importancia del liderazgo de recursos humanos en cerrar la brecha de habilidades digitales.
Emmerentia & Refilwe [20]	Leadership talent mindset as a catalyst for talent	2024	Botswana	Los resultados mostraron una débil mentalidad de talento en el liderazgo en cuanto a la gestión del talento. Esta mentalidad predijo prácticas deficientes de gestión del talento e intenciones de rotación voluntaria.
Asfahani [1]	Fusing talent horizons: the transformative role of data integration	2024	Arabia Saudita	El estudio encontró que la integración de fuentes de datos diversas (estructuradas y no estructuradas) y tecnologías avanzadas, como el procesamiento del lenguaje natural (NLP) y el aprendizaje, mejora significativamente la eficiencia y sostenibilidad de la gestión del talento, equilibrando el uso de datos con el juicio humano para mantener prácticas éticas en RR.HH.
Wahab et al. [2]	Determination of the Human Resource Competency Development Goals of Indonesia in the Era of Industrial 4.0	2024	Indonesia	Se concluyó que las competencias clave para los recursos humanos en la Industria 4.0 incluyen la comunicación, creatividad, colaboración e innovación. La transición hacia el uso de tecnologías avanzadas, como la IA, requiere que los recursos humanos desarrollen habilidades flexibles y adaptables para responder a las nuevas demandas del mercado laboral.
Correa Martínez et al. [3]	El desarrollo de las competencias digitales en la práctica del teletrabajo en la ciudad de México	2023	México	Acerca de los resultados alcanzados, se explica a continuación la relación entre la satisfacción de teletrabajar y el progreso de las habilidades digitales fundamentales.
Méndez-Gutiérrez et al. [21]	Transformación digital y su impacto en la gestión empresarial de empresas consultoras de talento humano	2023	Perú	Según el grado de transformación digital de los líderes de las empresas de consultoría de talento en Trujillo, se nota que en lo que respecta a herramientas digitales, el 58.49% llega a un nivel regular. En términos de canales digitales, también el 62.26% exhibe un nivel regular. En cuanto a la rentabilidad, el 49.06% de estas compañías se sitúa en un nivel que se considera normal.
Avitia-Carlos et al. [7]	La formación del personal de mantenimiento para la industria 4.0	2022	México	La disponibilidad de instrumentos digitales para la generación, recolección y estudio de datos ha promovido la transición de los modelos convencionales de mantenimiento hacia métodos predictivos. De acuerdo con los escritores, las tareas del mantenimiento predictivo en el marco de la Industria 4.0 incluyen la identificación de irregularidades, la proyección de errores y la toma de decisiones vinculadas a las actividades de mantenimiento.
Levano-Francia et al. [22]	Competencias digitales y educación	2019	Perú	El artículo destaca una preocupación clave: los estudiantes universitarios de México y España presentan una notable carencia de habilidades digitales. Esta falta restringe su interactividad y desarrollo en el entorno digital, lo que limita su capacidad de aprovechar al máximo las tecnologías y oportunidades de aprendizaje digital. Esto también afecta negativamente su empleabilidad en la economía digital actual.
Miah et al. [23]	A Systematic Review of Industry 4.0 Technology on Workforce Employability and Skills: Driving Success Factors and Challenges in South Asia	2024	Hungría	El principal hallazgo de este análisis es la detección de nueve elementos cruciales para el éxito en la aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 en el sur de Asia, tales como la inteligencia artificial, las competencias digitales y el estudio de big data, que incrementan la productividad y la eficiencia.

Ebnezer [24]	Digitalization of human resource management and the significance of motivation in acquiring digital skills for employee retention	2024	India	Los resultados mostraron que la adquisición de habilidades digitales, motivada adecuadamente, juega un papel significativo en la retención de empleados. Además, los factores de digitalización, como la tecnología, el trabajo en equipo y la transferencia de conocimiento, están altamente correlacionados con los niveles de motivación de los empleados, lo que impacta directamente en su retención
Escribá-Carda et al. [16]	Firms' digital transformation and e-human resource management. A qualitative approach	2024	España	La digitalización mejora la eficiencia operativa, pero también presenta desafíos como la despersonalización y el aislamiento, lo que puede afectar la retención de talento
Hazim Majid et al. [25]	Factors Influencing the Intention to Use Human Resource Information Systems Among Employees of SMEs in Iraq	2024	Iraq	Se encontró que factores como la expectativa de rendimiento, las condiciones facilitadoras, y el ajuste tarea-tecnología influyen positivamente en la intención de uso de HRIS
Bernal [26]	Big data: Human resources management and the right to information of workers' representatives	2020	España	El artículo subraya que la aplicación de Big Data en la administración de recursos humanos puede impactar negativamente en los derechos laborales, especialmente en lo concerniente a la privacidad y la protección de la información. Igualmente, enfatiza la relevancia de que los delegados de los empleados puedan acceder a los algoritmos utilizados para tomar decisiones acerca del personal.
Revilla et al. [27]	Implementation Model of Agile Methodologies and Frameworks for the Human Resources Sector	2023	Perú	El resultado principal fue la creación de un modelo que conecta los marcos ágiles con los subprocesos de RRHH, ofreciendo una estructura clara que facilita su aplicación en estos departamentos. Este modelo fue validado positivamente por expertos en RRHH, quienes consideraron muy relevante la relación entre los subprocesos y las metodologías ágiles

Desarrollo de competencias

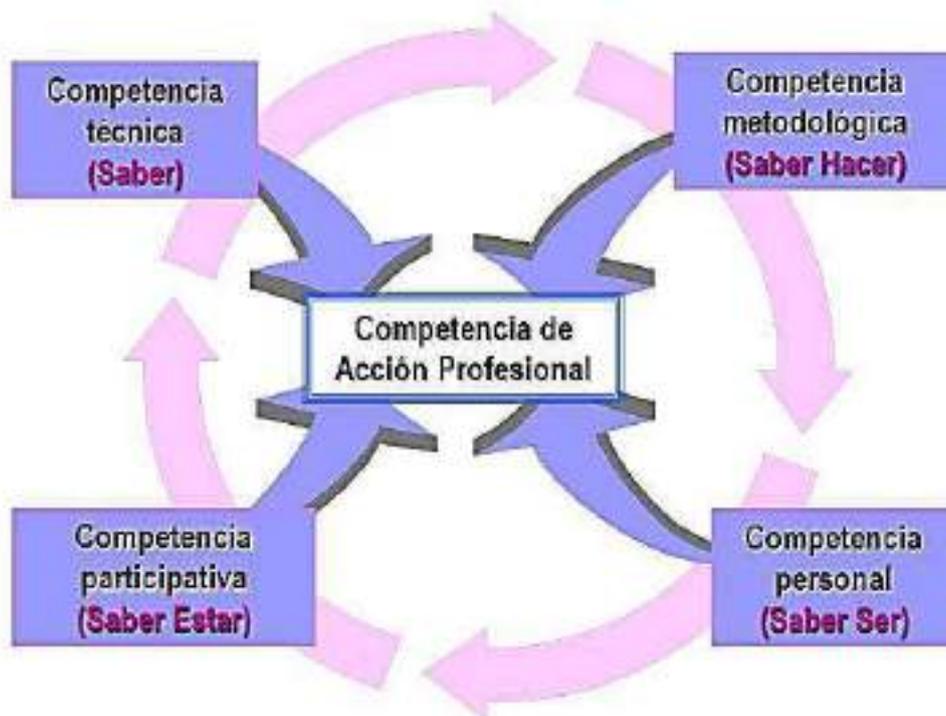


Figura 4. Tipos de Competencias (Del Río et al [4]).

3.2. Perfil de Competencias a desarrollar para cumplir con los requisitos de la Industria 4.0

La llegada de la Industria 4.0 impulsa a las empresas a enfocarse en mejorar las habilidades de sus trabajadores, alineándose con una estructura que responda a las necesidades de la implementación de tecnologías emergentes. Para lograr esto, es fundamental identificar los factores macro, que abarcan aspectos políticos, legales, económicos, sociales, técnicos y ambientales, los cuales juegan un papel clave en el fortalecimiento de habilidades y el desarrollo del capital humano (Hecklau et al., 2020). La Tabla 2 muestra la clasificación de las competencias esenciales necesarias para abordar estos cinco factores mencionados.

Tabla 2
Derivación de competencias básicas para desafíos identificados

Desafíos Identificados	Derivación de Competencias Básicas
Desafíos Políticos y Legales	
Normalización	- Habilidades técnicas de codificación - Comprensión de procesos
Seguridad de datos y privacidad personal	- Comprender el uso y la seguridad de las TI
Desafíos Económicos	
Globalización	- Habilidades intelectuales - Capacidad para interactuar con otros - Flexibilidad de tiempo - Comprensión de procesos
Creciente necesidad de innovación	- Pensamiento organizacional - Creatividad - Resolución de problemas - Trabajo bajo presión - Conocimiento de contenidos técnicos - Habilidades de investigación
Mayor orientación a servicios	- Resolución de problemas - Habilidades de comunicación y comprensión - Resolución de conflictos
Incremento de la necesidad de cooperación y colaboración en el trabajo	- Capacidad de trabajo en equipo - Interconexión - Habilidades de comunicación - Compromiso
Desafíos Sociales	
Cambios demográficos y de valores	- Transferencia de conocimiento - Adaptación - Liderazgo
Aumento de trabajos virtuales	- Flexibilidad - Habilidades tecnológicas - Seguridad informática.
Complejidad de procesos	- Habilidades técnicas - Comprensión de procesos - Motivación para aprender - Resolución de problemas - Análisis crítico.
Desafíos Técnicos	
Aumento de tecnología y uso de datos	- Habilidades analíticas - Codificación - Seguridad de TI
Aumento del trabajo colaborativo en plataformas digitales	- Trabajo en equipo - Comunicación virtual
Desafíos Ambientales	
Cambio Climático	- Sostenibilidad - Creatividad en soluciones

Estas competencias deben ser reconocidas tanto para los procesos de selección de talento como para la formación interna, y se dividen en cuatro categorías. La primera categoría incluye las competencias sociales, que comprenden habilidades intelectuales, lingüísticas,

comunicativas, la creación de redes de conocimiento, trabajo en equipo, transferencia de conocimiento y liderazgo. La segunda categoría agrupa las competencias metodológicas, destacando habilidades como la creatividad, el análisis para la resolución de problemas y conflictos, la toma de decisiones, habilidades de investigación y un enfoque hacia la eficiencia. La tercera categoría se refiere a las competencias personales, que abarcan flexibilidad, motivación para aprender, capacidad de trabajar bajo presión, tolerancia al cambio y rotación de actividades, así como comprensión de las tecnologías de la información. Finalmente, la cuarta categoría está formada por las competencias técnicas, que incluyen la actualización de conocimientos, habilidades técnicas integrales, comprensión de procesos, adaptación al entorno actual mediante el uso de nuevas tecnologías, habilidades de codificación y un adecuado manejo de las tecnologías de la información [5]. La Tabla 3 presenta las competencias agrupadas por categorías:

Tabla 3
Conjunto de competencias agregadas por categorías

Competencia		Contexto I. 4.0 / Digitalización
Social	Comunicación y cooperación	La orientación al servicio requiere buenas habilidades de escucha y presentación. A medida que aumente el teletrabajo y contactos indirectos, se requieren mayores habilidades de comunicación por medios virtuales.
	Liderazgo	El crecimiento de tareas estratégicas y jerárquicas planas hará que más empleados sean líderes.
	Habilidades Interculturales y Lingüísticas	La comprensión de diferentes culturas, hábitos de trabajo, que se toman divergentes, cuando se trabaja globalmente, mejora la capacidad de comprender y comunicarse con socios y clientes a nivel global.
	Trabajo en equipo y transferencia de conocimiento	El aumento del trabajo en equipo y el trabajo compartido en plataformas incrementa la capacidad de seguir las reglas del equipo, intercambiando conocimiento explícito y tácito.
Metodológico	Competencia analítica	Obligatorio para estructurar y analizar grandes cantidades de datos y procesos complejos.
	Resolución de problemas complejos	Identificación de la raíz de errores y capacidad para mejorar procesos de forma independiente, así como en equipos
	Toma de decisión	Responsabilidades a nivel de proceso con toma de decisiones de forma independiente, así como en equipos.
	Resolución de conflictos	Incrementando la orientación al servicio al cliente, se deben resolver los conflictos que se generen entre ellos.
	Habilidades de investigación	Capacidad para utilizar fuentes fiables para el aprendizaje continuo en entornos cambiantes.
	Orientación a la eficiencia	Resolución de problemas complejos como el análisis de "BIG DATA" de forma eficiente.
	Pensamiento de negocio	El aumento de la responsabilidad y las tareas estratégicas obligan a los empleados a aumentar su visión empresarial.
	Voluntad y motivación para aprender	Los cambios en situaciones y condiciones requerirán trabajadores comprometidos con las necesidades, una formación integral y demandará voluntad de aprender.
Personal	A flexibilidad y adaptabilidad	Habrà rotación laboral, debido al aumento del trabajo virtual, los empleados deben adaptarse y ser flexibles con su horario y lugar de trabajo
	Creatividad	Para la creación de productos innovadores y mejoras internas.
	Mentalidad sostenible	Deben apoyar iniciativas de sostenibilidad como parte de las empresas.
Dominio/ Técnicas	Seguridad Digital	La ciberseguridad es fundamental para fortalecer el uso de las redes de información digital.
	Competencias de Codificación	La codificación de todos los elementos incluidos en la Industria 4.0 aumenta la necesidad de comprender y desarrollar códigos.
	Comprensión de procesos	Los procesos complejos requieren un conocimiento amplio y profundo de los mismos, cambiar la mentalidad de pensar y actuar en red y procesos transversales.
	Competencias interdisciplinarias	La complejidad del trabajo requiere una mayor comprensión y conocimiento de disciplinas que no son específicas de su formación.

La investigación realizada sobre las competencias y habilidades de los trabajadores en la Industria 4.0 enfatiza la importancia de un enfoque centrado en el trabajador, para comprender cómo se adaptan a las demandas tecnológicas y cómo sus competencias afectan el desempeño en entornos digitalizados. Este enfoque no solo considera las tareas formales, sino también aquellas actividades informales y colaborativas que enriquecen sus capacidades y les permiten enfrentar nuevas exigencias tecnológicas, como el análisis de datos y el uso de plataformas digitales. Además, desde el punto de vista psicológico, la percepción de autoeficacia y la capacidad de los empleados para adaptarse a estos entornos de rápida evolución son factores clave para identificar y desarrollar las habilidades esenciales que demanda la Industria 4.0. (Santamaría, 2020)

4. Conclusiones

La Industria 4.0 está modificando el ámbito laboral, requiriendo competencias técnicas avanzadas como programación, análisis de datos y ciberseguridad, además de habilidades blandas como liderazgo, trabajo en equipo y resolución de problemas complejos. Este cambio subraya la importancia de la formación continua para que los empleados se ajusten a entornos tecnológicos cambiantes, lo que a su vez mejora la productividad, la innovación y el rendimiento organizacional.

El avance tecnológico plantea desafíos, especialmente para pequeñas y medianas empresas que enfrentan brechas en recursos y capacitación. Estrategias como el "Happiness Management" emergen como soluciones clave para mitigar los efectos negativos de la automatización, promoviendo entornos laborales que prioricen el bienestar de los empleados.

El estudio subraya que una gestión del talento humano orientada a la digitalización y sostenibilidad es crucial para mantener la competitividad empresarial. Como investigación futura, se podría explorar cómo implementar programas de formación tecnológica adaptados a diferentes sectores productivos, evaluando su impacto en la transición hacia la Industria 4.0 en regiones con acceso limitado a recursos tecnológicos.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Asfahani, A. M. (2023). Fusing talent horizons: the transformative role of data integration in modern talent management. *Discover Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00212-7>
- [2] Wahab Samad, A., Wigrantoro Roes S., & Mega Utama, Z. (2024). Determination of the Human Resource Competency Development Goals of Indonesia in the Era of Industrial 4.0. *J. Electrical Systems*, 20(4). <https://doi.org/10.52783/jes.2307>
- [3] Correa Martínez, A., Narváez Zurita, C. I., & Erazo Álvarez, J. C. (2023). El desarrollo de las competencias digitales en la práctica del teletrabajo en la ciudad de México. *Conrado*, 19(92), 87-96. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442023000300087&lng=es&tlng=es.
- [4] Del Río, J., Acosta, R., Santis, M., Machado, J. (2022). El efecto mediador de la innovación entre la gestión del talento humano y el desempeño organizacional. *Cartagena, Colombia: Información Tecnológica (CIT)*,33(2), 13-20. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200013>
- [5] De la Calle, M., Rodríguez J., & González T. (2022). Las competencias del talento en la Industria 4.0, demanda vs oferta: caso de estudio de la Universidad Rey Juan Carlos, España. *Madrid, España: Formación Universitaria*, 15(1), 19-32. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000100019>
- [6] Mursiti, N., Sailah, I., Marimin, N., Romli, M., & Denni, A. (2024). Situational analysis of human resources in the Indonesian sugarcane agro-industry in the era of industry 4.0. *IOP Conference Series Earth And Environmental Science*, 1358(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1358/1/012035>

- [7] Avitia-Carlos, P., Pimentel-Mendoza, A. B., Rodríguez-Verduzco, J. L., & Rodríguez-Tapia, B. (2022). La formación del personal de mantenimiento para la industria 4.0. *Revista de ciencias tecnológicas*, 5(4), e192. Epub 14 de agosto de 2023. <https://doi.org/10.37636/recit.v5n4e19>
- [8] Corrales J., Neuza N., & Roque D. (2021). Las competencias exigidas a los trabajadores de la Industria 4.0: Cambios en la gestión de personas. *Cuaderno de Relaciones Laborales*, 40(1), 161-184. <https://dx.doi.org/10.5209/crla.72383>
- [9] Dhanpat, N., Buthelezi, J., Marilyn M., Tshepo V., & Shongwe, N., (2020). Industry 4.0: The role of human resource professionals. *SA Journal of Human Resource Management*, 18. <https://dx.doi.org/10.4102/sajhrm.v18i0.1302>
- [10] Peña, M., Battistelli, A., Odoardi, C., & Antino, M. (2021). Explorando habilidades requeridas para la Industria 4.0: Un enfoque orientado al trabajador. *Anales de Psicología*, 37(3), 577-588. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.444311>
- [11] Ribeiro, V. B., Nakano, D., & Muniz, J., Jr. (2024). The human resources and knowledge management integrated role in Industry 4.0/5.0: a Human-Centric Operations Management framework. *Production*, 34, e20240014. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20240014>
- [12] Ravina-Ripoll, R., Marchena, J., & Montañes, M. Á. (2019). Happiness Management en la época de la Industria 4.0. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(18), 189-202. <https://doi.org/10.17163/ret.n18.2019.01>
- [13] Peña-Jimenez, M., Battistelli, A., Odoardi, C., & Antino, M. (2021). Explorando habilidades requeridas para la industria 4.0: Un enfoque orientado al trabajador. *Anales de psicología*, 37(3), 577-588. <https://doi.org/10.6018/analesps.444311>
- [14] Da Silva, L. B. P., Soltovski, R., Pontes, J., Treinta, F. T., Leitão, P., Mosconi, E., de Resende, L. M. M., & Yoshino, R. T. (2022). Human resources management 4.0: Literature review and trends. *Computers & Industrial Engineering*, 168(108111), 108111. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108111>
- [15] Tasayco-Jala, A. A., Rojas-Gutiérrez, W. J., & Rouillon-Apagüño, J. R. F. (2023). Gestión del Conocimiento en Organizaciones 4.0. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(27), 278-294. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i27.513>
- [16] Escribá-Carda, N., Redondo-Cano, A., & Escribá-Moreno, M. (2024). Firms' digital transformation and e-human resource management. *A qualitative approach. TEC Empresarial*, 18(3), 103 - 128. <https://doi.org/10.18845/te.v18i3.7289>
- [17] Mursiti, I. S., Marimin, M., R., & Alex, D. (2023). Situational analysis of human resources in the Indonesian sugarcane agro-industry in the era of industry 4.0. *Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1358/1/012035>
- [18] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., et al. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- [19] Zervas I., & Stiakakis, E., (2024). Economic Sustainable Development through Digital Skills Acquisition: The Role of Human Resource Leadership. *Unión Europea. Sustainability*, 16(17), 7664. <https://doi.org/10.3390/su16177664>
- [20] Emmerentia, N., & Refilwe, L. (2024). Leadership talent mindset as a catalyst for talent management and talent retention. Botswana. *SA Journal of Human Resource Management*, 20. a1914. <https://doi.org/10.4102/sajhrm.v20i0.1914>
- [21] Méndez-Gutiérrez, X. M., Valiente-Saldaña, Y. M., Mantilla-Sevillano, J. E., & Gonzales-Rentería, Y. G. (2023). Transformación digital y su impacto en la gestión empresarial de empresas consultoras de talento humano. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 705-717. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2837>
- [22] Levano-Francia, L., Sanchez Diaz, S., Guillén-Aparicio, P., Tello-Cabello, S., Herrera-Paico, N., y Collantes-Inga, Z. (2019). Competencias digitales y educación. *Propósitos Y Representaciones*, 7(2), 569-588. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.329>
- [23] Miah, M. T., Erdei-Gally, S., Dancs, A., & Fekete-Farkas, M. (2024). A Systematic Review of Industry 4.0 Technology on Workforce Employability and Skills: Driving Success Factors and Challenges in South Asia. *Economies*, 12(2), 35. <https://doi.org/10.3390/economies12020035>
- [24] Ebnezer, R. G. (2024) Digitalization of human resource management and the significance of motivation in acquiring digital skills for employee retention. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*. 3, 887. <https://doi.org/10.56294/sctconf2024887>
- [25] Hazim Majid, A. Q. H., Abdul Rahim, N. F., Ping Teoh, A., & Alnoor, A. (2024) Factors Influencing the Intention to Use Human Resource Information Systems Among Employees of SMEs in Iraq. *Data and Metadata*. 3, 362. <https://doi.org/10.56294/dm2024.362>
- [26] Bernal, F. (2020). Big data: human resources management and the right to information of workers' representatives. *Cuadernos de Derecho Transnacional*, 12(2), 136-159. <https://doi.org/10.20318/cdt.2020.5605>
- [27] Revilla, C. P., Aguilar, F. A., & Barrientos, A. (2023). Modelo de Implementación de Metodologías y Frameworks Ágiles para el Sector de Recursos Humanos. *International Institute of Informatics and Systemics*, 165-171. <https://doi.org/10.54808/CICIC2023.01.165>



Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Impacto de la Adopción de Competencias Digitales y Tecnológicas de la Industria 4.0 en la Productividad, Empleabilidad, Innovación y Sostenibilidad Económica en Sectores Industriales: Un Análisis Comparativo con Competencias Laborales Tradicionales

Impact of the Adoption of Digital and Technological Competencies of Industry 4.0 on Productivity, Employability, Innovation, and Economic Sustainability in Industrial Sectors and SMEs: A Comparative Analysis with Traditional Labor Competencies

Heyson Anticona Hoyos¹ , Nelson Castillo García¹ , Adriana Gutiérrez Izquierdo¹ , Vicky Loyola López^{1*} , Karen Rojas Acuña¹ 

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

* Autor de correspondencia: t531300420@unitru.edu.pe

RESUMEN

En la Industria 4.0, la transformación digital y la automatización han redefinido las competencias en sectores industriales y PYMEs. Este artículo evalúa cómo las competencias digitales y tecnológicas impactan la productividad, empleabilidad, innovación y sostenibilidad económica, frente a las competencias tradicionales. Mediante una revisión bibliográfica basada en PICO y PRISMA, se analizaron 25 estudios (2018-2024), destacando mejoras significativas gracias a tecnologías como IoT, inteligencia artificial y Big Data. Sin embargo, barreras como resistencia al cambio, brechas educativas y falta de infraestructura limitan su adopción. Se sugieren capacitaciones, financiamiento y alianzas público-privadas para superar estas dificultades.

Palabras Clave: *Industria 4.0, competencias digitales, productividad, transformación digital, innovación.*

ABSTRACT

In Industry 4.0, digital transformation and automation have redefined competencies in industrial sectors and SMEs. This article evaluates how digital and technological competencies impact productivity, employability, innovation, and economic sustainability compared to traditional competencies. Through a literature review based on PICO and PRISMA methodologies, 25 studies (2018-2024) were analyzed, highlighting significant improvements driven by technologies such as IoT, artificial intelligence, and Big Data. However, barriers such as resistance to change, educational gaps, and lack of infrastructure limit their adoption. Training programs, financing, and public-private partnerships are suggested to overcome these challenges.

Keyword: *Industry 4.0, digital competencies, productivity, digital transformation, innovation.*

1. Introducción

En un mundo impulsado por la innovación tecnológica, la Industria 4.0 se erige como un catalizador de cambio que redefine las competencias laborales y transforma profundamente los entornos organizacionales. La digitalización, la automatización y el avance de tecnologías disruptivas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el Big Data no solo están redibujando las reglas del mercado, sino que también imponen la necesidad de adoptar habilidades que permitan a las empresas y trabajadores mantenerse competitivos en un entorno en constante evolución. Este fenómeno se vuelve aún más crítico tras la pandemia de COVID-19, que aceleró significativamente estas tendencias, consolidando la transición hacia un paradigma laboral más tecnológico [1].

El contexto actual plantea grandes desafíos. Según [2], la Cuarta Revolución Industrial está desplazando modelos tradicionales de empleo, mientras que [3] señala que la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías se ha convertido en un diferenciador clave para las organizaciones. Sin embargo, estudios recientes advierten sobre la resistencia al cambio, las brechas educativas y la falta de infraestructura como barreras críticas que limitan la adopción de estas competencias digitales [4, 5]. En el caso de las PYMEs, la transformación digital no solo define su supervivencia en un mercado competitivo, sino que también condiciona su capacidad para innovar y generar valor sostenible [6, 7].

Antecedentes previos sugieren que la adopción de competencias tecnológicas puede mejorar significativamente la productividad, la empleabilidad y la sostenibilidad económica. Por ejemplo, estudios realizados en Europa y América Latina destacan cómo herramientas digitales, como la inteligencia artificial y las plataformas colaborativas, están transformando los procesos operativos y los modelos de negocio [8, 5]. Sin embargo, también enfatizan la necesidad de políticas públicas, financiamiento y capacitación para superar las barreras mencionadas y garantizar una integración efectiva [9, 10].

La presente investigación se justifica por la necesidad de analizar cómo la adopción de estas competencias impacta el desempeño laboral y organizacional, en comparación con las competencias tradicionales. Este estudio tiene como objetivo general evaluar, desde un enfoque sistemático, las diferencias entre ambos tipos de competencias en términos de productividad, innovación, sostenibilidad económica y empleabilidad. Además, se busca proporcionar evidencia teórica y práctica para diseñar estrategias que permitan superar barreras, fomentar alianzas público-privadas y facilitar la transición hacia un entorno laboral más competitivo y dinámico.

Este análisis no solo aportará conocimiento actualizado sobre el estado actual de las competencias digitales en la Industria 4.0, sino que también contribuirá a la formulación de políticas y programas de capacitación que respondan a las demandas del mercado global. Al abordar esta temática desde una perspectiva integral, se espera fortalecer la capacidad de las empresas y los trabajadores para adaptarse a las demandas de un mundo cada vez más digitalizado.

2. Metodología

El presente estudio evalúa los efectos de la adopción de competencias digitales en trabajadores de sectores industriales tradicionales. Para ello, se formuló una pregunta de investigación basada en la metodología PICO que sirvió para proporcionar una guía en la

revisión bibliográfica en las que se usaron las directrices PRISMA 2020 seleccionando 25 publicaciones.

Se identificaron estudios relevantes en los repositorios Scopus, Dialnet, ProQuest, SciELO y Google Scholar, con el fin de analizar de manera confiable, rigurosa y transparente para finalmente definir la relación entre las competencias de la Industria 4.0 y la mejora de la productividad y empleabilidad.

Los criterios de elegibilidad se muestran en la Tabla 1, así como también los criterios de exclusión.

Tabla 1
Criterios de inclusión (CI) y criterios de exclusión (CE)

Criterio	Criterios de Inclusión (CI)	Criterios de Exclusión (CE)
Tipos de estudios	Artículos científicos, tesis doctorales y revisiones sistemáticas que evalúen competencias digitales y tradicionales en el contexto de la Industria 4.0.	Publicaciones teóricas sin análisis empírico, notas breves, editoriales o resúmenes sin datos relevantes sobre competencias laborales.
Temática	Estudios que comparen competencias digitales y tradicionales, analizando su impacto en productividad, empleabilidad, innovación y sostenibilidad económica.	Publicaciones que no analicen específicamente competencias laborales en el contexto de la Industria 4.0 o no aporten datos significativos.
Resultados	Investigaciones que reporten efectos concretos de la adopción de competencias digitales en sectores industriales.	Estudios que no presenten resultados específicos sobre la adopción o impacto de las competencias digitales y tecnológicas en el sector.
Tiempo	Publicaciones realizadas entre 2018 y 2024.	Publicaciones fuera del rango temporal establecido (antes de 2018).
Idioma	Publicaciones en inglés y español.	Publicaciones en otros idiomas que no sean los especificados.

El estudio corresponde a una revisión sistemática, cuyo alcance es descriptivo y comparativo. Se adoptaron las directrices PRISMA 2020 para estructurar el proceso de selección y evaluación de la literatura de las fuentes seleccionadas, lo que garantiza rigor metodológico y transparencia de la investigación.

Se definieron estrategias de búsqueda específicas para cada repositorio, utilizando términos en inglés y español relacionados con competencias laborales tradicionales, habilidades digitales y la Industria 4.0. Definidos en la Tabla 2.

Tabla 2
Repositorios y búsqueda sistemática

Repositorio	Consultas Utilizadas	No.
DIALNET	(Competencias laborales OR job skills) AND (Contexto Industria 4.0)	76
SCOPUS	("Competencias laborales" OR "job skills") AND ("Industria 4.0" OR "Industry 4.0")	26
PROQUEST	("Workforce skills") AND ("technology adoption" OR "adopción tecnológica")	30
SciELO	("Competencias tecnológicas" OR "habilidades digitales") AND ("productividad en la industria" OR "industrial productivity")	46
Google Scholar	("Competencias laborales tradicionales" OR "traditional job skills") AND ("technological adoption" OR "adopción de tecnología")	46

Análisis de datos

Extracción de datos

Se recopiló información clave de los estudios seleccionados, incluyendo: título, año, país, campo de aplicación, competencias identificadas y relevancia en un excel que permitió ordenar la información y hacer el posterior análisis, enfocándonos en identificar las competencias tradicionales y las competencias digitales y tecnológicas en el marco de la adopción de estas últimas, en el contexto de la industria 4.0.

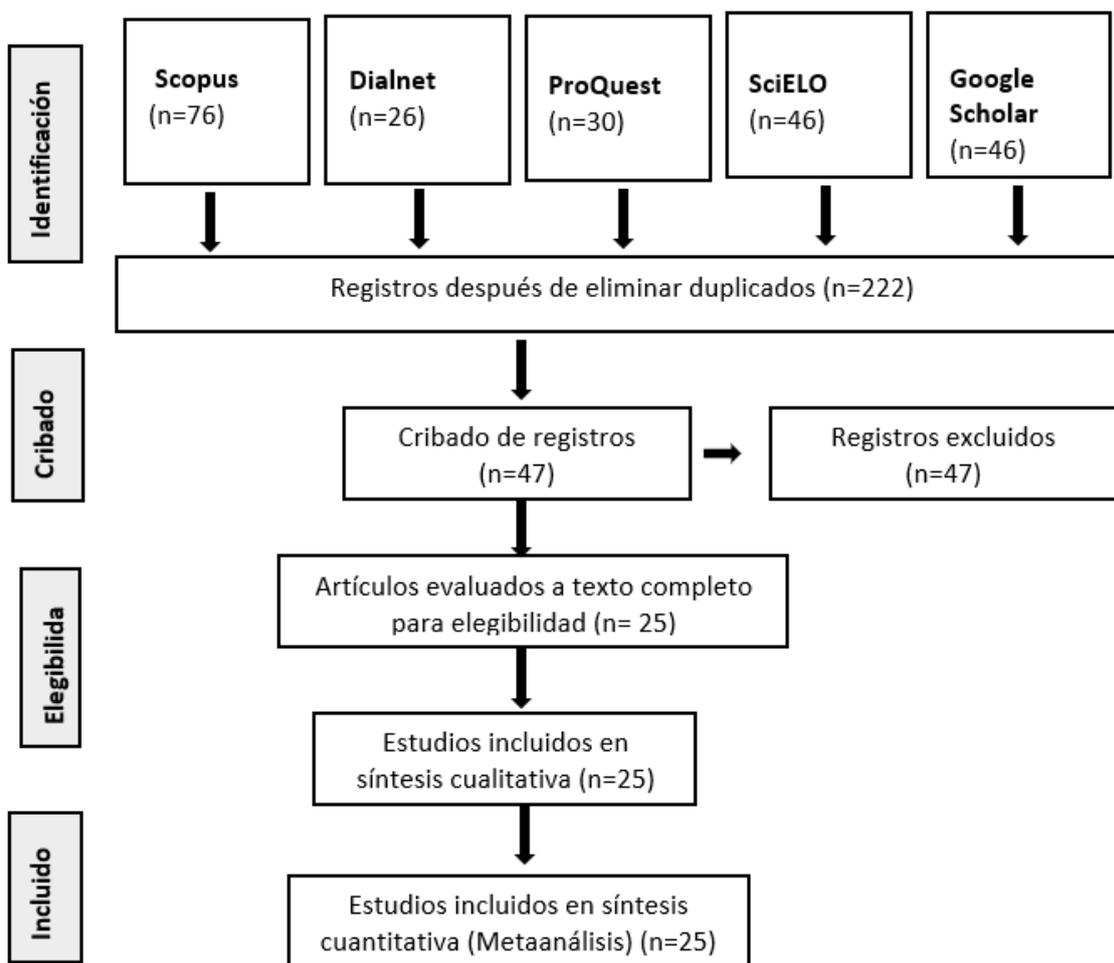


Figura 1. Análisis de datos por metodología Prisma.

Evaluación de riesgo de sesgo de los estudios individuales

Se utilizaron herramientas de evaluación como los criterios PRISMA para identificar posibles sesgos en la selección y en la calidad de los estudios. Además, se garantizó la inclusión equilibrada de estudios de diferentes regiones y contextos haciendo una síntesis de cada una de las investigaciones a partir de los criterios establecidos para la selección, buscando en lo posible reducir el sesgo de interpretación personal, el análisis se hace sobre una revisión sistemática de los datos, procurando evaluar la información a partir de hallazgos concretos y evidenciables lo que permitió un análisis coherente y comprobable, asegurando la validez y fiabilidad de este estudio (Figura 1).

Consideraciones éticas

Dado que la investigación se basa en literatura publicada, no se requiere aprobación ética formal. No obstante, se respetaron los derechos de autor y se citaron todas las fuentes de manera adecuada.

3. Resultados y discusión

Se seleccionaron 25 artículos de investigación, En la tabla 3 se describe las características de cada uno de ellos.

Tabla 3
Resultados de búsqueda sistemática

Título de la publicación	Año	País	Campo	Competencias identificadas
Las competencias del talento en la Industria 4.0, demanda vs oferta: caso de estudio de la Universidad Rey Juan Carlos, España. [11]	2022	España	Educación	Actualización de las competencias laborales tradicionales mediante programas educativos, integrando habilidades técnicas, metodológicas y personales.
Propuesta de construcción de competencias de innovación en la formación de ingenieros en el contexto de la industria 4.0 [12]	2021	Chile	Ingeniería	Mediante la incorporación de habilidades técnicas, sociales, de razonamiento y de gestión se transforman las competencias tradicionales para obtener competencias como automatización, IoT, análisis de datos e inteligencia artificial.
Presencia de los pilares de la industria 4.0 en la formación de ingenieros en el noreste de México [9].	2022	México	Ingeniería	Se destaca la importancia de fortalecer habilidades en robótica, simulación, inteligencia artificial, ciberseguridad y computación en la nube.
Empleo de las TIC y competencias digitales de los trabajadores de empresas privadas de Lima Norte [10].	2022	Perú	Sector empresarial	Un mayor uso de las TIC se relaciona con mejores competencias digitales, sugiriendo que estas son más relevantes que las competencias tradicionales para mejorar la efectividad en el trabajo
Competencias profesionales e Industria 4.0: análisis exploratorio para ingeniería industrial y administrativa en Medellín [13]	2020	Perú	Industrial	Implica el desarrollo de habilidades como la adaptación al cambio y el trabajo en equipo, lo que requiere una colaboración entre sector empresarial y educativo.
Innovación, madurez de la gestión del conocimiento e Industria 4.0: mirada en las pymes colombianas [6].	2024	Colombia	Sector empresarial	Se resalta la importancia de habilidades para gestionar y aplicar conocimiento en entornos digitales, integrando capacidades tecnológicas y colaborativas
Determinantes de la innovación en procesos. Un análisis desde las capacidades de aprendizaje y adaptación [7]	2023	Colombia	Innovación y procesos	Es crucial incluir habilidades que fomenten la innovación y la respuesta a cambios tecnológicos.
Factores clave para la implementación de transformación digital en empresas textiles, confecciones del cantón Cuenca [8].	2023	Ecuador	Industria textil	Destaca la importancia de la adopción de competencias tecnológicas y digitales, como el uso de redes sociales, aplicaciones móviles y software de gestión
Las competencias exigidas a los trabajadores de la Industria 4.0: Cambios en la gestión de personas [14]	2021	Portugal	Industrial	Los trabajadores desarrollan competencias avanzadas en áreas digitales, como la analítica de datos y el manejo de herramientas tecnológicas específicas.
Análisis de las competencias claves para la industria 4.0 [15]	2022	España	Industrial	Se identifican competencias digitales avanzadas, capacidad de resolución de problemas, y flexibilidad como esenciales para el entorno de la Industria 4.0.
Contadores del siglo XXI: desarrollo de competencias profesionales para la industria 4.0 [16]	2024	Ecuador	Administrativo	Se destacan las competencias tecnológicas necesarias como el manejo de software, análisis de datos, ciberseguridad y comunicación digital, así como la necesidad de adaptarse a los cambios éticos de la era digital
Impacto de la Innovación Tecnológica en las Competencias Laborales: Estudio en Perú [17]	2024	Perú	Industria en general	Destaca la importancia de desarrollar habilidades en tecnologías de la información y comunicación (TIC)
Competencias requeridas en la industria 4.0 en el entorno organizacional [18]	2023	Colombia	Industria en general	Es fundamental que los profesionales desarrollen capacidades en sistemas ciber físicos, inteligencia artificial y conectividad global.
La era de las competencias digitales en la empleabilidad [19]	2022	México	Industria en general	Se destaca la importancia de tener habilidades laborales como marketing digital, comercio electrónico, ciberseguridad y análisis de información y datos.
El reto de la educación 4.0: competencias laborales para el trabajo emergente por la covid-19 [20]	2020	México	Industria en general	Enfatiza en la necesidad de desarrollar habilidades para manipular dispositivos digitales, además de competencias para el trabajo, competencias de aprendizaje permanente (saber reaprender) y competencias lingüísticas.

Ingeniería de competencias en procesos de fabricación desde la industria 4.0. [21]	2021	España	Industria manufacturera	Las competencias en la Industria 4.0 incluyen la capacidad de adaptarse a entornos cambiantes resolver problemas complejos y desarrollar neuro competencias para un aprendizaje continuo.
Industria 4.0, competencia digital y el nuevo Sistema de Formación Profesional para el empleo [22]	2018	Italia	Industria manufacturera	Las competencias profesionales en la industria 4.0 se centran principalmente en el desarrollo de competencias digitales avanzadas, adaptabilidad a nuevas tecnologías y la capacidad de integración en entornos de trabajo digitales.
América Latina: El impacto de las tecnologías en el empleo y las reformas laborales [23]	2018	Italia	Ingeniería tecnológica	Las competencias clave en la industria 4.0 incluyen habilidades cognitivas avanzadas para análisis y resolución de problemas, competencias técnicas en robótica, inteligencia artificial y automatización, habilidades interpersonales para la colaboración en equipo, y competencias estratégicas.
Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. [24]	2021	México	Educación en ingeniería industrial	Se identifica una necesidad de mejorar las competencias tecnológicas específicas como big data, simulación, IoT para que complementen las competencias tradicionales.
Prototipado de la industria 4.0: mejora de la eficiencia y la productividad en pequeñas empresas mediante iteraciones y soluciones de bajo coste [25]	2024	Noruega	Industria Manufacturera	Capacidades para la automatización y prototipado, conocimiento en integración de sistemas de monitoreo y análisis de datos, capacidad de innovación en procesos productivos, desarrollo de habilidades en IoT y manejo de sistemas de visión por computadora, capacidades para el aprendizaje continuo y la actualización tecnológica.
La adopción de tecnologías de la Industria 4.0 mediante el uso del marco del entorno organizacional tecnológico: el papel mediador del desempeño manufacturero en un país en desarrollo [26]	2024	India	Industria manufacturera	Competencias en tecnologías digitales avanzadas, conciencia y aplicación de la sostenibilidad, capacidades en gestión de proyectos digitales, orientación a la innovación y mejora continua capacidad de análisis de datos y toma de decisiones basadas en datos.
El nivel de conocimiento y adopción de tecnologías emergentes en la Cuarta Revolución Industrial (4IR) por parte de los contratistas en Malasia [27]	2024	Malasia	Industria de construcción civil	Se destacan las siguientes competencias: Habilidades digitales, uso de tecnologías emergentes como IoT, BIM y realidad aumentada/virtual, gestión de proyectos y toma de decisiones estratégicas, creatividad e innovación, trabajo en equipo en entornos digitales, gestión de datos y análisis (big data).
Una metodología centrada en el ser humano para la coevolución de las habilidades de los operadores, las herramientas digitales y las interfaces de usuario para apoyar al Operador 4.0 [28]	2024	Italia	Industria tecnológica	Se destacan las siguientes competencias: Automatización adaptativa, conocimientos en economía circular, monitorización de parámetros humanos, capacidades de toma de decisiones estratégicas
Desentrañar las tensiones centradas en el ser humano en el camino hacia la Industria 5.0: revisión de la literatura, estrategias de resolución y agenda de investigación [29]	2024	Dinamarca	Industria manufacturera	Competencias digitales y de manejo de datos, Habilidades de colaboración humano - máquina, competencias de seguridad y evaluación de riesgos, habilidades en sostenibilidad y pensamiento crítico, flexibilidad y capacidad de aprendizaje continuo.
Concepción, desarrollo y validación de un modelo interaccionista de competencias profesionales en la industria 4.0. [30]	2021	España	Industria tecnológica	Las competencias profesionales en la industria 4.0 se agrupan en cinco categorías clave: habilidades cognitivas, interpersonales, funcionales para el negocio, tecnológicas y estratégicas.

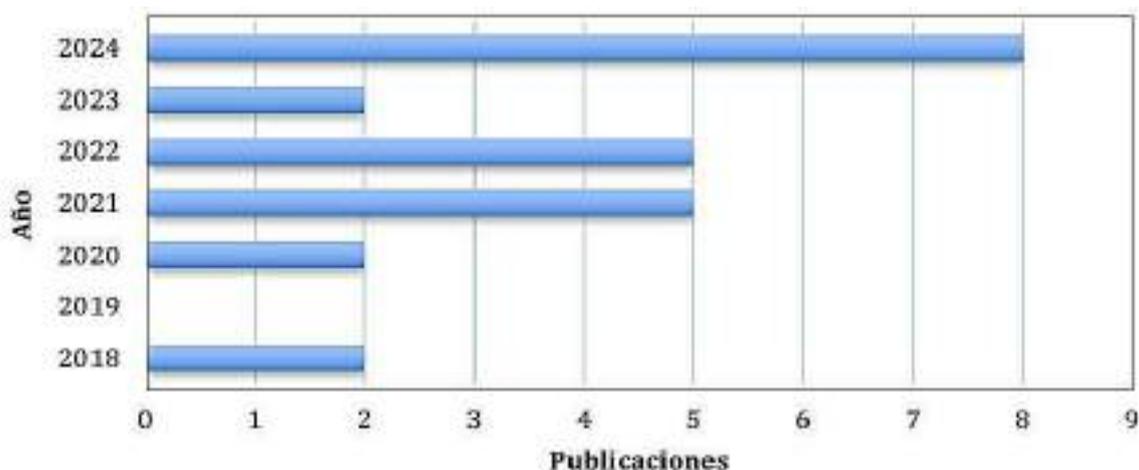


Figura 2. Clasificación de publicaciones por año.

En la Figura 2, se observa que la mayor cantidad de artículos fueron publicados en el año 2024, representando aproximadamente el 35% del total, mientras que en los años 2018 y 2020 se tuvo la menor cantidad de publicaciones, con solo 2 artículos en cada uno.

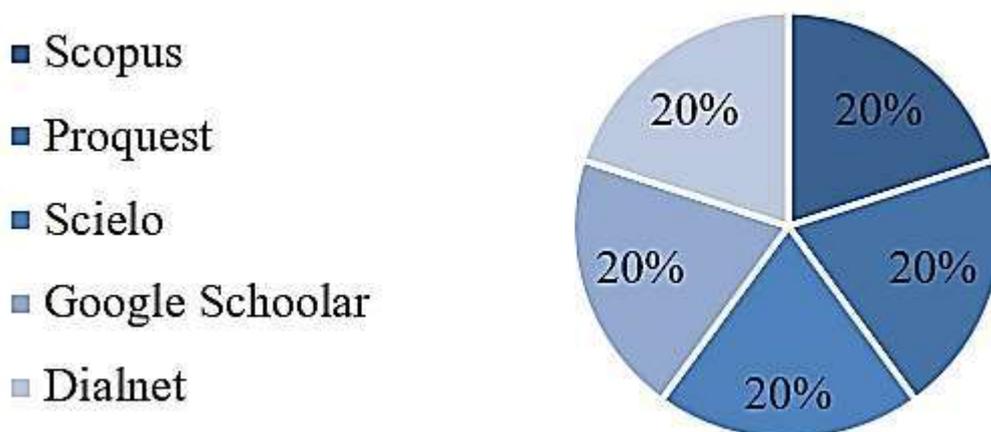


Figura 3. Clasificación por base de datos.

En la Figura 3 se muestran las fuentes de información utilizadas; cada fuente (Dialnet, Google Académico, Scielo, ProQuest y Scopus) aportó el 20% de las publicaciones analizadas.

El uso del mismo porcentaje (20%) de cada fuente de información (Dialnet, Google Académico, Scielo, ProQuest y Scopus) se justifica para asegurar una representación equilibrada y diversa de las publicaciones analizadas. Al distribuir de manera equitativa el peso entre estas plataformas, se minimiza el riesgo de sesgo hacia una fuente en particular y se obtiene una visión más completa y amplia del tema investigado. Cada base de datos tiene características y enfoques diferentes, lo que garantiza que se cubran una variedad de perspectivas, metodologías y contextos. Esto contribuye a un análisis más representativo y fiable, al tiempo que mantiene la validez del estudio al evitar que los resultados dependan excesivamente de una sola fuente.

Tabla 4
Competencias tradicionales vs competencias digitales y tecnológicas (I4.0)

Publi.	Dimensión/indicador	Competencias tradicionales	Competencias digitales y tecnológicas (i4.0)	Impacto observado	Barreras/facilitadores
1	Concordancia entre competencias enseñadas y demandas laborales	Gestión administrativa tradicional	Ciberseguridad, creatividad, sostenibilidad	Discrepancia entre lo enseñado en universidades y lo demandado por la Industria 4.0.	Resistencia al cambio en currículos (barrera); posibilidad de rediseñar programas académicos (facilitador).
2	Habilidades necesarias para futuros ingenieros	Diseño básico, resolución técnica	Habilidades técnicas avanzadas, innovación tecnológica.	Modelo de competencias de innovación que integra sostenibilidad y tecnología.	Currículos obsoletos (barrera); alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (facilitador).
3	Formación de ingenieros basada en los pilares de la Industria 4.0	Fabricación tradicional, metodologías de diseño	Robótica, simulación, IA, manufactura aditiva	Necesidad de fortalecer formación en ciberseguridad y computación en la nube.	Falta de acceso a tecnologías específicas (barrera); cuestionarios validados para evaluar brechas (facilitador).
4	Competencias tecnológicas requeridas por ingenieros industriales	Procesos de manufactura tradicionales	Big data, IoT, simulación, sistemas inteligentes	Requiere adaptación urgente de programas educativos para incluir tecnologías avanzadas.	Limitada inversión en TIC (barrera); existencia de investigaciones que destacan las competencias necesarias (facilitador).
5	Relación entre uso de TIC y competencias digitales en trabajadores	Comunicación, gestión básica	Resolución de problemas tecnológicos, manejo avanzado de TIC	Relación significativa entre uso de TIC y mejora en competencias digitales.	Escasa capacitación en TIC (barrera); alto interés en desarrollar estas competencias por parte de los trabajadores (facilitador).
6	Competencias necesarias para la formación en ingeniería industrial y administrativa	Enfoque en habilidades duras	Habilidades técnicas, blandas, trabajo en equipo	Educación superior debe actualizarse para formar profesionales integrales.	Rigidez en los currículos (barrera); necesidad de colaboración entre universidades y empresas (facilitador).
7	Relación entre gestión del conocimiento y capacidad de innovación en PYMES	Organización tradicional	Gestión del conocimiento, herramientas colaborativas	Madurez en la gestión del conocimiento mejora significativamente la capacidad innovadora.	Limitaciones en la implementación de tecnologías (barrera); prácticas organizacionales efectivas (facilitador).
8	Capacidad de aprendizaje y adaptación en empresas industriales	Procesos estáticos	Innovación tecnológica, estructura organizacional adaptativa	Aprendizaje incrementa un 27% la capacidad para innovar en procesos industriales.	Falta de inversión en I+D (barrera); importancia de la información y proveedores tecnológicos (facilitador).
9	Factores clave en la digitalización de empresas textiles	Métodos tradicionales de gestión	Presencia online, uso de marketing digital	Nivel moderado de digitalización.	Resistencia al cambio (barrera); potencial de colaboración con proveedores de tecnología (facilitador).
10	Cambios en la gestión de personas en la Industria 4.0	Habilidades técnicas básicas	Analítica de datos, flexibilidad tecnológica	Preparación continua en habilidades digitales es clave para integrar	Resistencia a programas de capacitación (barrera); inversión en desarrollo

				trabajadores a entornos inteligentes.	profesional (facilitador).
11	Competencias esenciales para trabajadores en la Industria 4.0	Resolución tradicional de problemas	Innovación tecnológica, flexibilidad, habilidades digitales avanzadas	Adopción de competencias mejora productividad y empleabilidad.	Limitada capacitación en habilidades tecnológicas (barrera); evaluación efectiva de competencias laborales (facilitador).
12	Competencias profesionales para contadores en la Industria 4.0	Ética contable, análisis financiero	Manejo de software contable, análisis de datos, ciberseguridad, comunicación digital	Los contadores adquieren un rol más estratégico, apoyando decisiones y crecimiento organizacional.	Falta de formación en herramientas digitales (barrera); adopción de estándares éticos en la tecnología (facilitador).
13	Cambios en habilidades laborales debido a la innovación tecnológica	Competencias manuales, operativas	Manejo de software especializado, adaptabilidad tecnológica	Competencias digitales incrementan productividad y competitividad laboral en sectores tradicionales.	Escasa formación en habilidades digitales (barrera); interés en adquirir nuevas competencias por parte de los trabajadores (facilitador).
14	Competencias esenciales en sectores industriales tradicionales	Dominio básico de herramientas	Herramientas digitales avanzadas, análisis de datos, aprendizaje continuo	Digitalización y actualización constante mejoran productividad en entornos industriales.	Inversión limitada en tecnología (barrera); apertura a la formación continua (facilitador).
15	Importancia de competencias digitales en el mercado laboral actual	Métodos tradicionales de comunicación laboral	Trabajo remoto, gestión de datos, seguridad digital	Competencias digitales son imprescindibles para la empleabilidad y sostenibilidad económica.	Desigualdad en acceso a tecnologías (barrera); incremento de trabajos digitales (facilitador).
16	Competencias necesarias para estudiantes universitarios	Resolución básica de problemas	Pensamiento crítico, transdisciplinariedad, aprendizaje permanente	Se identificaron seis competencias clave para el entorno laboral acelerado por la pandemia.	Falta de alineación en políticas públicas (barrera); interés global en competencias digitales (facilitador).
17	Habilidades estratégicas para enfrentar la Industria 4.0	Planificación operativa	Habilidades tecnológicas, capacidades estratégicas	Las habilidades estratégicas incrementan el desempeño proactivo.	Escasa formación estratégica en empresas (barrera); validación psicométrica de herramientas para evaluación (facilitador).
18	Neuro competencias para la manufactura 5.0	Habilidades humanas básicas	Interfaces humano-tecnológicas, sistemas adaptativos	Evolución del operador 4.0 al 5.0 mediante interfaces flexibles centradas en el factor humano.	Complejidad de integración tecnológica (barrera); avances en neurociencia aplicada (facilitador).
19	Formación profesional basada en normativas innovadoras	Competencias técnicas básicas	Adquisición de habilidades disruptivas, educación continua	"Educación disruptiva" como herramienta clave para nuevas competencias.	Resistencia normativa al cambio (barrera); potencial de métodos innovadores (facilitador).
20	Transformación del empleo tradicional en la era digital	Trabajo manual	Digitalización, automatización	Digitalización crea polarización laboral: alta capacitación vs. exclusión.	Desregulación laboral (barrera); influencia de modelos europeos para mejorar formación (facilitador).

21	Implementación de tecnologías de bajo coste en pequeñas empresas	Métodos manuales de mejora continua	Soluciones de prototipado, manufactura digital	Prototipado iterativo mejora productividad en pequeñas empresas.	Costos iniciales de implementación (barrera); acceso a espacios de fabricación locales (facilitador).
22	Adopción de tecnologías avanzadas en países en desarrollo	Procesos tradicionales	Marco TOE, decisiones tecnológicas basadas en datos	Marco TOE permite relacionar tecnología con desempeño industrial.	Falta de recursos tecnológicos (barrera); apoyo gubernamental en innovación (facilitador).
23	Adopción de tecnologías 4.0 en la construcción	Métodos tradicionales de construcción	Tecnologías semiautomatizadas	Nivel bajo de adopción de tecnologías avanzadas en construcción.	Escasa conciencia sobre beneficios tecnológicos (barrera); planificación estratégica a largo plazo (facilitador).
24	Herramientas digitales para el Operador 4.0	Operaciones manuales	HMI personalizadas, interfaces adaptativas	Interfaces adaptativas aumentan eficiencia y sostenibilidad en manufactura.	Complejidad técnica de implementación (barrera); soporte de proyectos industriales como DaCapo (facilitador).
25	Tensiones y estrategias en la transición hacia la Industria 5.0	Coordinación básica	Automatización, bienestar, educación tecnológica	Tensiones en aprendizaje y automatización requieren estrategias interrelacionadas.	Desafíos en educación y bienestar (barrera); marco teórico para resolución de tensiones (facilitador).

Cada publicación señala el impacto que la adopción de competencias digitales tiene en las diferentes áreas identificadas, tales como la mejora de la productividad, el aumento de la innovación, la mejor adaptación al cambio y la mejora de la competitividad. Además de manera cuantitativa o cualitativa, los resultados positivos de integrar competencias digitales en los trabajadores y las organizaciones que además son similares a pesar de no sólo ser de diferentes países, sino que además son industrias totalmente diferentes (Tabla 4).

En cada estudio, se identifica si existen barreras o facilitadores para la adopción de competencias digitales, considerando que cada país tiene una estructura política, social y cultural diferente:

- Barreras: Limitaciones que obstaculizan la resistencia al cambio, falta de recursos o infraestructura deficiente, falta de políticas públicas orientadas al cambio.
- Facilitadores: Factores que apoyan el proceso de adopción tecnológica, como financiamiento público, programas de capacitación o alianzas público-privadas.

Las dimensiones en la tabla que se han considerado, refieren a los diferentes aspectos que abordan las tesis para evaluar la adopción de competencias digitales y su impacto, además estas derivan del análisis hecho a la productividad, empleabilidad, innovación y sostenibilidad económica. Estas dimensiones están alineadas con la pregunta PICO y los objetivos del análisis propuesto en este trabajo. Las dimensiones que se han incluido son:

- a) Productividad: Cómo las competencias digitales impactan la eficiencia de los procesos y la capacidad de las empresas para generar más productos o servicios con los mismos recursos.
- b) Innovación empresarial: La capacidad de las organizaciones para integrar nuevas tecnologías en sus operaciones y cómo esto afecta su competitividad e innovación.

- c) Sostenibilidad económica: Analiza el impacto de la adopción tecnológica en la rentabilidad y la sostenibilidad a largo plazo de las empresas.
- d) Competencias laborales: Evaluación de las habilidades requeridas en los trabajadores para adaptarse a las demandas de la Industria 4.0, comparando las competencias tradicionales y digitales.
- e) Neuro competencias: Se refiere al uso de tecnologías avanzadas, como la neuro instrucción y los gemelos digitales, que permiten mejorar las competencias cognitivas de los empleados en el entorno de trabajo.
- f) Empleabilidad: Evaluación del impacto de las competencias digitales en las oportunidades de empleo y la capacidad de adaptación al cambio tecnológico.
- g) Formación académica: Enfoque en cómo los currículos educativos están respondiendo a las demandas de la Industria 4.0, incorporando habilidades digitales.
- h) Innovación en procesos: La capacidad de adoptar tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y la automatización de procesos.

La Industria 4.0 está transformando profundamente las competencias laborales, desplazando las habilidades tradicionales como las manuales y operativas hacia competencias digitales y adaptativas. Estas nuevas habilidades incluyen el manejo de tecnologías avanzadas como IoT, Big Data e inteligencia artificial, además de cualidades como la flexibilidad y la resiliencia, esenciales en entornos digitales dinámicos.

La adopción de competencias digitales ha demostrado mejorar significativamente la productividad, fomentan la innovación, al permitir la integración de nuevas tecnologías y la toma de decisiones estratégicas basadas en datos en tiempo real, lo que resulta crucial para la competitividad empresarial.

En cuanto a la empleabilidad, las competencias digitales se han convertido en un factor clave, mientras que las habilidades tradicionales pierden relevancia debido a la automatización. Sin embargo, la transición enfrenta barreras como la resistencia cultural, las brechas educativas y la falta de infraestructura, aunque programas de capacitación, alianzas público-privadas y políticas de financiamiento han sido identificados como facilitadores efectivos.

En síntesis, la integración de competencias digitales es esencial para aumentar la productividad, la innovación y la empleabilidad. Superar las barreras estructurales y promover estrategias de formación y digitalización permitirá que trabajadores y empresas se adapten con éxito a los retos de la era digital.

4. Conclusiones

Buscando establecer los parámetros correctos y pertinentes para esta revisión, fue necesario el enfoque PICO y el análisis PRISMA 2020 y de esta manera asegurar la representatividad y validez de los datos recopilados, se pudo profundizar e identificar la relación entre competencias tradicionales y digitales en el contexto de la I4.0.

Se identificaron barreras culturales y psicológicas, particularmente en trabajadores de sectores tradicionales, que dificultan la adopción de nuevas habilidades tecnológicas. Esto destaca la necesidad de programas de capacitación que no solo desarrollen habilidades técnicas, sino que también fortalezcan la adaptabilidad, el aprendizaje continuo y la colaboración, competencias que facilitan una integración más efectiva en entornos de trabajo digitales. La metodología utilizada.

Para investigaciones futuras, se recomienda explorar la efectividad de programas de capacitación específicos que combinen competencias técnicas y habilidades blandas en trabajadores de sectores industriales tradicionales. Además, sería valioso analizar los efectos a largo plazo de estas competencias en la empleabilidad y la adaptabilidad de los trabajadores en diferentes contextos industriales y regiones geográficas, lo cual permitiría a empresas y gobiernos diseñar políticas de formación más precisas y efectivas para enfrentar los desafíos de la era digital.

La investigación sobre la adopción de competencias digitales y tecnológicas en la Industria 4.0 muestra una clara evidencia de que la integración de estas competencias mejora significativamente diversos aspectos del desempeño empresarial y laboral. Al comparar los beneficios de la adopción de tecnologías avanzadas con las competencias tradicionales, se observa que las empresas y trabajadores que adoptan estas tecnologías experimentan mejoras notables en productividad, empleabilidad, innovación empresarial y sostenibilidad económica.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Stalmachova, K., Juhász, J., & Moravčíková, D. (2022). Accelerating digital transformation in SMEs during the COVID-19 pandemic: Challenges and opportunities. *Journal of Business Research*, 144, 789–799.
- [2] Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business.
- [3] Marr, B. (2018). *Artificial Intelligence in Practice: How 50 Companies Used AI and Machine Learning to Solve Problems*. Wiley.
- [4] Hoch, R., & Brad, E. (2021). The future of work: Bridging the skills gap in a digital economy. *Workforce Development Quarterly*, 29(3), 45–63.
- [5] González, A. M., Márquez, R. L., & Santillán, D. J. (2019). Innovación y eficiencia en la Industria 4.0: Retos y oportunidades en América Latina. *Journal of Technological Advances*, 32(4), 213–230.
- [6] Riascos-Erazo, S. C., & Aguilera-Castro, A. (2024). Innovación, madurez de la gestión del conocimiento e Industria 4.0: Una mirada en las PYMEs colombianas. *Journal of Technology Management & Innovation*, 19(1), 29–39. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242024000100029>
- [7] Alvarez-Melgarejo, M., Beltrán-Díaz, A., & Torres-Barreto, M. L. (2023). Determinantes de la innovación en procesos. Un análisis desde las capacidades de aprendizaje y adaptación. *Innovar*, 34(91). <https://doi.org/10.15446/innovar.v34n91.100632>
- [8] Japón, D. B. B., Arandes, J. T., & Japón, J. L. B. (2023). Factores clave para la implementación de transformación digital en empresas textiles, confecciones del cantón Cuenca. *Pacha Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global*, 4(12), e230224. <https://doi.org/10.46652/pacha.v4i12.224>
- [9] Lizbeth, H. M., & Lizbeth, H. M. (s. f.). Presencia de los pilares de la industria 4.0 en la formación de ingenieros en el noreste de México. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142022000200019&lang=es
- [10] Retamozo, B. I. M. (2024). Empleo de las TIC y competencias digitales de los trabajadores de empresas privadas de Lima Norte. *EDMETIC*, 13(2), 1–12. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v13i2.15842>
- [11] Las competencias del talento en la Industria 4.0, demanda vs oferta: Caso de estudio de la Universidad Rey Juan Carlos, España. (2020). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062022000100019&lang=es
- [12] Propuesta de construcción de competencias de innovación en la formación de ingenieros en el contexto de la Industria 4.0 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). (2021). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062021000200075&lang=es
- [13] Arenas, I. D. R., Medina, E. J., & Callejas, R. Y. (2021). Competencias profesionales e Industria 4.0: análisis exploratorio para ingeniería industrial y administrativa en Medellín. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía (RIIEP)*, 14(2). <https://doi.org/10.15332/25005421.6299>
- [14] Las competencias exigidas a los trabajadores de la Industria 4.0: Cambios en la gestión de personas. (2021). Recuperado el 13 de noviembre de 2024, de https://online.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/7408/1/PDF_72383-Texto%20del%20art%3%adculo-4564456640847-1-10-20220506.pdf
- [15] Mababu, R. (2022). Análisis de las competencias claves para la industria 4.0. (2022). *TECHNO Review*. 2-15. <https://eaapublishing.org/journals/index.php/technorev/article/view/568/681>

- [16] Paola, A. G. J., Enrique, Z. S. P., & Paulina, M. N. V. (2024). Contadores del siglo XXI: Desarrollo de competencias profesionales para la Industria 4.0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442024000400179&lang=es
- [17] Del Rosario, F. (2024). Impacto de la innovación tecnológica en las competencias laborales: estudio en Perú. *Alternativa Financiera*, 15. <https://orcid.org/0000-0003-3829-4422>
- [18] Rúa-Barrera, S., Gaviria-Yepes, L. M., & Mona-Martínez, H. (2023). Vista de Competencias requeridas en la industria 4.0 en el entorno organizacional. *Rev. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 10(1), 13-30 <https://doi.org/10.26495/icti.v10i1.2396>
- [19] Gómez, C. (2022). La era de las competencias digitales en la empleabilidad. *Revista cnci*, 1(1), 69-78. <https://doi.org/10.59142/rcnci.v1i1.24>
- [20] Bermúdez, G. M., & Ferrer, A. E. E. (2021). El reto de la educación 4.0: competencias laborales para el trabajo emergente por la COVID-19. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas: RICSH*, 10(19), 261-283. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8086244>
- [21] Jorge, S. G., & Francisco, A. G. (2021). Ingeniería de competencias en procesos de fabricación desde la Industria 4.0: Aplicación al grado de ingeniería mecánica. Programa de Doctorado en Fabricación, Materiales e Ingeniería Ambiental por la Universidad de Cádiz. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=287065>
- [22] Nají, M. J. (2018). Industria 4.0, competencia digital y el nuevo Sistema de Formación Profesional para el empleo. *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho del Empleo*, 6(1), 164-194. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6354879>
- [23] Delgue, J. R. (2018). América Latina: El impacto de las tecnologías en el empleo y las reformas laborales. *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho del Empleo*, 6(1), 6-37. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6354873>
- [24] González-Hernández, I. J., & Granillo-Macías, R. (2020). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. *Revista electrónica de investigación educativa*, 22, e30. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e30.2750>
- [25] Havsgård, H., Nygård, D., & Steinert, M. (2024). Prototyping industry 4.0: enhancing efficiency and productivity in small enterprises through iteration and low-cost solutions. *International Design Conference*, 275-284. <https://doi.org/10.1017/pds.2024.30>
- [26] Amin, A., Bhuiyan, M. R. I., Hossain, R., Molla, C., Poli, T. A., & Milon, M. N. U. (2024). The adoption of Industry 4.0 technologies by using the technology-organizational environment framework: The mediating role of manufacturing performance in a developing country. *Business Strategy & Development*, 7(2), e363. <https://doi.org/10.1002/bsd2.363>
- [27] Jaafar, M., Salman, A., Ghazali, F. E. M., Zain, M. Z. M., & Kilau, N. M. (2024). The awareness and adoption level of emerging technologies in Fourth Industrial Revolution (4IR) by contractors in Malaysia. *Ain Shams Eng. J.*, 102710. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102710>
- [28] Fabio, G., Giuditta, C., Margherita, P., & Raffaelli, R. (2025). A human-centric methodology for the co-evolution of operators' skills, digital tools and user interfaces to support the Operator 4.0. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 91, 102854. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2024.102854>
- [29] Pacheco, D. A. D. J., & Iwaszchenko, B. (2024). Unravelling human-centric tensions towards Industry 5.0: Literature review, resolution strategies and research agenda. *Digital Business*, 4(2), Article 100090. <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2024.100090>
- [30] Battistelli, A., & Antino, M. (2021). Concepción, desarrollo y validación de un modelo interaccionista de competencias profesionales en la industria 4.0. Programa de Doctorado en Psicología por la Universidad Complutense de Madrid. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=305612>



Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Estrategias de Recursos Humanos para Promover la Adaptación al Cambio en Empresas que Adoptan Tecnologías de la Industria 4.0: Una Revisión Bibliográfica

Human Resource Strategies to Promote Adaptation to Change in Companies Adopting Industry 4.0 Technologies: A Literature Review

Brandon Jheling Guevara Chávez^{1*} , Israel André Marcos Moreno¹ ,
Jefry Jair Nizama Agurto¹ , José Julián Polo García¹ , Juan Josué Sánchez Nieves¹ 

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

*Autor de correspondencia: jgonzalezv@unitru.edu.pe

RESUMEN

Este artículo analiza las estrategias de recursos humanos que facilitan la adaptación al cambio en empresas que adoptan tecnologías de la Industria 4.0, mediante una revisión sistemática de la literatura con el enfoque PRISMA. A partir de búsquedas en SCOPUS, ScienceDirect y Scielo, se seleccionaron 25 artículos relevantes bajo estrictos criterios de inclusión. Los resultados destacan la importancia del desarrollo de habilidades técnicas y transversales para mejorar la competitividad empresarial. Modelos como el People Capability Maturity Model (PCMM) y el Industry 4.0 Competency Maturity Model (I4.0CMM) abordan competencias clave para la gestión del talento humano en entornos digitales. Estrategias como la digitalización, automatización, formación continua y gestión del conocimiento son fundamentales para una adaptación exitosa a los avances tecnológicos. Aunque existen limitaciones metodológicas entre los estudios, los hallazgos subrayan que estas estrategias son esenciales para potenciar la innovación y la competitividad en la era de la Industria 4.0.

Palabras Clave: *Gestión de recursos humanos, Industria 4.0, Adaptación al cambio, Transformación digital; competencias.*

ABSTRACT

This article aims to analyze the human resources strategies that facilitate adaptation to change in companies adopting Industry 4.0 technologies, through a systematic review of the literature using the PRISMA approach. Databases such as SCOPUS, ScienceDirect and Scielo were searched, and 25 relevant articles were selected after applying rigorous inclusion criteria. The results indicate that the development of technical and transversal skills is essential to improve business competitiveness. Models such as the People Capability Maturity Model (PCMM) and the Industry 4.0 Competency Maturity Model (I4.0CMM), which address key competencies for managing human talent in the digital context, stand out. In addition, digitization, automation and continuous training, as well as knowledge management, are identified as strategic, which are essential for companies to successfully adapt to technological advances. Despite the limitations of the evidence, such as the lack of methodological uniformity among the studies, the findings underline the importance of these strategies to enhance the innovation and competitiveness of organizations in the era of Industry 4.0.

Keyword: *Human Resource Management, Industry 4.0, Adaptation to change, Digital transformation; competencies.*

1. Introducción

La Industria 4.0 representa un cambio paradigmático en el entorno empresarial, impulsando la digitalización, automatización e interconexión de sistemas como motores de transformación organizacional [1]. Este proceso genera oportunidades de competitividad, pero también plantea desafíos en la gestión del cambio y el desarrollo del capital humano.

La adopción de tecnologías como IoT, aprendizaje automático y Big Data redefine procesos empresariales y roles laborales, exigiendo nuevas competencias [2]. Abubakar et al. [3] resaltan la necesidad de estrategias de gestión del conocimiento para preservar saberes críticos, mientras Oztemel & Gursev [4] advierten que su ausencia limita el aprovechamiento tecnológico. Vuksanović et al. [5] identifican barreras como la falta de competencias, resistencia al cambio y limitaciones financieras.

El capital humano es clave en esta transición. Hajoary et al. [6] subrayan que muchas empresas aún no adoptan plenamente tecnologías digitales, destacando la relevancia de la formación continua. Núñez-Merino et al. [7] enfatizan el aprendizaje organizacional para enfrentar cambios tecnológicos, mientras Sartori et al. [8] abordan innovaciones como fábricas virtuales y habilidades críticas. Asimismo, una cultura organizacional que fomente flexibilidad e innovación resulta esencial [2].

Este artículo analiza estrategias de recursos humanos para facilitar la transición a la Industria 4.0, resaltando su impacto en la competitividad y la importancia del aprendizaje continuo, el desarrollo de competencias y la innovación.

2. Metodología

En este estudio, se empleó una revisión sistemática utilizando la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Según Page et al. [9], PRISMA es una herramienta que facilita la replicación, actualización y presentación transparente de revisiones sistemáticas, asegurando un análisis riguroso y completo. Esta metodología permitió abordar la pregunta central: ¿Qué estrategias de recursos humanos son necesarias para promover la adaptación al cambio en empresas que adoptan tecnologías de la Industria 4.0?

La búsqueda inicial se realizó identificando palabras clave como "recursos humanos" e "Industria 4.0", refinando los resultados mediante filtros por acceso abierto, publicaciones de los últimos cinco años y artículos en inglés. Se utilizaron bases de datos indizadas como SCOPUS, SCIENCEDIRECT, Scielo, DOAJ, Springer y AOSIS para recopilar información.

Criterios de elegibilidad

Las investigaciones seleccionadas para este estudio deben cumplir con los siguientes criterios: (I) La publicación debe haber sido realizada entre los años 2020 y 2024, (II) Los documentos deben estar disponibles en inglés, (III) El contenido debe ser accesible mediante acceso gratuito o institucional, mostrando la información completa requerida y (IV) Las publicaciones deben corresponder a artículos de revistas científicas.

Criterios de exclusión

Se excluirán de esta investigación los siguientes elementos: (1) Publicaciones que no pertenezcan a bases de datos académicas reconocidas, (2) Investigaciones que no se relacionen con el enfoque temático definido en este estudio y (3) Documentos que no proporcionen acceso al texto completo o carezcan de análisis validado.

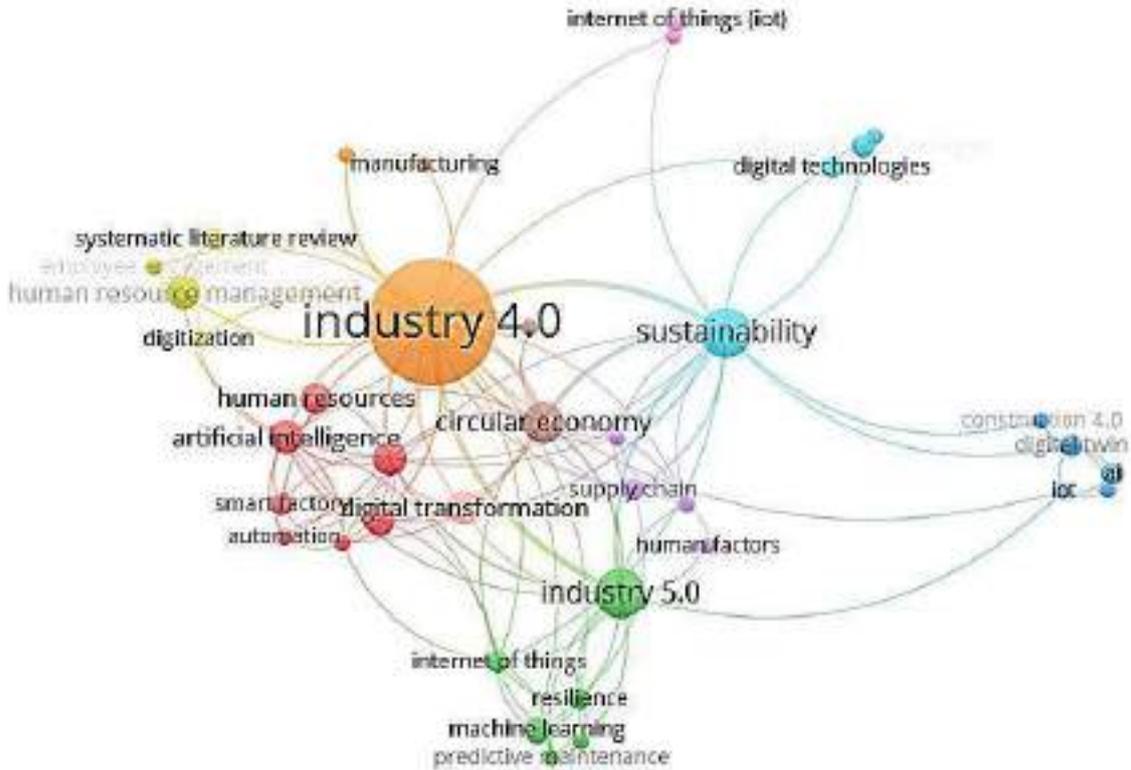


Figura 3. Gráfico de palabras clave elaborado en VOSViewer con resultados de ScienceDirect.

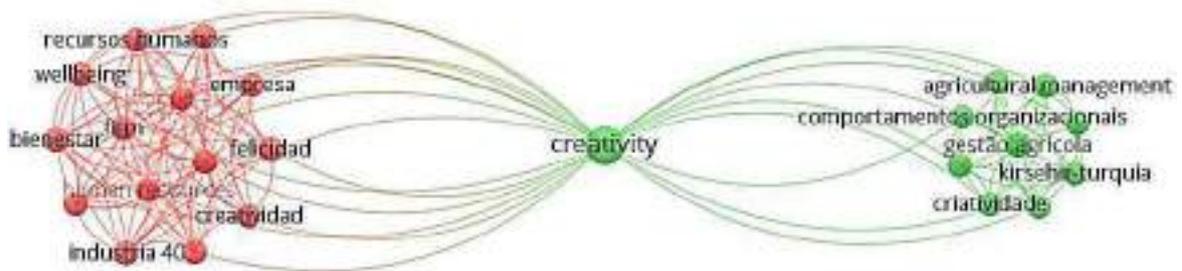


Figura 4. Gráfico de palabras clave elaborado en VOSViewer con resultados de Scielo.

Se presenta una tabla con los resultados de la búsqueda inicial, seguida de un diagrama de flujo PRISMA que detalla el proceso de selección de artículos. Tras una revisión exhaustiva y la aplicación de criterios adicionales, se seleccionaron 25 artículos que cumplieran con los estándares requeridos para el estudio (Tabla 2).

Tabla 2
Cantidad hallada de acuerdo a su base de datos

Base de datos	Cantidad de trabajos de investigación hallados	Seleccionados
Scopus	293	9
ScienceDirect	100	9
Scielo	4	4
Springer	32	1
DOAJ	3	1
AOSIS	3	1
Total	435	25

Tabla 3

Lista de artículos seleccionados

Autor(es)	Resultado principal
Sharma et al. [10]	Las tecnologías de la Industria 4.0 son esenciales para crear cadenas de suministro sostenibles y resilientes.
Vuksanović et al. [5]	Resalta la importancia de un enfoque estratégico en la gestión del cambio y el desarrollo de competencias técnicas y de gestión.
Adamková [1]	Los cambios organizacionales son esenciales para el futuro de las organizaciones en desarrollo; una mayor conexión de los empleados con el proceso de cambio facilita su compromiso positivo.
Ribeiro et al. [11]	Identifica áreas clave de mejora en la retención y compartición de conocimientos como cruciales para una adaptación efectiva de las nuevas tecnologías.
Tapia-Andino & Barcellos-Paula [12]	La adopción de tecnologías 4.0 mostró un papel mediador completo en manufactura, pero no en servicios. La relación entre implicación laboral y rendimiento varía según género y experiencia, con percepción positiva en millennials.
Masyhuri et al. [13]	El capital humano tiene un impacto significativo en la innovación, el aprendizaje organizacional y el rendimiento organizacional.
Treviño-Elizondo & García-Reyes [14]	Creación de un modelo de madurez para evaluar la adopción de I4.0, con un plan de desarrollo de competencias y una hoja de ruta.
Salvadorinho & Teixeira [15]	Creación de un repositorio de conocimiento que facilita la transferencia de conocimientos tácitos y permite una adaptación más ágil de nuevos operarios en un contexto de Industria 4.0.
Ruiz et al. [16]	Las competencias son agrupaciones de conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para un desempeño eficiente. Las TIC facilitan recursos, pero pueden generar brechas si no se utilizan adecuadamente.
Amin et al. [17]	La adaptación de la tecnología I4.0 mejora significativamente el rendimiento manufacturero, influyendo en áreas clave como eficiencia operativa y sostenibilidad.
Ali & Kallach [18]	La inteligencia artificial mejora el proceso de reclutamiento, automatizando tareas y optimizando el tiempo en contratación, permitiendo enfocarse en candidatos más calificados.
Ribeiro et al. [11]	La integración de gestión del conocimiento y recursos humanos fomenta innovación y adaptabilidad, optimizando productividad y satisfacción en un entorno de Industria 4.0/5.0.
Ammirato et al. [19]	La digitalización y automatización alteran las prácticas de RRHH, especialmente en gestión de talento, capacitación y uso de IA, subrayando la necesidad de adaptabilidad organizacional.
Zhang & Chen [20]	La transformación digital revoluciona la gestión de RRHH, mejorando eficiencia, pero requiere una reconfiguración sustancial de roles dentro de las organizaciones.
Dhanpat et al. [2]	Empresas que enfocan la capacitación, desarrollo digital y comunicación tienen mayor éxito en adoptar tecnologías avanzadas. El liderazgo que promueve innovación y flexibilidad es clave.
Peña-Jimenez et al. [21]	Las habilidades de negocios son clave en el trabajo remoto, además de habilidades cognitivas, estratégicas y de gestión de personas.
Maisiri et al. [22]	El modelo I4.0CMM es relevante para evaluar competencias requeridas y guiar el desarrollo de graduados y profesionales alineados con la industria.
Antonazzo et al. [23]	La automatización no elimina completamente el trabajo rutinario, pero requiere supervisión humana y habilidades transversales como resolución de problemas y adaptabilidad.
Intalar et al. [24]	Cinco factores clave para adoptar la Industria 4.0: conciencia, apoyo de alta dirección, autofinanciación y estrategias efectivas de desarrollo de recursos humanos.
Escribá-Moreno et al. [25]	La digitalización mejora la eficiencia operativa y autonomía de recursos humanos, pero puede causar despersonalización y aislamiento.
Sezer & Sorkun [26]	Las calificaciones actuales en logística son insuficientes para I4.0, con brechas en habilidades como programación y análisis de datos.
Vrchota et al. [27]	La República Checa muestra alta preparación en recursos humanos frente a la UE, pero necesita mejorar en educación continua y acceso a internet.
Hecklau et al. [28]	Identificación de competencias clave para I4.0: técnicas, metodológicas, sociales y personales, utilizando el modelo para evaluar y definir estrategias de capacitación.
Salvadorinho & Teixeira [15]	Marco tecnológico que aumenta el compromiso laboral alineando desarrollo personal y objetivos organizacionales, validado con éxito.
Munsamy et al. [29]	La implementación de tecnologías 4IR optimizó en un 27.46% los recursos humanos en comparación con sistemas sin estas tecnologías.

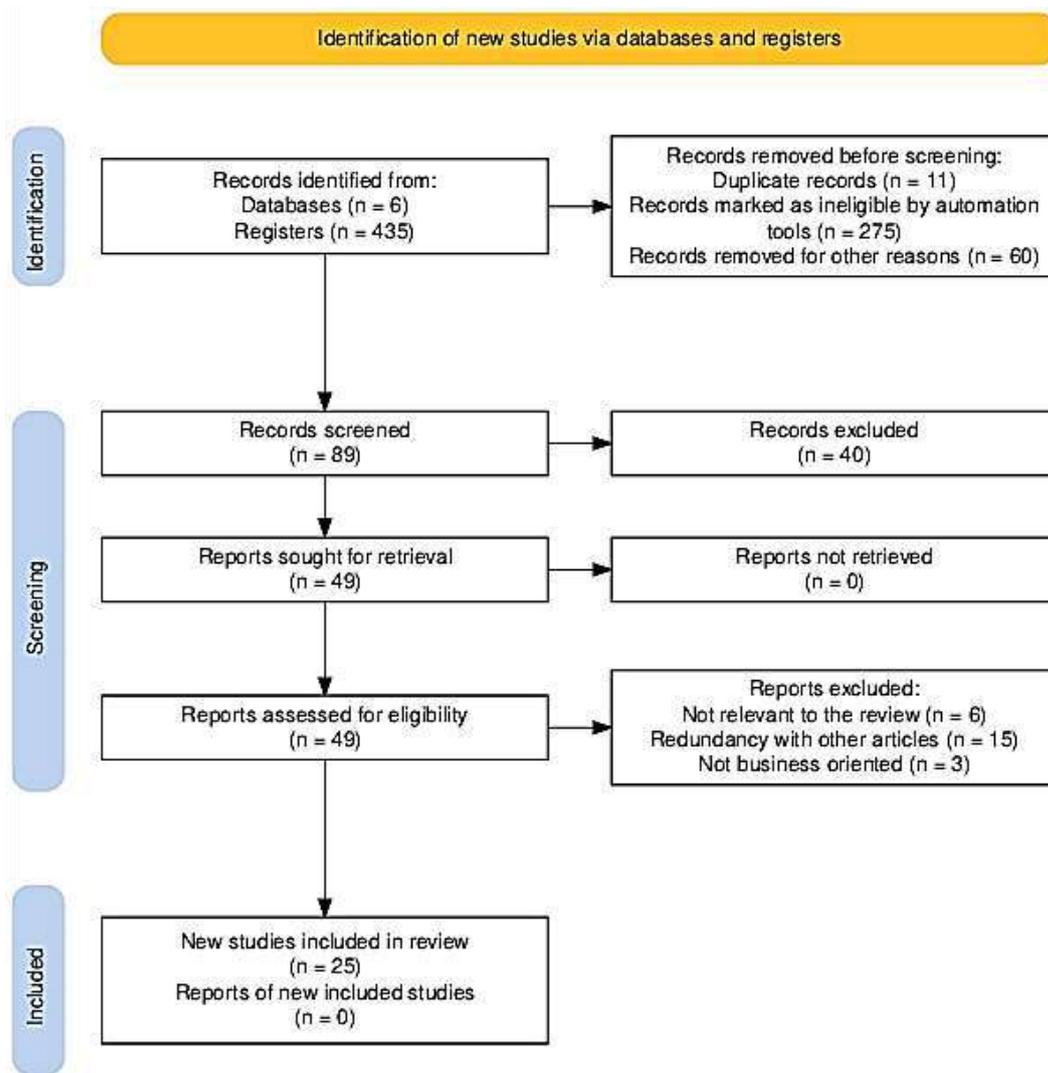


Figura 5. Esquema de recolección de datos.

3. Resultados y discusión

3.1. Modelo de madurez de competencias para la Industria 4.0 a lo largo del tiempo

Diferentes modelos de madurez han sido diseñados para mejorar la gestión de competencias y la adaptación de las organizaciones que proporcionan marcos estratégicos para gestionar y desarrollar las competencias del talento humano, lo cual es esencial para enfrentar los retos del cambio tecnológico en la Industria 4.0.

A. The People Capability Maturity Model (PCMM)

Es un marco que se especializa en la gestión del talento humano [30] [31], diseñado para apoyar a las organizaciones en fortalecer su capital humano y mejorar su capacidad para identificar, formar y conservar talento clave necesario para sus operaciones [31].

B. Capability maturity model (CMM)

Este modelo de madurez de capacidades (MMC) cuenta con cinco niveles (inicial, repetible, definido, gestionado y optimización), ayudando a las organizaciones a adoptar mejores prácticas, pasando de procesos caóticos a disciplinados [30]. Las mejores prácticas evolucionan desde procesos "ad hoc" hasta convertirse en procesos maduros y disciplinados [22].

C. Industry 4.0 competency maturity model (I4.0CMM)

Desarrollado por Maisiri & van Dyk [32], el modelo I4.0CMM se basa en principios del PCMM y comprende tres dominios: competencia, funciones de capacidad y niveles de madurez. Su propósito es optimizar la gestión de competencias del capital humano desde la formación universitaria hasta el ámbito profesional. El diseño del modelo se fundamentó en requisitos destinados a cumplir propósitos descriptivos (evaluar la capacidad actual) y prescriptivos (alcanzar niveles deseados). Para validar su estructura inicial, Maisiri et al. [22] emplearon la técnica Delphi, identificando discrepancias que fueron ajustadas con base en las sugerencias de expertos.

La figura 6 presenta las mejoras realizadas respecto a la estructura inicial del modelo.

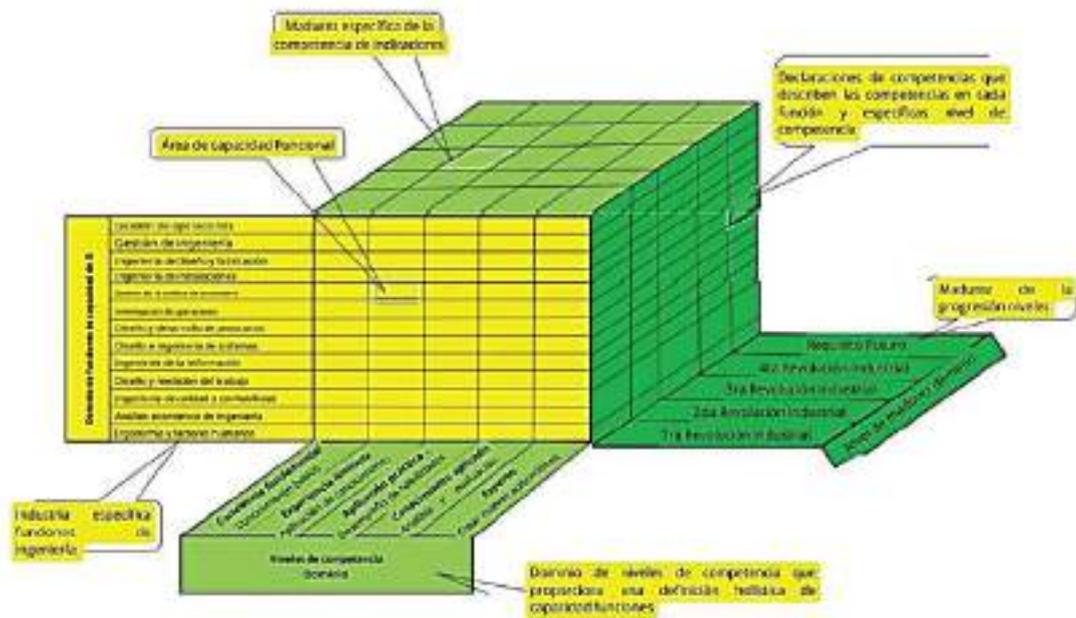


Figura 6. Verificación de la estructura I4.0CMM frente a los requisitos de diseño (Adaptado de “Development of an Industry 4.0 Competency Maturity Model” [22]).

El I4.0CMM presentado en este estudio podría ayudar potencialmente a los proveedores de educación en ingeniería y desarrollo de recursos humanos en el lugar de trabajo a alinear las Objetivos de Aprendizaje General y las competencias profesionales.

3.1.1. Modelos de Competencia y Madurez para el Desarrollo de Recursos Humanos

Para abordar los retos que supone la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, [14] proponen un modelo de madurez orientado al fortalecimiento de habilidades de los trabajadores.

El modelo propone cinco niveles de madurez para las empresas que adoptan la Industria 4.0. En el nivel Managed, se crean estrategias de adopción, transformación y capacitación para los trabajadores. En el nivel Proactive, se desarrollan programas de entrenamiento, habilidades, tecnologías recientes, mejores prácticas y reportes de avance. En el nivel Expert, se fomenta el compromiso digital, se integran procesos smart y se adquiere tecnología avanzada. En el nivel Leader, la empresa se convierte en referente digital con interacción humano-máquina, decisiones en tiempo real y mejora continua del talento y la cultura 4.0.

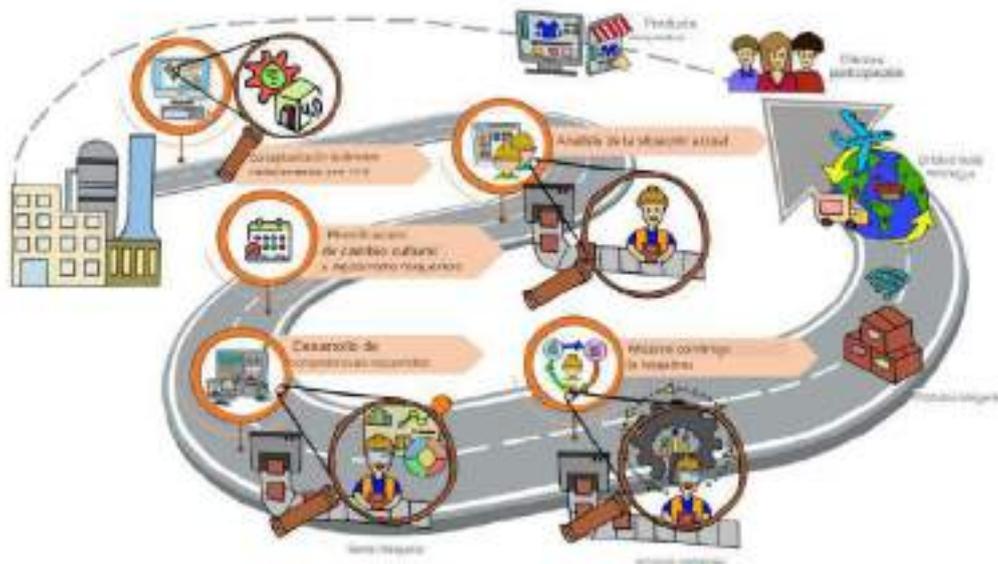


Figura 7. Camino de madurez (Tomado de Un modelo de madurez del desarrollo de competencias de los empleados para la adopción de la Industria 4.0 [14]).

Este modelo propone fases de madurez para ayudar a las organizaciones a potenciar las competencias de los empleados. Su importancia radica en ofrecer una guía para mejorar las habilidades digitales, la flexibilidad y la autogestión de la fuerza laboral, promoviendo una transformación duradera en la gestión de recursos humanos.

3.2. Gestión Lean de RRHH 4.0 y el Fenómeno de la Gran Renuncia

Salvadorinho & Teixeira [15] tratan un enfoque de administración de talento fundamentado en el modelo Lean, subrayando la conservación de talento en un contexto tecnológico. La implementación de Lean en la administración de Recursos Humanos se enfoca en generar ambientes laborales que aprecien el compromiso y la independencia, aspecto crucial para mantener a los trabajadores en un entorno caracterizado por la "Gran Renuncia". Además, la implementación de técnicas como el método Harada en el 4D Lean framework promueve la autoconfianza y la autogestión, aspectos esenciales para la adaptación a ambientes digitales que demandan habilidades transversales y de autogestión.



Figura 8. 4D Lean framework (Tomado de un marco de base tecnológica para fomentar el recurso humano lean 4.0 y evitar la gran dimisión: el levantamiento de la gestión del talento [27])

3.3. Modelo de Cambio de Lewin en la Gestión de Recursos Humanos en la Industria 4.0

[1] destaca el modelo de Lewin como esencial para gestionar el cambio organizacional en la Industria 4.0, donde los avances tecnológicos generan incertidumbre y resistencia. El modelo se divide en tres etapas clave:

- A. **Descongelación:** Prepara a los empleados para el cambio, flexibilizando actitudes rígidas mediante comunicación abierta sobre motivos y objetivos.
- B. **Implementación:** Los empleados adoptan nuevos procesos, con apoyo y motivación de los líderes para reducir la incertidumbre.
- C. **Re-Congelación:** Consolida los cambios estabilizando nuevos hábitos y evitando el regreso a prácticas anteriores.

La "congelación" requiere tiempo y esfuerzo continuo para integrar completamente los cambios en la cultura organizacional. El modelo de Lewin facilita una transición efectiva y sostenible hacia la Industria 4.0.

3.4. Factores Determinantes en la Implementación de la Industria 4.0

En la tabla 4 se presenta un resumen de los principales factores impulsores y facilitadores de la Industria 4.0, basados en estudios recientes y casos prácticos:

Tabla 4
Factores impulsores y facilitadores de la Industria 4.0

Temas	Subtemas	Autores
Factores impulsores	I4.0 Conciencia	Peña-Jimenez et al. [21], Antonazzo et al. [23], Intalar et al. [24]
	Beneficios y oportunidades esperados	Escribá-Moreno et al. [25], Sezer & Sorkun [26], Khin & Kee [33]; Kiel et al. [34]; Stentoft et al. [35]
	Presión del cliente	Khin & Kee [33], Vuksanović Herceg et al. [5]
Factores facilitadores	Apoyo de la alta dirección	Khin & Kee [33]; Vuksanović Herceg et al. [5]
	Apoyo financiero	Awodele et al. [36]; Khin & Kee [33]; Vuksanović et al. [5]
	Canal de comunicación I4.0	EDB [37]
	Colaboración entre empresas	Khin & Kee [33]; Vuksanović Herceg et al. [5]
	Apoyo de las partes interesadas	Khin & Kee [33]; Vuksanović Herceg et al. [5]
	Desarrollo de habilidades digitales	Khin & Kee [33]; Moktadir et al. [38]; Vuksanović Herceg et al. [5]

Nota. Adaptado de "Enhancing Competitiveness: Driving and Facilitating Factors for Industry 4.0 Adoption in Thai Manufacturing" [24].

3.5 Habilidades Necesarias para Adaptarse a la Industria 4.0

3.5.1. Habilidades según el Modelo de Peña

Peña-Jimenez et al. [21] identificaron cuatro categorías principales de habilidades en un estudio aplicado a 671 empleados de una empresa 4.0 multinacional de manufactura avanzada en Italia. Utilizando una versión adaptada del modelo O*NET, el análisis factorial exploratorio (EFA) reveló que el modelo de cuatro factores era el más adecuado, clasificando las habilidades en: habilidades cognitivas, funcionales de negocio, estratégicas y gestión de personas (Tabla 5).

Tabla 5
Categoría de Habilidades

Categoría de Habilidades	Descripción
Habilidades Cognitivas	Enfocadas en razonamiento, creatividad, aprendizaje activo y solución de problemas complejos, clave para analizar información y adaptarse a entornos dinámicos de la I4.0.
Habilidades Funcionales de Negocio	Comprenden gestión de procesos, orientación al servicio y optimización de recursos, esenciales para mejorar la eficiencia operativa.
Habilidades Estratégicas	Incluyen planificación, anticipación de cambios y evaluación de decisiones a largo plazo, fundamentales para alcanzar objetivos organizacionales.
Habilidades de Gestión de Personas	Implican liderazgo, percepción social, negociación y motivación, necesarias para coordinar equipos en entornos tecnológicos avanzados.

Nota: Tomado de *Exploring skill requirements for the Industry 4.0: A worker-oriented approach* por Peña-Jimenez et al. [21].

El análisis de varianza mostró que los gerentes valoran más las habilidades cognitivas, funcionales, estratégicas y de gestión que los subordinados, debido a los desafíos más complejos que enfrentan en la transformación digital de la Industria 4.0, lo que requiere competencias más amplias para liderar y tomar decisiones estratégicas en entornos tecnológicos avanzados.

3.5.2. Competencias Genéricas y Técnicas en la I4.0

Además de las categorías mencionadas por Peña-Jimenez et al. [21], las competencias para adaptarse a la I4.0 se dividen en dos grupos: las competencias genéricas, que incluyen habilidades como pensamiento crítico, creatividad, inteligencia emocional, adaptabilidad y trabajo en equipo, promoviendo la colaboración y la innovación en entornos cambiantes. Y las competencias técnicas, que abarcan el dominio de herramientas específicas, como sistemas de gestión, normativas y tecnologías emergentes, cuya actualización requiere capacitación continua para seguir el ritmo de los avances tecnológicos [39].

3.5.3. Rol de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Las TIC son esenciales para la formación de habilidades, facilitando el acceso al conocimiento y la automatización del aprendizaje. Plataformas digitales y programas de e-learning fortalecen competencias de manera eficiente. Sin embargo, la desigualdad en el acceso, especialmente en regiones de bajos ingresos, destaca la necesidad de invertir en infraestructura tecnológica para garantizar la equidad en el aprendizaje [39]. Mientras que en Europa y América del Norte la adopción de TIC es fuerte, en economías emergentes las brechas en conectividad limitan el desarrollo de habilidades críticas.

3.6. Estrategias de Recursos Humanos para la Adaptación al Cambio

La transición hacia la Industria 4.0 (I4.0) exige a las empresas diseñar e implementar estrategias de Recursos Humanos (RRHH) que favorezcan la adaptación de sus empleados a un entorno dominado por la digitalización y la automatización. Estas estrategias no solo deben enfocarse en fortalecer las destrezas técnicas, sino también en desarrollar competencias metodológicas, sociales y personales que permitan afrontar los retos de entornos dinámicos [28].

3.6.1. Competencias Clave para la Industria 4.0

Hecklau et al. [28] proponen un modelo de competencias necesarias para prosperar en la I4.0, dividido en cuatro categorías principales (Tabla 6).

Tabla 6
Competencias Clave para la Industria 4.0

Categoría	Competencias Requeridas	Contexto
Competencias técnicas	Conocimiento de vanguardia	Importancia creciente debido a mayores responsabilidades laborales.
	Habilidades técnicas	Clave para evolucionar de tareas operativas a estratégicas.
	Comprensión de procesos	Necesaria por la complejidad creciente.
	Habilidades de codificación	Esencial por el aumento de procesos digitalizados.
Competencias metodológicas	Creatividad	Crucial para innovación y mejoras internas.
	Mentalidad emprendedora	Impulsada por roles más estratégicos.
	Resolución de problemas	Indispensable para identificar errores y optimizar procesos.
	Toma de decisiones	Habilidad requerida con mayor responsabilidad laboral.
	Habilidades analíticas	Obligatoria para manejar grandes datos y procesos complejos.
Competencias sociales	Habilidades de investigación	Aprendizaje continuo en entornos dinámicos.
	Habilidades interculturales	Necesarias en un entorno globalizado.
	Habilidades de networking	Imprescindible en tareas compartidas y proyectos colaborativos.
	Capacidad para trabajar en equipo	Requiere seguir normas grupales y colaborar eficientemente en plataformas compartidas.
	Capacidad de compromiso y cooperación	Relacionado con proyectos que beneficien a todas las partes.
Competencias personales	Habilidades de liderazgo	Requerido debido a jerarquías más planas.
	Flexibilidad	Adaptación a entornos virtuales y tareas rotativas.
	Motivación para aprender	Obligatoria frente a cambios laborales frecuentes.
	Capacidad para trabajar bajo presión	Importante en procesos de innovación.
	Mentalidad sostenible	Apoyo a iniciativas de sostenibilidad.
	Cumplimiento	Necesidad de respetar normativas más estrictas.

Nota: Tomado de un Enfoque holístico para la gestión de recursos humanos en la Industria 4.0 [28].

En la figura 9 se muestra el modelo de competencias visualizado, incluyendo una evaluación ejemplar de un empleado. Las competencias están agrupadas según sus categorías, y el área roja simboliza el nivel mínimo requerido de competencia para cada una. El área verde indica el nivel de competencia real que posee el empleado evaluado. Por lo tanto, si el área roja es visible en algún punto, esto revelaría una brecha de competencia que debe cerrarse con la ayuda de una estrategia de cualificación adecuada.

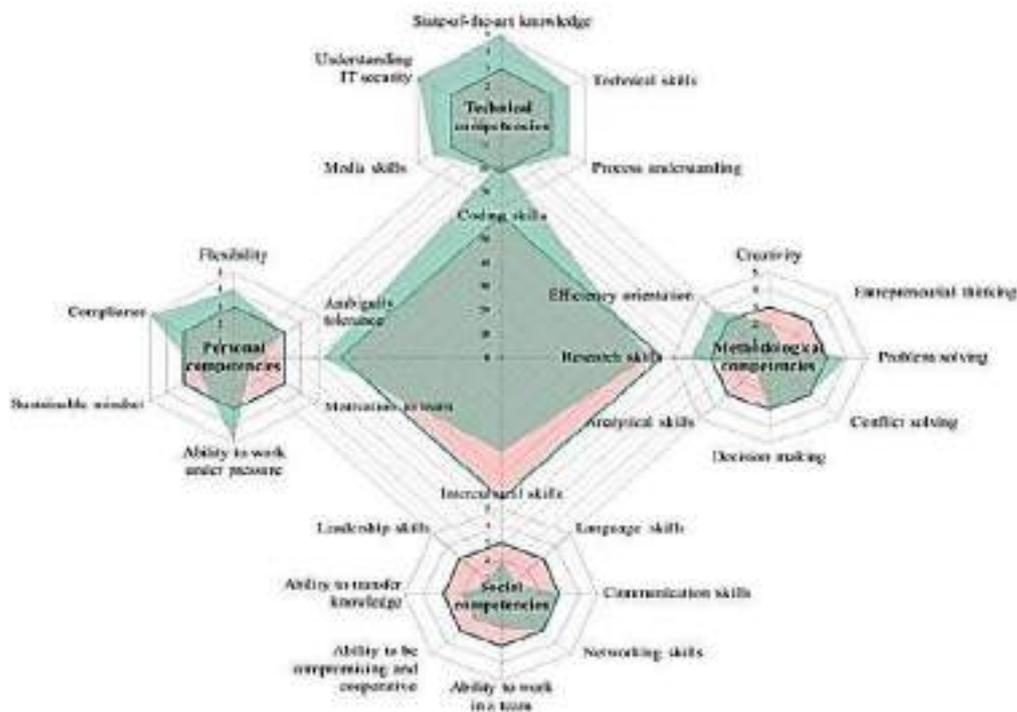


Figura 9. Modelo de competencias visualizado (Tomado de Un marco de base tecnológica para fomentar el recurso humano lean 4.0 y evitar la gran dimisión: el levantamiento de la gestión del talento [15])

3.6.1. Preparación del Capital Humano para la Industria 4.0

Vrchota et al. [27] destacan la importancia de la formación continua para preparar a los recursos humanos en la República Checa, identificando indicadores clave como las competencias informáticas avanzadas, la adaptabilidad de los trabajadores frente a cambios constantes y la participación activa en áreas de alto conocimiento, lo que subraya que la educación y el aprendizaje constante son esenciales para crear un capital humano flexible y adaptable a las transformaciones tecnológicas.

3.7. Caso de éxito: Adaptación y transformación de la administración de recursos humanos a la industria 4.0

Siemens ha adoptado una estrategia integral para adaptar su administración de Recursos Humanos (RRHH) a los desafíos de la Industria 4.0, destacando la digitalización, el desarrollo de habilidades y la promoción de una cultura de adaptabilidad.

Transformación Digital de RRHH

La empresa ha reorganizado su departamento de RRHH para hacerlo más ágil y adaptable, formando equipos especializados para atender las necesidades de diferentes unidades de negocio. También ha implementado tecnologías como sistemas automatizados para la gestión del talento, optimizando procesos y mejorando la experiencia del trabajador.

Desarrollo de Competencias Digitales

Siemens invierte significativamente en programas de formación para su personal, abarcando desde habilidades técnicas hasta liderazgo y gestión del cambio. Esto asegura que los empleados estén preparados para un entorno laboral cada vez más digital y automatizado.

Cultura de Aprendizaje y Adaptabilidad

Promueve una cultura corporativa basada en el aprendizaje continuo, la flexibilidad y la integración de nuevas tecnologías. Este enfoque permite a la empresa alinear a su equipo con los objetivos estratégicos de la Industria 4.0.

Colaboración y Alianzas Estratégicas

La empresa establece alianzas con instituciones educativas y empresas para desarrollar soluciones innovadoras, beneficiando tanto a la organización como a sus empleados mediante el acceso a nuevas tecnologías y conocimiento compartido.

Descentralización y Expansión Global

Siemens ha diversificado su fuerza laboral al descentralizar sus operaciones y expandirse a mercados internacionales. Esto ha enriquecido su capacidad de innovación y adaptación en la era de la Industria 4.0.

4. Conclusiones

El análisis realizado en este estudio resalta que las estrategias de recursos humanos son esenciales para el éxito de las empresas en su transición hacia la Industria 4.0. El desarrollo de competencias técnicas y transversales es crucial para mejorar la competitividad, sostenibilidad e innovación, permitiendo a las organizaciones no solo adaptarse a los avances tecnológicos, sino también obtener ventajas competitivas clave.

Sin embargo, la implementación de estas estrategias enfrenta desafíos, como la falta de habilidades específicas, la resistencia al cambio y la necesidad de inversiones en capacitación. Por ello, es necesario que las empresas inviertan en el desarrollo de su capital humano, fomenten la colaboración y adopten tecnologías que optimicen los recursos y mejoren la eficiencia operativa.

En resumen, las estrategias de recursos humanos son fundamentales para una transición exitosa hacia la Industria 4.0. La inversión en formación y el impulso de una cultura de innovación son determinantes para asegurar un futuro organizacional competitivo, sostenible y adaptable a los cambios tecnológicos.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Adamková, H. G. (2020). Industry 4.0 brings changes in human resources. *SHS web of conferences*, 83, 01016. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20208301016>
- [2] Dhanpat, N., Buthelezi, Z. P., Joe, M., Maphela, T., & Shongwe, N. (2020). Industry 4.0: The role of human resource professionals. *SA Journal of Human Resource Management*. <https://doi.org/10.4102/sajhrm.v18i0.1302>
- [3] Abubakar, A. M., Elrehail, H., Alatailat, M. A., & Elçi, A. (2019). Knowledge management, decision-making style and organizational performance. *Journal of Innovation & Knowledge*, 4(2), 104-114. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.07.003>
- [4] Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127-182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- [5] Vuksanović Herceg, I., Kuč, V., Mijušković, V. M., & Herceg, T. (2020). Challenges and driving forces for Industry 4.0 implementation. *Sustainability*, 12(10), 4208. <https://doi.org/10.3390/su12104208>
- [6] Hajoary, P. K., Amrita, M. A., & Garza-Reyes, J. A. (2023). Industry maturity assessment: A multidimensional indicator approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2022-0325>
- [7] Núñez-Merino, M., Maqueira-Marín, J. M., Moyano-Fuentes, J., & Martínez-Jurado, P. J. (2020). Information and digital technologies of Industry 4.0 and Lean supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58(16), 5034-5061. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1743896>
- [8] Sartori, J. T. D., Frederico, G. F., & de Fátima Nunes Silva, H. (2022). Organizational knowledge management in the context of supply chain 4.0: A systematic literature review and conceptual model proposal. *Knowledge and Process Management*, 29(2), 147-161. <https://doi.org/10.1002/kpm.1682>
- [9] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799.
- [10] Sharma, M., Antony, R., Vadalkar, S., & Ishizaka, A. (2024). Role of industry 4.0 technologies and human-machine interaction for de-carbonization of food supply chains. *Journal of cleaner production*, 468, Article 142922. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142922>
- [11] Ribeiro, V., Nakano, D., & Muniz, J. (2024). The human resources and knowledge management integrated role in Industry 4.0/5.0: A human-centric operations management framework. *Production*, 34, e20240014. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20240014>
- [12] Tapia-Andino, G. F., & Barcellos-Paula, L. (2023). Mediating Effect of the Adoption of Industry 4.0 Technologies on the Relationship between Job Involvement and Job Performance of Millennials. *Administrative Sciences*, 13(7), Artículo 159. <https://doi.org/10.3390/admsci13070159>
- [13] Masyhuri, Achmad, S., Sri Palupi, P. & Desi, T. K. (2024). The effect of human capital on organizational performance in the service industry4.0: Mediation analysis from Indonesia. *Problems and Perspectives in Management*, 22(1), 418-431. [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22\(1\).2024.34](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22(1).2024.34)
- [14] Treviño-Elizondo, B. L., & García-Reyes, H. (2023). An Employee Competency Development Maturity Model for Industry 4.0 Adoption. *Sustainability*, 15(11371). <https://doi.org/10.3390/su151411371>
- [15] Salvadorinho, J., Ferreira, C., & Teixeira, L. (2024). A technology-based framework to foster the lean human resource 4.0 and prevent the great resignation: The talent management lift. *Technology in Society*, 77, 102510. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102510>

- [16] Ruiz, M. J. S., Molina, R. I. R., Amaris, R. R. A., & Raby, N. D. L. (2022). Types of competencies of human talent supported by ICT: Definitions, elements, and contributions. *Procedia Computer Science*, 210(C), 368-372. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.166>
- [17] Amin, A., Bhuiyan, M. R. I., Hossain, R., Molla, C., Poli, T. A., & Milon, M. N. U. (2024). Proporciona un marco para la adopción de I4.0 en países en desarrollo, identificando factores clave para la competitividad y sostenibilidad industrial. *Business Strategy & Development*. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bsd2.363?getft_integrator=scopus&src=getft&utm_source=scopus
- [18] Ali, O., & Kallach, L. (2024). Artificial Intelligence Enabled Human Resources Recruitment Functionalities: A Scoping Review. *Procedia Computer Science* 232(2), 3268-3277. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.142>
- [19] Ammirato, S., Felicetti, A.M., Linzalone, R., Corvello, V., & Kumar, S. (2023) Still our most important asset: A systematic review on human resource management in the midst of the fourth industrial revolution. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(3), Article 100403. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100403>
- [20] Zhang, J., & Chen, Z. (2024). Exploring Human Resource Management Digital Transformation in the Digital Age. *J Knowl Econ.*, 15, 1482–1498. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01214-y>
- [21] Peña-Jimenez, M., Battistelli, A., Odoardi, C., & Antino, M. (2021). *Exploring skill requirements for the Industry 4.0: A worker-oriented approach*. <https://revistas.um.es/analesps/article/download/444311/309091/1709931>
- [22] Maisiri, W., van Dyk, L., & Coetzee, R. (2021). Development of an industry 4.0 competency maturity model. *SAIEE Africa Research Journal*, 112(4), 189-197. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9580772>
- [23] Antonazzo, L., Stroud, D., & Weinel, M. (2024). Smart manufacturing and tasks automation in the steel industry: Reflecting on routine work and skills in Industry 4.0. *Economic and Industrial Democracy*, 45(3), 914-936. <https://doi.org/10.1177/0143831X231201002>
- [24] Intalar, N., Ueki, Y., & Jeenanunta, C. (2024). Enhancing Competitiveness: Driving and Facilitating Factors for Industry 4.0 Adoption in Thai Manufacturing. *Economies*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/economies12080210>
- [25] Escribá-Carda, N., Redondo-Cano, A., & Escribá-Moreno, M. (2024). Firms' digital transformation and e-human resource management. A qualitative approach. *Tec Empresarial*, 18(3), 103-128. <http://dx.doi.org/10.18845/te.v18i3.7289>
- [26] Sezer, İ.C., & Sorkun, M.F. (2024). An investigation on logistics firms' human resources qualifications in transition to Industry 4.0: An insight from Türkiye. *Procedia Computer Science*, 232, 25802587. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.076>
- [27] Vrchota, J., Maříková, M., Řehoř, P., Rolínek, L., & Toušek, R. (2020). Human resources readiness for Industry 4.0. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/joitmc6010003>
- [28] Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia Cirp*, 54, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>
- [29] Munsamy, M., Telukdarie, A., Manenzhe, M. (2024). A 4th Industrial Revolution Systems Approach for Human Resource Optimization in Maintenance. *Procedia Computer Science*, 232, 1900-1908. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.012>
- [30] Curtis, W., Hefley, W. A., & Miller, S. A. (1995). *Overview of the People Capability Maturity Model, Version 1.1*. Software Engineering Institute. https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/MaturityModule/1995_008_001
- [31] Moreno, G. A., & Hansen, J. (2008). *Overview of the lambda-* performance reasoning frameworks*. https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2009_005_001
- [32] Maisiri, W., & van Dyk, L. (2021). Industry 4.0 skills: A perspective of the South African manufacturing industry. *SA Journal of Human Resource Management*, 19(1).
- [33] Khin, S., & Kee, D.M.H. (2022). Factors influencing Industry 4.0 adoption. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(3), 448-467. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2021-0111>
- [34] Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, S., & Voigt, K-I. (2017). Sustainable industrial value creation: benefits and challenges of industry 4.0. *International Journal of Innovation Management*, 21(8). <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- [35] Stentoft, J., Aadsbøll Wickstrøm, K., Philipsen, K., & Haug, A. (2020). Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers. *Production Planning & Control*, 32(10), 811–828. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768318>
- [36] Awodele, I. A., Mewomo, M. C., Municio, A. M. G., Chan, A. P., Darko, A., Taiwo, R., ... & Awodele, O. A. (2024). Awareness, adoption readiness and challenges of railway 4.0 technologies in a developing economy. *Helijon*, 10(4). [https://www.cell.com/helijon/fulltext/S2405-8440\(24\)01965-0](https://www.cell.com/helijon/fulltext/S2405-8440(24)01965-0)

- [37] EDB. (2020). *The Singapore Smart Industry Readiness Index: Catalysing the Transformation of Manufacturing*. Singapore Economic. <https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-japan/key-activities/advanced-manufacturing/the-singapore-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper.pdf>
- [38] Moktadir, M. A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S., & Shaikh, M. A. A. (2018). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: *Implications for process safety and environmental protection*. *Process safety and environmental protection*, 117, 730-741. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582018301344>
- [39] Antequera, A., Cuadrado-Conde, M.A., Roy-Vallejo, E. et al. (2022). Lack of sex-related analysis and reporting in Cochrane Reviews: a cross-sectional study. *Syst Rev*, 11, 281. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01867-3>



UNT

ESCUELA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL



INCADSU

INVESTIGADORES DE CADENAS
DE SUMINISTROS 4.0

Correo de Revista: goi4.0@unitru.edu.pe
Plataforma de Vigilancia Tecnológica

Correo electrónico: vgtindustrial@unitru.edu.pe
Sitio web: <https://vtindustrial.unitru.edu.pe>