

Manejo Del Talento Humano e Industria 4.0: Un Análisis Bibliométrico

William Alberto Rodríguez Díaz

Universidad EAN

Especialización en Gestión Humana

Profesor Noe Velásquez Espinosa

Bogotá, Colombia

18 de Mayo de 2025

Planteamiento del Problema

El concepto de industria 4.0, que es originario de Alemania en el año 2013, trajo consigo cambios significativos en el sector industrial (James et al., 2022). En este contexto, la rápida adopción de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT), sistemas cibernéticos, *big data* y el uso de la nube ha transformado los procesos (Da Silva et al. 2022). Sin embargo, este cambio disruptivo plantea desafíos críticos en la gestión del talento humano, especialmente en la adaptación de las competencias laborales, la integración efectiva humano - sistemas inteligentes, así como las habilidades humanas que garanticen la usabilidad y eficiencia en el uso de estas (Romero et al., 2020). A partir de estas transformaciones, es fundamental comprender cómo estos cambios afectan la gestión de recursos humanos (da Silva et al., 2022). Otro aspecto a considerar y que va en línea con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) es la gestión sostenible del recurso humano (Macke & Genari, 2019).

Las competencias requeridas en la Industria 4.0 abarcan aspectos técnicos, sociales y de gestión. Estas competencias incluyen conocimientos, habilidades y capacidades clave para desempeñar tareas específicas, la combinación de liderazgo estratégico, agentes de cambio e innovación creativa (Abdussamad et al., 2022). La falta de habilidades digitales avanzadas y la resistencia al cambio organizacional limitan el aprovechamiento de las tecnologías 4.0, afectando la competitividad y productividad de las empresas.

La pandemia provocada por el SARS-CoV-2 generó transformaciones significativas en la dinámica laboral, intensificando los cuestionamientos sobre los nuevos modelos de trabajo y la necesidad de investigar la gestión del talento humano (Harney & Collings, 2021). En este

contexto, los métodos de trabajo han cobrado un papel central en la gestión corporativa y de recursos humanos, dando lugar a debates sobre qué prácticas deben implementarse en entornos virtuales, así como sus ventajas, desventajas y los desafíos que deben superarse. Además, surge la necesidad de identificar estrategias que permitan mejorar la productividad sin comprometer el bienestar del personal, lo que plantea un reto crucial para las organizaciones en la era digital (Lima & Galleli, 2021).

Esta problemática se relaciona con los hallazgos de las encuestas nacionales de condiciones de salud y trabajo realizadas por el Ministerio del Trabajo en Colombia, las cuales evidencian que los riesgos psicosociales son prioritarios. En estas encuestas se reporta que los altos niveles de concentración, sumado a plazos estrictos y la falta de pausas laborales, contribuyó al aumento de estrés y ansiedad. Entre 2009 y 2012, los trastornos mentales crecieron un 43%, destacando la ansiedad (44%) y la depresión recurrente (15.1%) como los diagnósticos más frecuentes (Ministerio del trabajo de Colombia, 2019). Para poder abordar de manera responsable la gestión de los recursos humano, es necesario investigar y realizar reflexión crítica, considerando los cambios constantes del entorno laboral.

En este contexto, en este trabajo se proponen como hipótesis que la falta de información completa o la parcialización de los datos representan un desafío en la toma de decisiones. Además, la adopción de métodos extranjeros puede generar dificultades en la apropiación social del conocimiento dentro del área, lo que impacta directamente en la gestión organizacional, la calidad de vida de los trabajadores y, en última instancia, en la calidad del servicio. A partir de esta problemática, se propone como pregunta de investigación ¿cuáles son las perspectivas del estudio sobre la relación entre la gestión del talento humano en la industria 4.0?

Para responder a esta pregunta, se proponen los siguientes objetivos:

Objetivos

Objetivo general:

Analizar el estado del arte de la investigación en la gestión del recurso humano desde la perspectiva de la industria 4.0

Objetivos específicos:

1. Identificar las principales tendencias y enfoques en la gestión del recurso humano en el contexto de la Industria 4.0, a través de la revisión de literatura científica y estudios recientes.
2. Examinar las diferencias entre el contexto de Colombia y otros espacios geográficos, respecto a la gestión del recurso humano en la industria 4.0.

Conveniencia de la investigación

La gestión del recurso humano juega un papel clave en la transformación digital impulsada por la Industria 4.0, ya que requiere el desarrollo de nuevas competencias, la adaptación a tecnologías emergentes y la implementación de estrategias innovadoras para el talento humano. En Colombia, políticas públicas como la Misión de Sabios y la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación promueven la formación y actualización del capital humano para fortalecer la competitividad en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial. Además, este enfoque se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) y el ODS 9 (Industria, innovación e

infraestructura). Analizar el papel de la gestión del recurso humano en la Industria 4.0 permitirá generar identificar tendencias, áreas de investigación y brechas en el conocimiento que son relevantes para abordar los retos que trae consigo la revolución industrial y que favorezcan la inclusión laboral, la reducción de brechas digitales y el desarrollo sostenible del país.

Desde una perspectiva práctica, este estudio recopilará la información científica disponible en bases de datos y a través de un análisis bibliométrico se describirán las áreas de trabajo e investigación. En términos metodológicos, el proyecto aportará un enfoque sistemático para analizar el estado del arte en la gestión del recurso humano en la Industria 4.0, empleando técnicas como las redes de acoplamiento bibliográfico.

Desde el punto de vista teórico, el estudio contribuirá al desarrollo de marcos conceptuales sobre la gestión del talento en la era digital. Además, ofrecerá una base para futuras investigaciones que profundicen en la transformación del trabajo y las habilidades requeridas en la Cuarta Revolución Industrial.

Finalmente, este proyecto se alinea con las líneas de “Liderazgo ocupacional” y “modernización de organizaciones” del grupo de investigación de gerencia en las grandes y medianas empresas.

Marco Teórico

Para alcanzar los objetivos planteados, se presentan las diversas teorías y conceptos.

La Industria 4.0 integra manufactura con tecnologías emergentes como IoT, Big Data y computación en la nube. Surgió en Alemania dentro del plan de alta tecnología 2020 para transformar las cadenas de valor con fábricas inteligentes (Schwab, 2017). Este concepto aborda la manera en que las empresas manufactureras son transformadas mediante la implementación de sistemas ciberfísicos, que facilitan la integración de las áreas (Wang et al., 2016). Este concepto no solo busca la creación de valor, sino también la integración progresiva de sistemas de fabricación virtuales (software, Internet de las Cosas, entre otros) con los procesos de manufactura física, permitiendo una cooperación eficiente entre ambas dimensiones (Dalenogare et al., 2018). En este contexto, las redes inalámbricas industriales, gestionadas en la nube, facilitan las fábricas inteligentes mediante el Internet de las Cosas, permitiendo la conexión, almacenamiento y procesamiento de datos a gran escala, todo esto gracias a la capacidad de coordinación proporcionada por la computación en la nube (Martinez Tello, 2025). Antes de la Industria 4.0, el sistema Multi Agentes (MAS) buscó integrar la producción y las TI mediante agentes inteligentes que gestionaban flexibilidad y reconfiguración. Sin embargo, su complejidad impidió su adopción (Ynzunza Cortes et al., 2017).

Principios de la industria 4.0

Para aprovechar los beneficios de la Industria 4.0 y comenzar a investigar su transformación, es necesario algunos principios. En primer lugar, la interoperabilidad permite optimizar la

eficiencia y reducir costos mediante una mejor gestión de la información, evitando la duplicación de datos; esto requiere procesos de digitalización, integración de plataformas y automatización apoyada en la computación en la nube (Schäfer et al., 2024). La transparencia de la información, por su parte, se logra a través de sensores y dispositivos conectados a Internet que brindan acceso en tiempo real a datos precisos, lo que optimiza la productividad, facilita la detección de micro tendencias y mejora la toma de decisiones estratégicas y la eficiencia de los procesos (Security Art Work. 2016). La asistencia técnica es otro principio esencial, ya que permite el uso eficiente y seguro de maquinaria en procesos de producción complejos, inseguros o potencialmente peligrosos, garantizando mayor precisión y eficacia en las operaciones (MinTic, 2019). Finalmente, la descentralización de decisiones se impulsa mediante la implementación de sistemas ciberfísicos, los cuales posibilitan una toma de decisiones autónoma que favorece la personalización de productos y una resolución más eficiente de problemas en los procesos productivos (Logo ESG Innova Group, 2021).

Definiciones de las tecnologías de la Industria 4.0

Se emplean diversos términos para referirse a las tecnologías que impulsan la Industria 4.0. Las definiciones que se presentan a continuación son propuestas por el Ministerio de las Tecnologías de Colombia (MinTic, 2019):

Internet Industrial de las Cosas (IIoT): El Internet de las Cosas (IoT) interconecta dispositivos para automatizar procesos, mientras que el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) mejora la eficiencia operativa al permitir que máquinas y sistemas funcionen autónomamente según las necesidades industriales (SAP, n.d.).

Análisis de Big Data: Consiste en el procesamiento de grandes volúmenes de datos caracterizados por su variedad y alta velocidad de generación. A través del Big Data, las organizaciones pueden analizar información diversa para obtener insights valiosos que faciliten la toma de decisiones en distintos procesos y áreas de negocio (SYDLE, 2022).

Computación en la Nube: Esta tecnología permite el acceso remoto a información y recursos alojados en sistemas de Tecnologías de la Información y Comunicación. Funciona como un servicio que facilita el almacenamiento, procesamiento y gestión de datos desde cualquier dispositivo con conexión a internet, sin la necesidad de infraestructura local (Ramirez i, 2023).

Robots Autónomos: Los CoBots, o robots colaborativos, facilitan la interacción con humanos, mejorando productividad y eficiencia. Pueden aprender y adaptarse a tareas, integrando automatización y trabajo humano (MinTic, 2019).

Ciberseguridad: Es una herramienta fundamental para proteger la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos almacenados en computadoras y otros dispositivos con acceso a la red. Su objetivo es prevenir ataques, accesos no autorizados y otras amenazas que puedan comprometer la información digital (SAP, n.d.).

Otros aspectos relevantes en este contexto, son el aprendizaje automático (ML por sus siglas en inglés) y la inteligencia artificial (ai por sus siglas en inglés). De un lado, el ML estudia algoritmos computacionales que aprenden automáticamente a realizar tareas complejas mediante un entrenamiento intensivo con datos. Existen tres tipos principales de aprendizaje en ML: supervisado, no supervisado y por refuerzo (Nikiforidis et al., 2025). Por su parte, la ai es la capacidad de la tecnología para realizar diversas actividades de manera autónoma y continua,

emulando procesos de la inteligencia humana. Ha sido utilizada para mejorar la toma de decisiones en diversas aplicaciones industriales por la alta capacidad de procesamiento y optimización autónoma en diversas industrias y sectores (Soori et al., 2024).

Estos aspectos son relevantes en el contexto de las organizaciones y tienen una relación estrecha con la gestión del talento humano, de un lado, en la controversia entre el desplazamiento del humano por la máquina y los efectos sociales que esto conlleva, pero de otro lado con las necesidades de entrenamiento y adaptación en las empresas para poder integrarse a los cambios. Considerando lo anterior, la Industria 5.0 evoluciona más allá de la Industria 4.0, promoviendo la colaboración entre humanos y tecnologías avanzadas. Busca combinar la automatización y la IA con la creatividad y habilidades humanas para impulsar la innovación y la personalización en la producción, con un enfoque centrado en el valor humano (Nikiforidis et al., 2025).

Implementación de la Industria 4.0 en Colombia

Actualmente, Colombia se encuentra en proceso de desarrollar un programa gubernamental que facilite la adopción de la Industria 4.0 como una política económica nacional. El objetivo es posicionar al país como un referente en América del Sur en términos de digitalización y modernización industrial (MinTic, 2019).

Sin embargo, el número de empresas con acceso a la información y los recursos necesarios para implementar esta transformación aún es limitado. Entre los sectores que han comenzado a adoptar la Industria 4.0, destaca la industria cosmética, seguida por el sector textil y el financiero (Beltran Prieto & Giraldo Bedoya, 2019).

No obstante, Colombia enfrenta una desventaja significativa en comparación con países como Alemania, Estados Unidos y el Reino Unido, donde la Industria 4.0 ha sido una política económica durante más de una década. En contraste, en Colombia, los estudios y planes para su implementación apenas comenzaron en 2019, lo que implica un desafío en términos de adaptación y desarrollo tecnológico (Fajardo Marin, 2021).

Industria 4.0 y la Evolución del Talento Humano

La evolución de la Industria 4.0 ha impulsado una transformación significativa en los programas de capacitación enfocados en la automatización de las estrategias de recursos humanos. Este cambio responde a la necesidad de mejorar el desempeño operativo y optimizar los procesos productivos mediante la implementación de nuevas tecnologías (Devi et al., 2025).

Un análisis profundo de diversas capacitaciones a lo largo del tiempo permite evaluar su impacto en el nivel de desempeño de los empleados. Dicho análisis abarca aspectos clave como la adquisición de conocimientos, el desarrollo de destrezas, el aumento de la productividad y la mejora en la calidad del producto. Estos factores son fundamentales para garantizar la eficacia de las iniciativas de formación orientadas a la automatización (Beltran Prieto & Giraldo Bedoya, 2019).

En este contexto, los programas de capacitación deben estar diseñados para fortalecer las competencias de los empleados en el uso de tecnologías emergentes, asegurando una integración eficiente con los procesos productivos y fomentando la innovación dentro de las organizaciones. La correcta implementación de estos programas no solo optimiza el

rendimiento individual, sino que también contribuye al crecimiento general de la empresa en un entorno altamente competitivo (UBITS Team, 2024).

Un estudio publicado en el año 2025 por Marlapudi y Lenka identifica las competencias clave para la adaptación laboral a la Industria 4.0, incluyendo pensamiento crítico, adaptabilidad y alfabetización digital. Estas habilidades optimizan la gestión del talento, fortalecen la competitividad y facilitan la integración de la automatización, impulsando la innovación y el crecimiento organizacional en la transformación digital. (Marlapudi & Lenka, 2025).

Existe una gran diversidad de información, de diferentes fuentes y un punto relevante es poder utilizar la revisión bibliográfica sistémica para conocer el estado del arte en la interacción entre la industria 4.0 y la gestión del talento humano. Una alternativa para esto, son los análisis bibliométricos.

Análisis bibliométricos en la investigación documental

Los análisis bibliométricos son una aproximación para *mapear y evaluar* las tendencias en investigación que se encuentran en literatura científica (Haruna et al., 2025). A continuación, se presentan algunos antecedentes de su uso.

Entre 2012 y 2024, se realizó un análisis bibliométrico para explorar el impacto de las Industrias 4.0 y 5.0 en el ámbito educativo. Este estudio recopiló 3,281 registros de la base de datos Scopus. Los resultados del análisis destacan el papel fundamental de tecnologías como la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la robótica en la transformación de la educación.

(Vijay & Lakshmi, 2025). En particular, durante la pandemia de COVID-19, estas tecnologías cobraron mayor relevancia al potenciar metodologías como el aprendizaje basado en escenarios y la gestión estratégica de los recursos humanos en entornos educativos y corporativos (Salazar-Velázquez & Mejía-Trejo, 2021).

Otro estudio analizó 338 publicaciones en ScienceDirect desde 2015 para estructurar el campo de la Industria 4.0 y desarrollar una definición clara y objetiva mediante un análisis bibliométrico. Se encontró la falta de una definición uniforme, puesto que la mayoría de los autores no definen explícitamente Industria 4.0, considerándola un término implícito o un concepto general (Rupp et al., 2021).

Se ha analizado también la literatura sobre la Industria 4.0 en producción y gestión de cadenas de suministro (2011-2024), utilizando Scopus y herramientas como Biblioshiny y VOSviewer para evaluar tendencias y redes de investigación. Se identificó un crecimiento en la integración de IoT, Inteligencia Artificial y big data, mejorando la eficiencia operativa y la sostenibilidad. También se resaltaron los principales autores, instituciones y países influyentes. Sin embargo, el estudio se limitó a publicaciones en inglés y en Scopus, adicionalmente no se analizó en profundidad el contenido de los artículos, lo que sugiere la necesidad de revisiones cualitativas complementarias. Se concluyó que este campo sigue emergiendo y requiere más investigaciones interdisciplinarias (Zahid et al., 2025).

Se ha examinado la importancia de integrar la transformación digital y la sostenibilidad en las organizaciones mediante la *twin transition*. Con un análisis bibliométrico, se identificaron tendencias, brechas en la investigación y oportunidades para aprovechar la Industria 4.0 en

favor de la sostenibilidad, estableciendo bases para futuras investigaciones (Fatemi et al., 2025).

Otro aspecto analizado es la relación entre la economía circular, la cadena de suministro, la Industria 4.0 y la transferencia tecnológica. Un análisis bibliométrico de 673 publicaciones en Web of Science (2017-2020) evidenció una conexión entre la economía circular, la Industria 4.0 y el desarrollo sostenible, aunque la relación con la transferencia tecnológica es limitada. Se identificó un cambio de enfoque hacia la sostenibilidad ambiental y redes neuronales convolucionales. Se destaca la necesidad de mayor investigación en transferencia tecnológica y cadenas de suministro (Ren et al., 2023).

Hasta nuestro conocimiento no se han realizado estudios que aborden mediante análisis bibliométrico la gestión del talento humano en la industria 4.0. Un trabajo analizó la integración de los Factores Humanos y la Ergonomía con las tecnologías de la Industria 4.0 en el sector específico de aceite y gas. Los resultados mostraron que la mayoría de los estudios se han centrado en la simulación para mejorar la seguridad en los procesos, pero hay una falta de investigaciones sobre soluciones cognitivas (Longo et al., 2021). Este trabajo propone cerrar las brechas en el conocimiento anteriormente mencionadas. A continuación, se presenta la metodología para este fin.

Metodología

Se realizó un análisis bibliométrico para estudiar la integración de tecnologías de la Industria 4.0 en la gestión del talento humano. Ésta se realizó para identificar trabajos clave y evaluar el impacto de publicaciones, autores y países. Esta metodología ofrece una visión clara del panorama investigativo, al analizar datos de citación y relaciones temáticas. Su aplicabilidad se ha evidenciado en trabajos previos de la industria 4.0 y su relación con la cadena de manufactura (Zahid et al., 2025). El análisis se realizó siguiendo la metodología PRISMA que define la ruta metodológica para garantizar la exhaustividad de la revisión y evidencia el flujo de trabajo en el proceso de búsqueda, selección y análisis (PRISMA Statement, 2024).

Selección de la base de datos

Para este análisis bibliométrico, se buscó información sobre bases de datos referenciales. Se realizó una revisión preliminar en las bases de datos Scopus y Web of Science (WOS) y la mayor cantidad de reportes se encontró en WOS, por lo cual, esta fue la base de datos seleccionada. La ecuación empleada en la búsqueda fue:

“human (All Fields) AND management (All Fields) AND talent (All Fields) AND industry (All Fields) AND 4.0 (All Fields)”. Con esta ecuación de búsqueda se recuperaron 46 artículos científicos. Debido a que la cantidad de textos fue limitada, no se emplearon criterios de exclusión. Se empleó la herramienta de análisis de resultados de la base de datos WOS para organizar los resultados por categorías como: categorías de WOS, año de publicación, tipo de documento, autores, países y relación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

Software y aproximación para el análisis

Se utilizó el software VOSviewer para generar una red bibliométrica basada en la co-ocurrencia de palabras clave de los autores (Susitha et al., 2024). Para esto se seleccionó un mínimo de dos co-ocurrencias y clústeres de al menos tres términos. Los términos similares fueron unificados a través de un tesoro y la red resultante se analizó por clústeres, identificando relaciones y la relevancia de cada término dentro del grupo.

Resultados

Revisión de la tendencia de la información

A partir de los 46 trabajos científicos recopilados, se realizó una estadística descriptiva. La Tabla 1 presenta los resultados más relevantes. Se evidencia una la tendencia de la producción científica del área durante el período comprendido entre 2018 y 2025.

Tabla 1. Descripción de las publicaciones recopiladas

Descripción	Resultado
Rango de años de publicaciones	2018 - 2025
Cantidad de revistas	35
Promedio de documentos por año	6,5
Promedio últimos 5 años	9
Crecimiento del promedio (%)	38.46%
Cantidad de referencias	46
Cantidad de palabras clave únicas	256
Cantidad de autores individuales	3983
Artículos en colaboración	46
Cantidad de países	35

En este intervalo se identificaron 35 revistas que han servido como plataforma de divulgación.

El promedio de publicaciones anuales fue de 6,5 documentos; sin embargo, este valor aumentó a 9,0 en los últimos cinco años, reflejando un crecimiento del 38,46 % en la productividad académica reciente. Este comportamiento permite inferir una intensificación del interés investigativo en la temática, así como una posible consolidación de comunidades científicas

alrededor del t3pico. En estos textos se emplearon 256 palabras clave, lo que denota diversidad conceptual y alcance multidimensional en los enfoques abordados. En cuanto a la autoría, se registraron 3983 autores individuales, y se resalta que los 46 trabajos fueron elaborados en colaboraci3n. Estos autores tienen su afiliaci3n institucional en 35 pa3ses, de los cuales se resalta que el 39% de los pa3ses son europeos, seguidos por pa3ses asiáticos (33%) y solo tres trabajos son de pa3ses latinoamericanos (Brasil, Argentina y M3xico).

La Figura 1 presenta los resultados de algunos de los pa3ses y la tabla 2 presenta detalladamente la cantidad de publicaciones por pa3s. En el análisis bibliométrico, el diagrama de árbol (*tree map*) es una herramienta para representar la distribuci3n y volumen de investigaciones, en este caso se emple3 para presentar de manera visual la informaci3n sobre la gesti3n del talento humano en la Industria 4.0. En la figura presentada, cada pa3s se ilustra mediante un rectángulo, cuyo tamaño es proporcional al n3mero de publicaciones asociadas. Los rectángulos de menor tamaño representan pa3ses con una producci3n científica reducida, lo cual puede indicar líneas de investigaci3n emergentes o menor desarrollo en el tema. El *tree map* (Figura 1) evidencia diferencias entre pa3ses desarrollados y en vía de desarrollo. Pa3ses como Inglaterra, Australia, Canadá, Finlandia y Francia, que son considerados economías desarrolladas, tienen una presencia destacada en el n3mero de publicaciones, especialmente Inglaterra con cinco publicaciones y Australia con cuatro. Esto refleja un mayor nivel de inversi3n en investigaci3n y una infraestructura acad3mica m3s consolidada. Tambi3n destaca la presencia importante de economías emergentes como China, India, Sudáfrica y Brasil. China lidera con un 18.75% del total de publicaciones, seguida por Sudáfrica con un 16.67%, lo que evidencia un fuerte inter3s de algunas economías en vía de desarrollo en temas científicos.

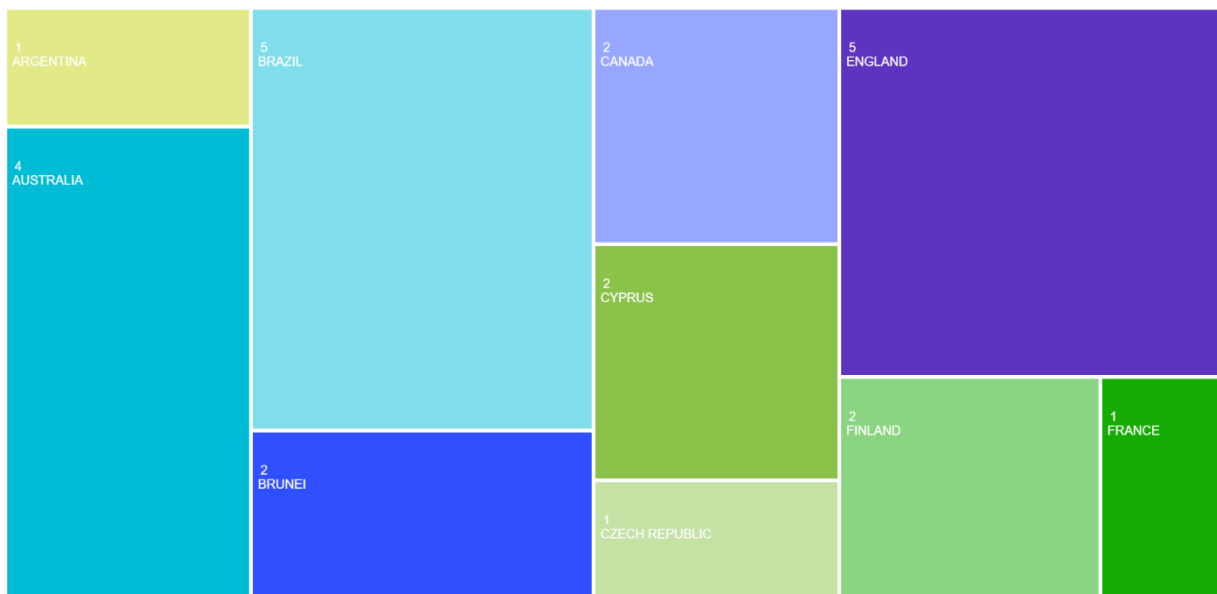


Figura 1. Diagrama de árbol de los países asociados a las afiliaciones institucionales de las publicaciones analizadas.

Otros países en vías de desarrollo como Argentina, Brunei y Chipre presentan un nivel de participación más bajo, con una o dos publicaciones, lo cual es consistente con las limitaciones en términos de financiación para investigación y acceso a redes de colaboración internacional. Al respecto, la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), indicó que América Latina está rezagada en comparación con otras regiones del mundo en términos de investigación y desarrollo. “Mientras Estados Unidos, Japón y la República de Corea invierten en este rubro entre 2,5 y 3 puntos de su producto interno bruto (PIB) y la Unión Europea cerca de 2 puntos, en América Latina solo se asignan 0,5 puntos del PIB” (CEPAL; 2025), esto puede de alguna manera ser la causa de la diferencia entre la cantidad de publicaciones.

Respecto a Colombia, su ausencia en la tabla podría interpretarse como un reflejo de las barreras estructurales que enfrenta el país en materia de ciencia y tecnología, tales como menor inversión pública en investigación y falta de estímulos a la publicación científica.

Tabla 2. Información y métricas de publicaciones por país.

País	Cantidad de textos	Porcentaje
China	9	18,75
Sudáfrica	8	16,667
Brasil	5	10,417
Inglaterra	5	10,417
India	5	10,417
Estados Unidos	5	10,417
Australia	4	8,333
Indonesia	4	8,333
España	4	8,333
Brunéi	3	6,25
Canadá	2	4,167
Chipre	2	4,167
Finlandia	2	4,167
Italia	2	4,167
Malasia	2	4,167
Polonia	2	4,167
Portugal	2	4,167
Taiwán	2	4,167
Argentina	1	2,083
República Checa	1	2,083
Francia	1	2,083
Alemania	1	2,083
Irán	1	2,083
Irlanda	1	2,083
México	1	2,083
Nueva Zelanda	1	2,083
Nigeria	1	2,083
Noruega	1	2,083
Pakistán	1	2,083
Rusia	1	2,083
Arabia Saudita	1	2,083
Eslovaquia	1	2,083
Tailandia	1	2,083
Turquía	1	2,083
Emiratos Árabes Unidos	1	2,083

La baja producción de investigaciones sobre gestión de talento humano en la industria 4.0 en los países en vía de desarrollo podría tener implicaciones preocupantes para su competitividad futura. La industria 4.0, exige nuevos perfiles de talento, competencias tecnológicas y una transformación profunda de la gestión laboral. La falta de investigación en estos contextos podría significar que las empresas de países en desarrollo no estén preparándose

adecuadamente para adaptar y capacitar su fuerza laboral a estas nuevas exigencias. Esto puede llevar a una brecha aún mayor en productividad, innovación y empleabilidad frente a los países desarrollados. En el caso específico de Colombia, la ausencia de publicaciones indica un riesgo de rezago competitivo, ya que, sin conocimiento aplicado en esta área, se dificulta la formulación de políticas públicas, programas de formación y estrategias organizacionales alineadas con las demandas de la nueva revolución industrial.

Respecto a las publicaciones por año (Figura 2) se evidencia un crecimiento gradual, pasando de una publicación en 2018 a cuatro en 2020. En el año 2021 hay una ligera caída (3 publicaciones), que podría estar relacionada con la pandemia de COVID-19, que afectó la producción científica en algunos sectores. En el año 2022 se alcanza el pico máximo (12 publicaciones). En general se evidencia que el interés científico en la gestión de talento humano en el contexto de Industria 4.0 ha crecido fuertemente después de 2020, mostrando que la transformación digital ha traído un enfoque renovado en cómo las organizaciones gestionan sus equipos humanos. Una tendencia similar se encontró en otros análisis bibliométricos que exploran

El papel de la industria 4.0 en la industria de manufactura y cadenas de suministro (Zahid, 2025), la evolución de la industria 4.0 (Bigliardi, 2025) y en inteligencia artificial e industria 4.0 (Fosso-Wamba y Guthrie, 2024).

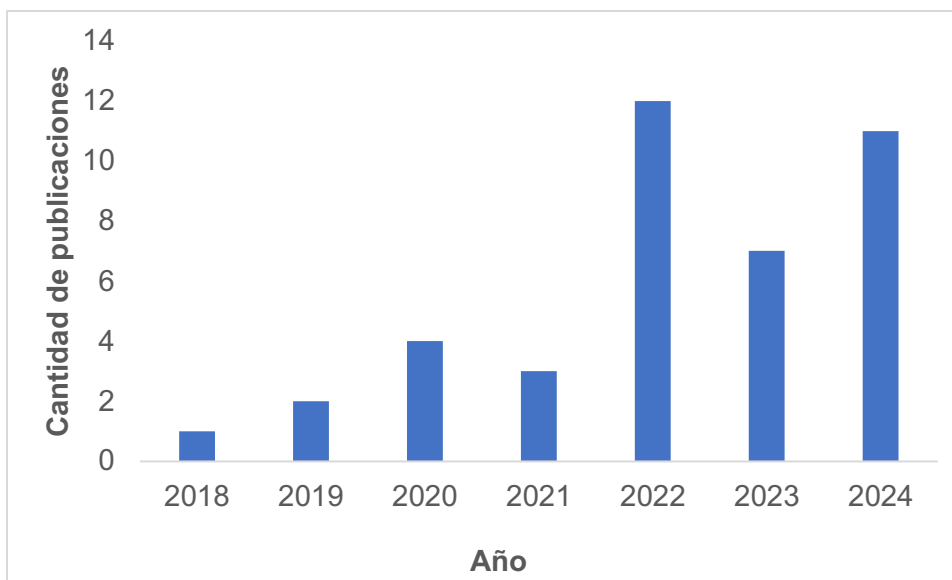


Figura 2. Cantidad de publicaciones por año

Estas publicaciones se han realizado mayoritariamente como artículo científico, seguido de artículos de revisión (89 y 11% respectivamente, datos no mostrados) y todas han sido escritas en inglés. Esto supone retos adicionales para países hispanohablantes, como es el caso de Colombia, en los cuales la producción científica es limitada y la información disponible se encuentra en un idioma diferente al español.

El diagrama de árbol presentado en la Figura 3 evidencia la distribución temática de las publicaciones relacionadas con la gestión del talento humano en la Industria 4.0, categorizadas de acuerdo con las áreas de conocimiento de Web of Science. Se observa que la categoría "Business" domina las investigaciones, con el mayor número de publicaciones, lo que evidencia que los enfoques de gestión organizacional y estrategias empresariales son los más estudiados en este contexto.

Le siguen categorías técnicas como "Automation Control Systems" y "Computer Science Interdisciplinary Applications", que reflejan la relevancia de los sistemas de automatización y las

aplicaciones interdisciplinarias de la informática en la transformación del talento humano en entornos industriales avanzados. Otras áreas como "*Computer Science Information Systems*", "*Computer Science Artificial Intelligence*" y "*Computer Science Cybernetics*" también tienen representación, indicando el creciente interés en la integración de tecnologías digitales e inteligencia artificial en la gestión de recursos humanos. Además, categorías como "*Chemistry Analytical*", "*Chemistry Multidisciplinary*", "*Construction Building Technology*" y "*Engineering Civil*" muestran participaciones menores, sugiriendo una presencia más especializada o emergente de estos temas en la literatura. Lo anterior, destaca la naturaleza multidisciplinaria del campo, donde predomina el enfoque empresarial pero se reconoce la importancia de la tecnología y la ingeniería en la evolución del talento humano en la era de la Industria 4.0.

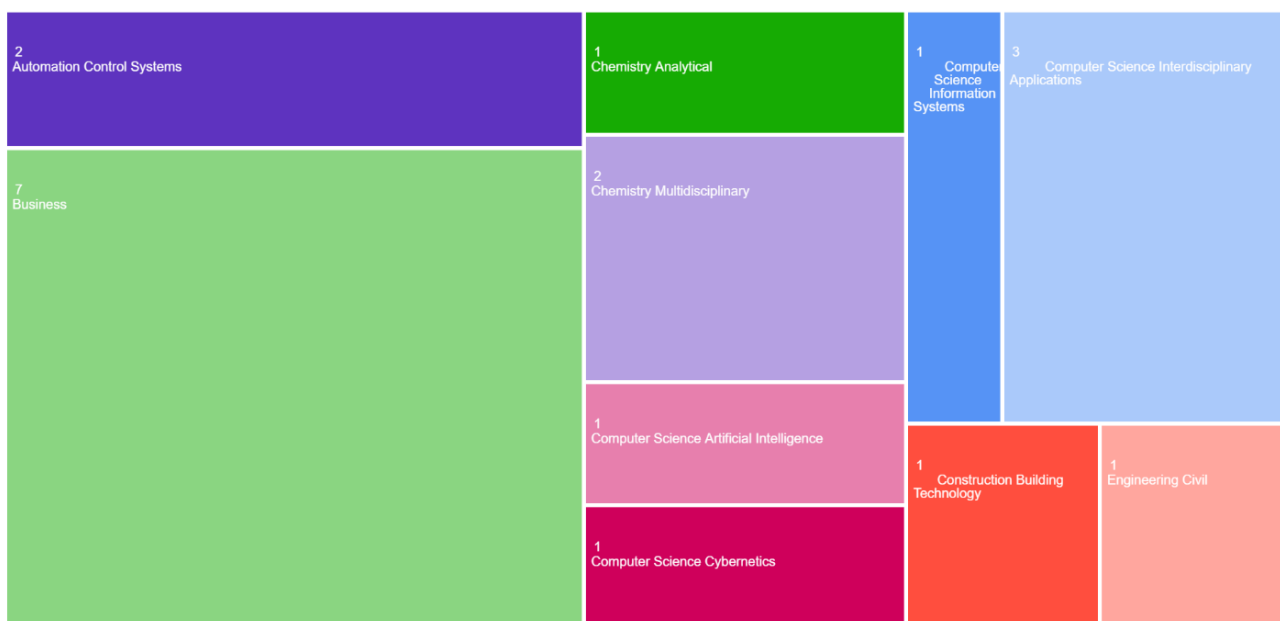


Figura 3. Diagrama de árbol de los temas de categorías de WOS

En la relación entre los documentos analizados y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en la Figura 4 se observa la tendencia. El ODS 9, "Industria, Innovación e Infraestructura", sobresale ampliamente, asociado al 62,5% de las publicaciones. Esto es consistente con la

naturaleza del tema, gestión del talento humano en la Industria 4.0, donde la innovación tecnológica y el fortalecimiento de las capacidades industriales son esenciales.

Este es seguido por el ODS 12, "Producción y Consumo Responsables", con un 47,9% de las publicaciones, evidenciando la investigación en la necesidad de integrar prácticas sostenibles en los procesos industriales y de talento humano, asegurando que el avance tecnológico esté alineado con la responsabilidad ambiental y social.

Otros ODS como "Educación de Calidad" (ODS 4) aparecen en un 10,4% y temas como "Igualdad de Género" (ODS 5), "Salud y Bienestar" (ODS 3) y "Ciudades y Comunidades Sostenibles" (ODS 11) tienen una representación muy baja (2,08% cada uno). Finalmente, es importante resaltar que un 20,83% de los registros no están asociados explícitamente a ningún ODS.

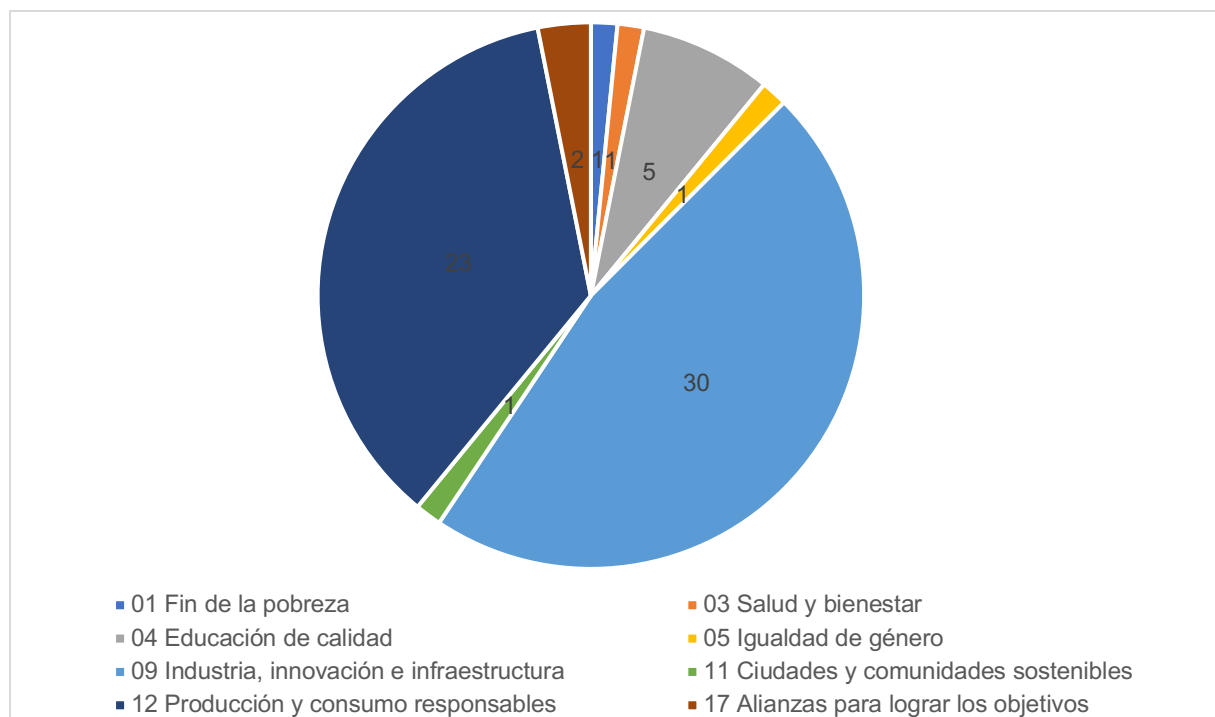


Figura 4. Relación de los trabajos con los objetivos de desarrollo sostenibles

Mapeo científico

Esta técnica permite analizar las relaciones y conexiones entre diferentes elementos de la investigación. Para esto, se emplean métodos como el análisis de citas, el análisis de co-citación, el análisis de coautoría y el análisis de co-ocurrencia de palabras clave. Al integrar estos métodos con el análisis de redes, es posible visualizar de manera efectiva la estructura bibliométrica y el marco intelectual del dominio de investigación (Bouchenine & Abdel-Aal, 2023).

Para este trabajo, se exportó de la base de datos WOS un archivo de texto plano que fue procesado empleando el software VOSviewer. El análisis se realizó respecto a las palabras clave del autor, instituciones y países. Lo anterior, con la intención de analizar las relaciones entre los temas de trabajo, pero también las relaciones entre instituciones y países. Los

resultados de las palabras clave se ajustaron mediante un tesoro. En la Tabla 3 se presenta la descripción de las palabras agrupadas.

Tabla 3. Tesoro para la re-organización de las palabras clave

keyword	Replace by
human capital	human resource
human resource management	human resource
human resources	human resource
industry 4	industry 4.0
talent	talent management
talent development	talent management

Respeto a la red de co-ocurrencia de las palabras clave, presentada en la se observa que la palabra clave *Industry 4.0*, actúa como el nodo central del mapa, indicando que es el tema principal que conecta todos los subtemas.

El análisis reveló 4 clústeres, que representan áreas de investigación, como se describen a continuación. El clúster 1 (rojo) hace referencia a la gestión del talento humano y algunos componentes de la industria 4.0, lo cual puede sugerir un enfoque respecto a cómo la transformación digital y las tecnologías emergentes están impactando la gestión del talento en el contexto de la Industria 4.0. Los términos agrupados fueron: digital transformation, big data, artificial intelligence, talent management y human resource. Este clúster se conecta con el clúster 2 (verde) que aborda específicamente las habilidades y competencias necesarias para adaptarse a la revolución industrial y específicamente con la Industria 4.0. En este clúster los términos competencias, skills, fourth industrial revolution y smart factory se agrupan alrededor de Industry 4.0. La relación entre estos dos primeros clústeres evidencia las necesidades de fortalecimiento de las capacidades de los miembros de la empresa, como parte estratégica del talento humano en el marco de la industria 4.0 Este clúster se relaciona con los clústeres 3 y 4. El clúster 3 (amarillo) aborda aspectos relacionados con la automatización y robótica, como

componentes disruptivos en el contexto de la industria actual. Este clúster incluye términos como automotive industry, robotics y human-robot collaboration. Finalmente, el clúster 4 (azul) aborda aspectos relacionados con habilidades y tecnologías en la industria de manufactura. Incluye las palabras knowledge, manufacturing, key enabling technology (KET) y operator 4.0. y evidencia que en la industria 4.0 el conocimiento es el motor central y que las tecnologías habilitadoras aportan a la construcción de un ecosistema adecuado para el trabajo.

Estos resultados evidencian que la investigación en Industria 4.0 no solo se centra en el desarrollo tecnológico, sino también en las implicaciones para la gestión del talento, la formación de competencias, y la transformación de los procesos industriales.

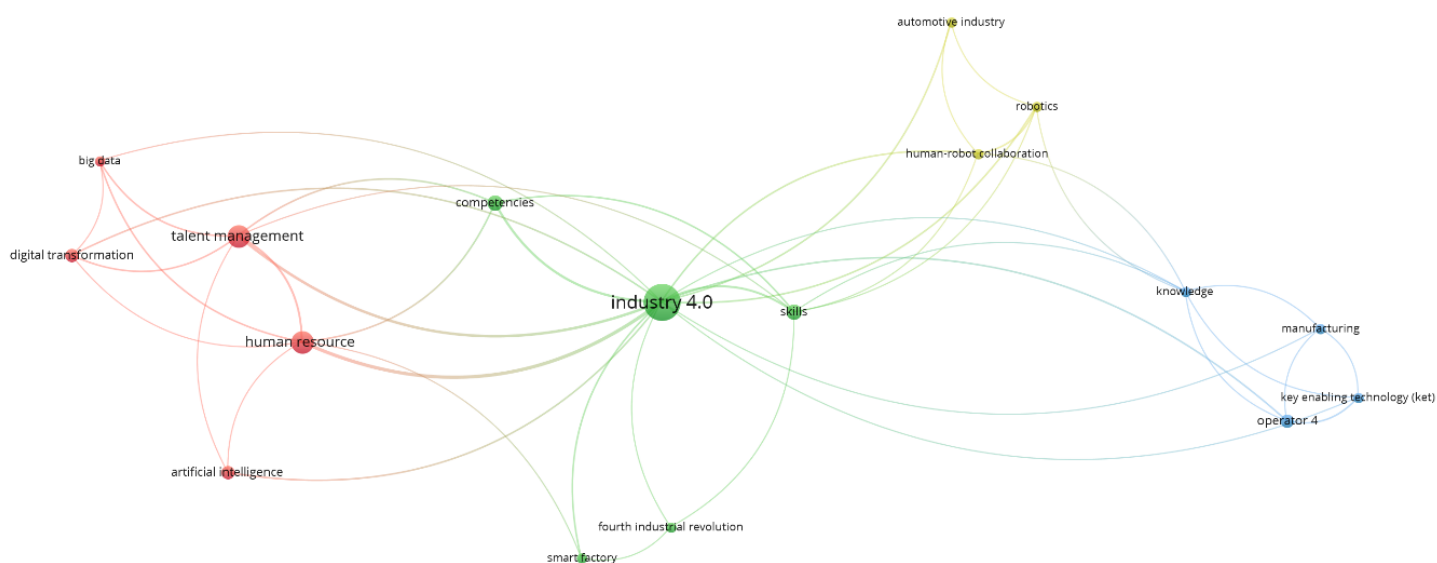


Figura 5. Red de co-ocurrencia de palabras clave

Respecto a la co-ocurrencia de instituciones, la red muestra las relaciones de colaboración entre universidades en investigaciones publicadas entre 2021 y 2024. Se observan dos grandes agrupaciones: una más densa en el lado izquierdo, integrada principalmente por

universidades sudafricanas y brasileñas, como *Nelson Mandela University*, *University of Johannesburg* y *Federal University of Technology Paraná (UFPR)*, entre otras. Estas instituciones presentan una colaboración activa, destacándose *Nelson Mandela University* como un nodo central, dada su fuerte conexión con otras universidades del clúster. En el lado derecho de la red, aparecen *University of Hong Kong* y *University of Cambridge*, que se conectan de manera más débil con el nodo central, lo cual sugiere una colaboración limitada con las mencionadas anteriormente.

En general, la red evidencia un núcleo colaborativo entre África y América Latina, sin embargo, las conexiones entre los dos grandes grupos aún son limitadas, lo que podría sugerir oportunidades futuras para fortalecer la colaboración internacional. Los grupos de investigación Colombianos que aborden temas relacionados con la industria 4.0 y la gestión del talento humano, pueden realizar conexiones con estas instituciones, que permitan avanzar sólidamente en esta área del conocimiento.

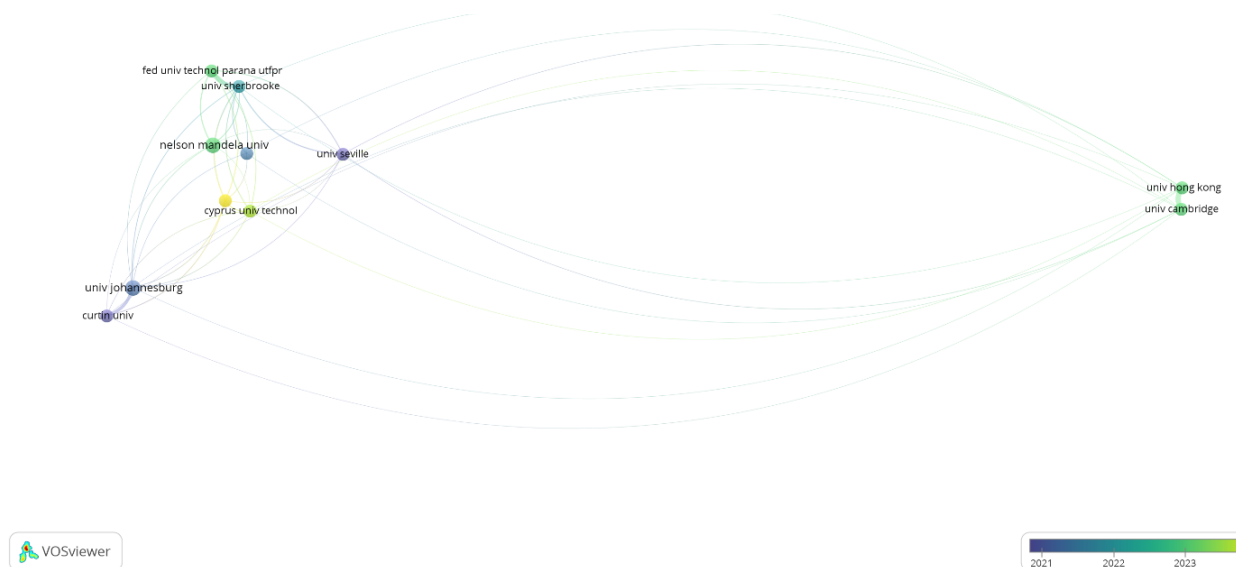


Figura 6 Red de colaboración entre instituciones

Finalmente, respecto a la colaboración entre países, la Figura 7 evidencia que se destacan Estados Unidos, Inglaterra, China, Brasil e India como los nodos más relevantes por su alto número de conexiones. Estados Unidos aparece como el centro de la red, evidenciando su relevancia en las colaboraciones internacionales. La intensidad de las líneas indica fuertes vínculos de coautoría, especialmente entre Estados Unidos e Inglaterra, así como entre Brasil y Sudáfrica (esto es coherente con lo mencionado en la relación entre instituciones). El color de los nodos refleja la media de año de publicación, mostrando que países como India, Indonesia y España han intensificado su actividad en años recientes (2022–2023), mientras que otros, como China y Estados Unidos, mantienen una participación constante desde años anteriores.

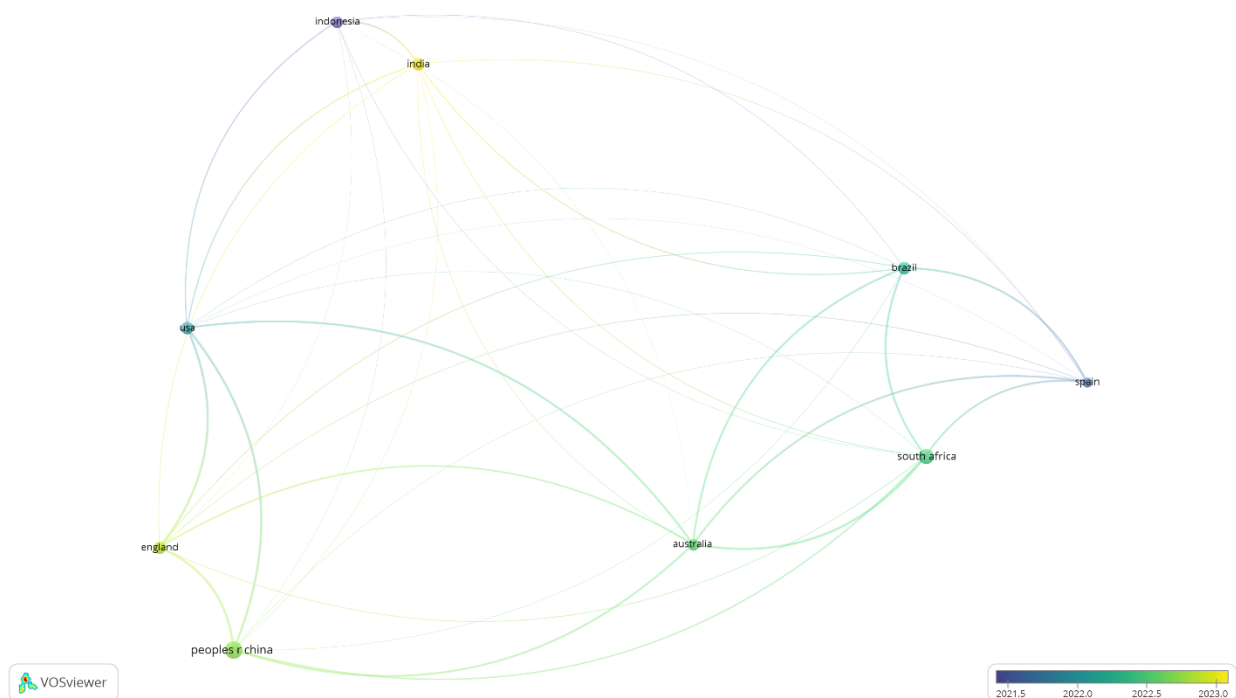


Figura 7. Red de colaboración científica entre países en el tema de industria 4.0 y gestión del talento humano

Futuras Perspectivas

Este capítulo describió el estado del arte en aspectos relacionados con la gestión del talento humano en el marco de la industria 4.0. Si bien, no se materializa una propuesta para un modelo de innovación, se resalta la necesidad de investigar en esta área del conocimiento, como posible punto de partida para su adopción en las industria. Para esto, la creación de redes de colaboración internacional puede ser una vía efectiva para superar limitaciones estructurales y de financiación, especialmente en el caso de los países latinoamericanos, incluyendo Colombia. En el ámbito académico, se evidencian vacíos en temas como equidad de género, el bienestar laboral que son relevantes en la gestión del talento humano y no aparecen como palabras en los textos consultados. Adicionalmente, es relevante realizar una búsqueda más avanzada y discutir en profundidad los hallazgos de este trabajo exploratorio. Finalmente, esta área del conocimiento puede beneficiarse con la articulación entre los sectores académico, empresarial y gubernamental (triple hélice), para fomentar la producción científica en torno a la Industria 4.0 y su impacto en el talento humano en contextos relevantes para los sectores productivos privados y comunitarios.

Conclusión

El análisis realizado en este trabajo permitió consolidar una revisión del estado del arte, a partir del cual se evidencia un creciente interés global en la gestión del talento humano en el contexto de la Industria 4.0, con un incremento en las publicaciones. Esto permite el cumplimiento del objetivo propuesto en el presente trabajo. La diversidad de palabras clave, autores y afiliaciones institucionales refleja el carácter multidisciplinario e internacional de esta área. A pesar de este avance, se observan asimetrías geográficas, dado que: los países desarrollados y algunas economías emergentes lideran la producción científica, mientras que América Latina, con excepción de Brasil, presenta una participación marginal. Las redes de colaboración permiten que grupos de investigación Colombianos puedan realizar conexiones dirigidas con investigadores o instituciones, con la intención de aportar a la consolidación de estas líneas de investigación en instituciones de educación superior, dentro de los que se puede incluir el grupo de investigación Grupo de investigación de gerencia en las grandes y medianas empresas de la EAN. Respecto a las las temáticas más abordadas, determinadas a partir de la co-ocurrencia de palabras clave, se encontró que giran en torno a la transformación digital, competencias, automatización y tecnologías habilitadoras, con una clara orientación hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con industria, innovación y producción responsable.

El abordaje metodológico de este trabajo permitió recopilar la información necesaria para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en este trabajo.

Referencias

- Abdussamad, Z., Tweneboah Agyei, I., Sipahi Döngül, E., Abdussamad, J., Raj, R., & Effendy, F. (2022). Impact of Internet of Things (IOT) on Human Resource Management: A review. *Materials Today: Proceedings*, 56, 3534–3543.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.247>
- Beltran Prieto, Y. E., & Giraldo Bedoya, E. Y. (2019). *Transformación del modelo 4.0 en los sectores productivos en Colombia*.
<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/2cb22801-2056-4d79-902f-9f0598565a34>
- Bouchenine, A., & Abdel-Aal, M. A. M. (2023). Towards supply chain resilience with additive manufacturing: A bibliometric survey. *Supply Chain Analytics*, 2, 100014.
<https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100014>
- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108111>
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- Devi, K., Singh, J., Garg, N., Tiwari, M., Shaik, N., & Elangovan, M. (2025). *Measuring AI's Impact on HR Strategies and Operational Effectiveness in the Era of Industry 4.0*. 2125, 97–107. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80839-5_8
- Fajardo Marin, G. (2021, January). *La industria 4.0: Un análisis comparado entre países Latinoamericanos países desarrollados*.

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/71c66cb8-8bb5-44ce-bee9-f2a6f3d5fbfd/content>

Fatemi, S., Smiljic, S., & Behdani, B. (2025). Crossing Paths of Industry 4.0 and Sustainability: A Bibliometric Analysis of Twin Transition Literature. *6th International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing*, 253, 1730–1739.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.235>

Harney, B., & Collings, D. G. (2021). Navigating the shifting landscapes of HRM. *Human Resource Management Review*, 31(4), 100824.

<https://doi.org/10.1016/j.hrmmr.2021.100824>

Haruna, E. U., Asiedu, W. K., & Bello, L. O. (2025). Mapping the knowledge domain of natural capital and sustainability: A bibliometric analysis using the Scopus database for future research direction. *Development and Sustainability in Economics and Finance*, 5,

100035. <https://doi.org/10.1016/j.dsef.2024.100035>

James, A. T., Kumar, G., Tayal, P., Chauhan, A., Wadhawa, C., & Panchal, J. (2022). Analysis of human resource management challenges in implementation of industry 4.0 in Indian automobile industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 176, 121483.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121483>

Lima, L., & Galleli, B. (2021). Human resources management and corporate governance: Integration perspectives and future directions. *European Management Journal*, 39(6),

731–744. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2021.02.004>

Logo ESG Innova Group. (2021, January 28). ¿Qué es la industria 4.0 y qué beneficio aporta a mi empresa? *BLOG ESPECIALIZADO EN CIBERSEGURIDAD*. <https://www.pmg-ssi.com/2021/01/que-es-la-industria-4-0-y-que-beneficio-aporta-a-mi-empresa/>

Longo, F., Padovano, A., Gazzaneo, L., Frangella, J., & Diaz, R. (2021). Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: A bibliometric analysis.

- Proceedings of the 2nd International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing (ISM 2020)*, 180, 1049–1058. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.350>
- Macke, J., & Genari, D. (2019). Systematic literature review on sustainable human resource management. *Journal of Cleaner Production*, 208, 806–815. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.091>
- Marlapudi, K., & Lenka, U. (2025). Enhancing human capital for Industry 4.0: A case of Indian manufacturing sector. *Journal of Intellectual Capital*. Scopus. <https://doi.org/10.1108/JIC-09-2024-0268>
- Martinez Tello, A. F. (2025). *Diseño de red inalámbrica para dispositivos IoT, en un ambiente industrial* [Universidad de los Andes]. <https://hdl.handle.net/1992/75966>
- Ministerio del trabajo de Colombia. (2019). *Bienestar y salud mental un compromiso de MinTrabajo y el Sector Publico*. <https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/comunicados/2019/julio/bienestar-y-salud-mental-un-compromiso-de-mintrabajo-y-el-sector-publico>
- MinTic. (2019). *Aspectos Básicos de la Industria 4.0*. MInTic. chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclclefindmkaj/https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articulos-124767_recurso_2.pdf
- Nikiforidis, K., Kyrtoglou, A., Vafeiadis, T., Kotsiopoulos, T., Nizamis, A., Ioannidis, D., Votis, K., Tzouvaras, D., & Sarigiannidis, P. (2025). Enhancing transparency and trust in AI-powered manufacturing: A survey of explainable AI (XAI) applications in smart manufacturing in the era of industry 4.0/5.0. *ICT Express*, 11(1), 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.icte.2024.12.001>
- PRISMA Statement. (2024). *PRISMA statement*. PRISMA Statement. <https://www.prisma-statement.org>

- Ramirez i, C. (2023, September 25). Impacto de la Industria 4.0 en un mundo en constante transformación [Artículo y noticias]. *Articulos y noticias*. <https://cidei.net/impacto-de-la-industria-4-0-en-un-mundo-en-tranformacion/>
- Ren, Y., Li, R., Wu, K.-J., & Tseng, M.-L. (2023). Discovering the systematic interlinkages among the circular economy, supply chain, industry 4.0, and technology transfer: A bibliometric analysis. *Cleaner and Responsible Consumption*, 9, 100123. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100123>
- Romero, D., Stahre, J., & Taisch, M. (2020). The Operator 4.0: Towards socially sustainable factories of the future. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 106128. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106128>
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R., & Harrison, D. K. (2021). Industry 4.0: A Technological-Oriented Definition Based on Bibliometric Analysis and Literature Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010068>
- Salazar-Velázquez, R., & Mejía-Trejo, J. (2021). Industria 4.0 dentro de la innovación: Análisis bibliométrico. *Nova scientia*, 13(27). <https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2812>
- SAP. (n.d.). ¿Qué es la industria 4.0? [Tecnología]. *Las tecnologías de la Industria 4.0 revolucionan la automatización, el monitoreo y el análisis de las cadenas de suministro a través de tecnología inteligente*. <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-industry-4-0.html>
- Schäfer, G., Waclawek, H., Riedmann, S., Binder, C., Neureiter, C., & Huber, S. (2024). *IT/OT Integration by Design* (No. arXiv:2305.19735). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.19735>
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*.

- Soori, M., Jough, F. K. G., Dastres, R., & Arezoo, B. (2024). AI-Based Decision Support Systems in Industry 4.0, A Review. *Journal of Economy and Technology*.
<https://doi.org/10.1016/j.ject.2024.08.005>
- Susitha, E., Jayarathna, A., & Herath, H. M. R. P. (2024). Supply chain competitiveness through agility and digital technology: A bibliometric analysis. *Supply Chain Analytics*, 7, 100073.
<https://doi.org/10.1016/j.sca.2024.100073>
- SYDLE. (2022, January 17). Tecnologías de la Industria 4.0: ¿Qué son y cómo funcionan? [Tecnología]. *Transformación Digital*. <https://www.sydle.com/es/blog/tecnologias-de-la-industria-4-0-60e486e2b2503757978621a0>
- UBITS Team. (2024, September). *La Inteligencia Artificial: Revolucionando la Capacitación Empresarial* [Tecnología]. <https://www.ubits.com/blog/integracion-ia-capacitacion-empresarial>
- Vijay, V., & Lakshmi, J. D. (2025). The fringe benefit of Industry 4.0 and Industry 5.0 on the educational sector: A comprehensive bibliometric review. In *Generative AI for Business Analytics and Strategic Decision Making in Service Industry* (pp. 359–394). Scopus.
<https://doi.org/10.4018/979-8-3693-7026-1.ch014>
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 3159805.
<https://doi.org/10.1155/2016/3159805>
- Ynzunza Cortes, C. B., Izar Landeta, J. manuel, Bocarando Chacon, J. G., Aguilar Pereira, F., & Larios Osorio, M. (2017, October 20). *El entorno de la industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras*. <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/html/>
- Zahid, A., Leclaire, P., Hammadi, L., Costa-Affonso, R., & El Ballouti, A. (2025). Exploring the potential of industry 4.0 in manufacturing and supply chain systems: Insights and

emerging trends from bibliometric analysis. *Supply Chain Analytics*, 10, 100108.

<https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100108>