

Desarrollo empresarial en la era de la industria 4.0: resultados desde un análisis bibliométrico

Business development in the era of industry 4.0: findings from a bibliometric analysis

Luis Ortiz-Ospino Universidad Simón Bolívar, Colombia https://orcid.org/0000-0002-9334-4026 luis.ortizo@unisimon.edu.co	Estiven Gonzalez-Sarmiento Universidad Simón Bolívar, Colombia https://orcid.org/0000-0001-6053-7254 estiven.gonzalezs@unisimon.edu.co	José Sarmientoperez-Polo Universidad Simón Bolívar, Colombia https://orcid.org/0000-0001-9015-1483 jsarmientoperez@unisimon.edu.co
--	---	---

Palabras claves: Desarrollo Empresarial, Industria 4.0, Organizaciones, Análisis Bibliométrico, Vosviewer. **Recibido:** 09 de septiembre de 2025

Keywords: Business development; Industry 4.0; Organizations; Bibliometric analysis; VOSviewer. **Aceptado:** 24 de octubre de 2025

RESUMEN

El artículo presenta una investigación sobre el desarrollo empresarial en la era de la industria 4.0, utilizando un análisis bibliométrico para examinar cuantitativamente la literatura existente. Se identificaron 871 artículos y revisiones en inglés entre 2014 y 2023, con un aumento constante en las publicaciones a partir de 2017. La transformación digital nace como un factor crucial, redefiniendo modelos de negocio y estrategias organizacionales. Los resultados destacan la necesidad de comprender la complejidad de la transformación digital y su impacto en la competitividad empresarial. Se identifica una brecha digital entre países desarrollados y en desarrollo, subrayando la importancia de políticas inclusivas para fomentar la participación equitativa en la economía digital. Finalmente, el estudio resalta la importancia de abordar la transformación digital como un proceso estratégico continuo para las organizaciones en un entorno empresarial en constante evolución.

ABSTRACT

The article presents research on business development in the era of Industry 4.0, using a bibliometric analysis to quantitatively examine the existing literature. A total of 871 articles and reviews in English published between 2014 and 2023 were identified, showing a steady increase in publications since 2017. Digital transformation emerges as a crucial factor, redefining business models and organizational strategies. The findings highlight the need to understand the complexity of digital transformation and its impact on business competitiveness. A digital divide between developed and developing countries is identified, emphasizing the importance of inclusive policies to foster equitable participation in the digital economy. Finally, the study underscores the importance of addressing digital transformation as a continuous strategic process for organizations in an ever-evolving business environment.

INTRODUCCIÓN

Con la venida de la globalización se han producido muchos cambios para la economía del país, basados en una nueva era donde el conocimiento domina el pleno desarrollo del sector productivo. Muchas empresas han tenido que avanzar al paso en que el conocimiento demanda ser atendido por parte de los consumidores, donde la atención de necesidades amerita de nuevas estrategias y diversas formas para abordarlas consecuentes con los requerimientos del mercado y la demanda de bienes y servicios en una escala re direccionada hacia lo sencillo, lo nuevo, lo eficiente y lo útil (Ferrer, 2022). La globalización trajo consigo muchos cambios que para Colombia desde el siglo XX, propició la expansión de las relaciones comerciales con el resto del mundo con el firme propósito de abrir sus puertas al exterior y buscar el mejoramiento de la capacidad productiva del país, así como el crecimiento nacional a través de procesos de exportación y aprovechamiento de las economías a escala que impactarían positivamente en la balanza de pagos nacional (Rojas, 2017).

El aumento de competencia que se vive actualmente obliga a las empresas a buscar estrategias para alcanzar una posición sólida en el mercado, para adaptarse rápidamente a los cambios generados por la complejidad del entorno, brindando un mejor servicio, reduciendo costos, buscando redes de colaboración

con sus pares o con quienes comparte la Cadena de Suministro a la que pertenece. De esta forma, (Figueroa et al., 2021) aseguran que las organizaciones se encuentran viviendo una Cuarta Revolución Industrial, obligada por el desarrollo de las tecnologías de la información, dicha Revolución promueve la transformación paulatina de los sistemas productivos para hacerse más eficientes.

El concepto Industria 4.0 o su homólogo Cuarta Revolución Industrial, supone un nuevo hito en el desarrollo organizacional aspirando a la digitalización de los procesos productivos aumentando su eficiencia, calidad y seguridad (Salazar & Mejía, 2021). Por lo que el impacto que está generando la evolución de las tecnologías, en la vida de las empresas supone especialmente para estas últimas un considerable esfuerzo de adaptación a esta sociedad en red. La Industria 4.0 implica la digitalización de todos los procesos organizacionales para conseguir la transformación de estos. Esta transformación aumentará en gran medida la productividad de estas, lo cual lograrán conseguir productos más personalizados. Esta nueva realidad que supone la cuarta revolución industrial se caracteriza por su flexibilidad y la implicación del cliente en todo el proceso, consiguiendo así adaptarse a la rapidez de los cambios en la demanda propios del mercado actual.

Adicionalmente, (Hernández et al., 2011) expresaron que, el desarrollo organizacional se ha convertido en el instrumento por excelencia para el cambio que busca el logro de una mayor eficiencia organizacional, condición indispensable en el mundo actual, caracterizado por la intensa competencia en el ámbito nacional e internacional. Teniendo en cuenta que el desarrollo organizacional se concentra esencialmente en el lado humano de la empresa, aspectos como el clima y comportamiento organizacional son indispensables para establecer propósitos con el fin de alcanzar ciertas metas, ya que el talento humano es decisivo para el éxito o fracaso de cualquier organización. Es así como el desarrollo organizacional busca lograr un cambio planeado de las empresas conforme a, en primer término, las necesidades, exigencias o demandas de la organización misma (Salazar et al, 2021).

Bajo un contexto de abundancia de producción científica relativa al tema de estudio, el objetivo de este análisis fue brindar una visión general del campo estudiado y el desarrollo organizacional. Sin embargo, el enfoque que se utilizó es diferente a otras revisiones o ensayos generales sobre el tema. Se sigue un método bibliométrico, que se basa en el principio de que la cantidad y calidad de artículos publicados disponibles en bases de datos internacionales son un indicador de las contribuciones que cada país e institución hacen a esta área del conocimiento (Lalaleo, 2023). La bibliometría ha estado presente en la literatura desde hace más de un siglo y consiste en analizar la información de las publicaciones con métodos estadísticos para determinar patrones (Figueroa et al., 2019). Su uso permite a los investigadores tener una visión clara de un campo del conocimiento que haya sido altamente prolífico, caso que aplica a las investigaciones relativas de la industria 4.0 en el desarrollo organizacional. Con base en los mapas generados y la información bibliométrica fue posible llegar a observaciones sobre las tendencias en esta área del conocimiento.

En este estudio, se investigó la dinámica del desarrollo empresarial en el sector abordado, empleando un enfoque respaldado por técnicas bibliométricas. Teniendo en cuenta que el objetivo fue identificar las tendencias emergentes, los principales actores y las áreas de investigación más relevantes en este campo en constante evolución, se centró en la recopilación y análisis de datos bibliométricos para proporcionar una visión actualizada del impacto de la Industria 4.0 en el desarrollo empresarial.

A través de esta investigación, se abordó el desafío de comprender cómo la adopción de tecnologías y las transformaciones digitales están moldeando el panorama empresarial en la actualidad. Se buscó encontrar patrones y relaciones significativas entre los diversos aspectos del desarrollo empresarial y la implementación de la Industria 4.0, con el fin de ofrecer insights para académicos, profesionales y responsables de la toma de decisiones. La relevancia de este estudio radicó en su capacidad para informar estrategias efectivas en un entorno empresarial cada vez más complejo y competitivo, donde la adaptación a las nuevas tecnologías es crucial para el éxito a largo plazo de las organizaciones.

MARCO CONTEXTUAL

Industria 4.0

El término "Industria 4.0" emerge como una referencia a lo que se considera la cuarta revolución industrial, derivada de la digitalización y la interconexión extrema de la actividad productiva. Según los impulsores de este movimiento, la primera revolución industrial surgió a finales del siglo XVIII como resultado de la introducción de maquinaria mecánica impulsada por motores de vapor en la industria manufacturera (Navarro & Sabalza, 2016).

Val Román (2016) se refiere a la Industria 4.0 como una nueva fase en la revolución industrial que se centra en la interconectividad, la automatización, el aprendizaje automático y los datos en tiempo real. También conocida como Internet de las Cosas (IoT) o manufactura inteligente, integra la producción y las operaciones físicas con tecnología digital inteligente, aprendizaje automático y Big Data para crear un ecosistema más holístico y mejor conectado para las empresas que se centran en la manufactura y la gestión de la cadena de suministro. La cuarta revolución industrial 4.0 representa una nueva era que marca un avance significativo en la organización y gestión de las cadenas de valor. Esta nueva etapa de la industria apuesta por una mayor automatización, conectividad y globalización. Consiste en la fusión de los aspectos físicos y digitales, facilitando la presentación de la información en un formato comprensible para todos los usuarios, promoviendo la colaboración reforzada y el uso compartido de datos, respaldándose en la automatización de los procesos de mantenimiento y la inteligencia artificial. La cuarta revolución industrial es una realidad tangible; las empresas, los gobiernos y todos los implicados en este ámbito son conscientes de la importancia de tomar medidas y buscar formas de adaptarse a esta nueva realidad, que es inevitable.

Desarrollo empresarial

Beckhard (1969) define el desarrollo organizacional como "un esfuerzo planeado que abarca toda la organización, administrado desde arriba, para aumentar la eficiencia y salud de la organización, a través de intervenciones planeadas en los procesos organizacionales, usando conocimientos de la ciencia del comportamiento". El desarrollo organizacional implica cambios estructurales y técnicos, pero su objetivo principal es cambiar a las personas, su naturaleza y calidad en las relaciones laborales, es decir, cambiar la cultura organizacional.

Según Chaivenato (2017), el desarrollo organizacional "es un proceso planificado de modificaciones culturales y estructurales, que visualiza la institucionalización de una serie de tecnologías sociales, de tal manera que la organización quede habilitada para diagnosticar, planificar e implementar esas modificaciones con asistencia de un consultor. Es un esfuerzo educacional muy complejo, destinado a cambiar las actitudes, valores, los comportamientos y la estructura de la organización, de modo que esta pueda adaptarse mejor a las nuevas coyunturas, mercados, tecnologías, problemas y desafíos que surgen constantemente". Por otra parte, Petit (2012) determina que el concepto estándar del desarrollo organizacional se proyecta como promotor del desarrollo humano de manera sistemática y planificada, en términos de expansión y acumulación del capital, para impulsar el desarrollo económico competitivo y tecno-industrial desde la alta gerencia.

La Industria 4.0 y su impacto en el desarrollo empresarial

La Industria 4.0 ha llegado al mundo empresarial como un fenómeno revolucionario. Se trata de la integración de tecnologías digitales en los procesos de producción, lo que trae consigo mejoras en la eficiencia, calidad y seguridad de la producción (Figueroa Soledispa, Parrales Reyes, & Nieto Parrales, 2021). Este cambio tiene un gran impacto en el desarrollo de las empresas, ya que las impulsa a adaptarse a un entorno en constante cambio y a buscar nuevas estrategias para mantenerse competitivas en el mercado (Prieto et al., 2018).

Por otro lado, en un estudio denominado "el Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras" se exploró este entorno tecnológico en evolución, examinando sus implicaciones actuales y perspectivas futuras. Para ello, se realizó una exhaustiva revisión de la literatura disponible en reconocidas bases de datos como la Web, Web of Science y Google Scholar, con el objetivo de analizar los hallazgos de investigaciones previas en el ámbito. Los resultados principales de este estudio revelaron la identificación de los componentes tecnológicos claves asociados a este sector, así como su

conceptualización y la delimitación de las perspectivas e implicaciones futuras. Asimismo, se documentaron las iniciativas llevadas a cabo en México en relación con la adopción de estas tecnologías. A partir de estos hallazgos, se pueden extraer varias conclusiones significativas (Ynzunza & Izar, 2017).

En primer lugar, se destaca la importancia crítica de que las empresas, especialmente las PyMES, transiten hacia la adopción de estas tecnologías para mantenerse competitivas en un entorno empresarial cada vez más dinámico y desafiante. La capacidad de aprovechar las ventajas que ofrece la Industria 4.0 se ha convertido en un factor determinante para el éxito a largo plazo de las organizaciones. Además, se subrayó la necesidad urgente de contar con un recurso humano altamente especializado y capacitado en estas nuevas tecnologías. La implementación efectiva de sistemas de manufactura inteligente requiere no solo de la adquisición de tecnologías avanzadas, sino también del talento humano capaz de diseñar, implementar y optimizar estos sistemas de manera eficiente (Ynzunza & Izar, 2017).

Análisis bibliométrico y su aplicación en el estudio de la Industria 4.0

Un estudio bibliométrico sobre la transformación digital empresarial reveló que este proceso implica cambios significativos en las empresas al combinar tecnologías para mejorar su relación con las partes interesadas. Durante el estudio se identificó un vacío en el conocimiento sobre este tema, lo que motivó la investigación. El análisis mostró un crecimiento en la producción científica sobre la transformación digital empresarial, especialmente con el desarrollo de la Industria 4.0 y la crisis del COVID-19, donde la digitalización y la automatización son predominantes. Se realizó una búsqueda en bases de datos como Scopus y Web Of Science para identificar investigaciones sobre la transformación digital empresarial entre 2017 y 2021, se utilizó la herramienta VOSviewer para construir y visualizar redes bibliométricas. Los resultados contribuyeron a la literatura existente al identificar autores representativos y conceptos, procesos y tendencias característicos del tema, además como factor común de la investigación se encuentra que los procesos de innovación sobre el planteamiento del modelo de negocio de las empresas son fundamentales para incursionar en esta nueva era digital y buscar así- no perder la relevancia en esta actualidad tan cambiante. (Díaz & Soto, 2020).

El estudio anterior mostró que la transformación digital es un proceso complejo y reciente, destacando un aumento significativo en la producción científica durante 2021. Se determinó que este proceso es cíclico e iterativo, donde las actualizaciones son clave para corregir errores y aprender de los fracasos. Además, se enfatiza que la transformación digital va más allá de la adquisición de tecnología o la automatización de procesos, siendo un agente facilitador para estar a la vanguardia y aprovechar al máximo los nuevos desarrollos tecnológicos (Salazar & Mejía, 2021).

Por otro lado, en el 2021 se empleó un análisis bibliométrico para examinar la evolución del concepto de Industria 4.0 en la literatura sobre innovación en el ámbito de Empresa, Administración y Contabilidad. Utilizando la base de datos Scopus, se analizaron 513 documentos desde 1998 hasta 2021. Los resultados revelaron un crecimiento exponencial en la producción de documentos a partir de 2016, con la revista *Technological Forecasting And Social Change* destacándose como la fuente más dinámica. Se identificaron autores, instituciones y países prominentes en este campo, con Italia liderando en número de documentos. Se esperaba que el término Industria 4.0 continúe ganando relevancia en la literatura sobre innovación, particularmente en el contexto de Negocios, Administración y Contabilidad (Salazar & Mejía, 2021). Así mismo, en otro estudio bibliométrico se buscó entender los cambios y el desarrollo de la literatura sobre I4.0 a través de los años. La intención fue tomar como base trabajos previos enfocados en periodos de tiempo anterior y tomar un punto de vista contemporáneo y mostrar la tendencia actual, así como pronosticar desarrollos futuros. Los depósitos Google Scholar, ResearchGate, Scopus, entre otros, se usaron como herramientas de bases de datos de artículos. Conocer la tendencia del desarrollo de la literatura sobre I4.0, permitió ayudar a otros investigadores a entender los esfuerzos actuales y justificar proyectos futuros. Se usó la palabra clave "Industria 4.0", combinada con estrategia, estandarización, riesgo, manufactura, aplicaciones, logística y calidad, se analizaron 130 publicaciones para tratar de pronosticar el desarrollo futuro. Los resultados preliminares mostraron que las aplicaciones en manufactura automatizada son el enfoque de las investigaciones actuales, pero hay señales que las publicaciones de investigación sobre este tema aumentan cada 3 o 4 años, por lo que se puede estimar que estamos en la

orilla de un aumento disruptivo y significativo de contenido específico y general publicado (Valles & Poblano, 2023).

Finalmente, en otro estudio se ofreció una aproximación a la relación existente entre los temas de “Nuevos modelos de trabajo”, “Revolución 4.0” y “Educación Superior” a partir de un análisis bibliométrico que permitió explorar estos campos de estudio a partir de los aportes científicos a nivel mundial: su estructura intelectual, red social y producción científica más actualizadas con base en la literatura científica publicada en el periodo del 2017 al 2021. En la revisión de la literatura a partir de análisis bibliométrico se analizaron 692 artículos científicos desde la base de datos Scopus para el periodo 2017-2021. Los hallazgos expuestos a partir de la metodología, basada en la bibliometría, advirtieron que, sin duda, los temas aquí referidos son tendencia en a nivel global, los temas han evolucionado y la observación y estudio de estos va en aumento. Se evidenció una importante colaboración científica entre países, principalmente europeos, para estudiar la relación entre los temas propuestos; algunos de estos países europeos colaboran con países latinoamericanos; además, surgen otros temas relacionados como automatización, innovación, inteligencia artificial, digitalización, habilidades, capital humano, habilidades y educación (Cascante, 2022).

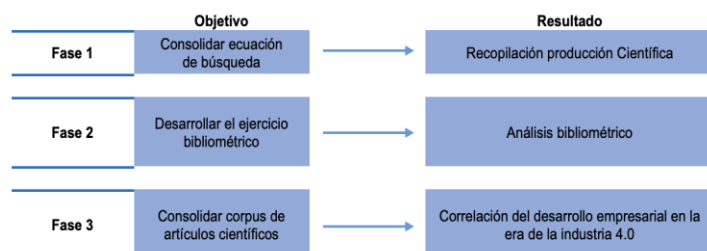
MATERIA Y MÉTODOS

Para desarrollar un resumen actualizado de la investigación existente en la intersección del desarrollo empresarial en la era de la industria 4.0 y evaluar cuantitativamente la literatura, se llevó a cabo un análisis bibliométrico por medio del Software VOSviewer. Es importante mencionar que el análisis bibliométrico ofrece la capacidad de examinar de manera cuantitativa la literatura académica utilizando técnicas matemáticas y estadísticas, las cuales se han aplicado en diversas disciplinas (Thelwall, 2009). Desde esta perspectiva, Kostoff et al. (2005) sugieren cómo las técnicas bibliométricas pueden contribuir al análisis evaluativo de publicaciones, patentes, citas y otros elementos que poseen potencial informativo para la creación de indicadores de rendimiento en ciencia y tecnología. Según Narin, Olivastro y Stevens (1994), la validez del análisis bibliométrico se sustenta en tres aspectos fundamentales: en primer lugar, los recuentos de patentes y documentos ofrecen indicadores válidos de la actividad de investigación y desarrollo (I+D) en las áreas temáticas abordadas por dichas patentes o documentos; en segundo lugar, la frecuencia con la que estas patentes o documentos son citados en trabajos posteriores proporciona indicios válidos sobre el impacto o la importancia de los mismos; y en tercer lugar, las citas entre documentos, tanto de patentes a patentes como de patentes a documentos, ofrecen indicadores sobre los vínculos intelectuales entre las organizaciones que producen dichas patentes y documentos, así como sobre la transferencia de conocimientos entre los temas que abordan.

Siguiendo la metodología propuesta por Christofi et al. (2021) se recopilaron datos mediante la recolección de documentos de la base de datos de Scopus. Esta base de datos fue seleccionada debido a que reúne una amplia variedad de fuentes importantes de investigación académica y artículos científicos (Vieira y Gomes, 2009). Scopus, propiedad y administrada por Elsevier, se considera una de las bases de datos científicas más completas que indexa la producción de investigación en una amplia gama de disciplinas académicas. Cubre más de 22,000 publicaciones científicas de más de 5000 editoriales internacionales (Mariani et al., 2022). Scopus permite organizar e integrar datos recuperados de diversas fuentes, como artículos, capítulos de libros y trabajos de conferencias, en cualquier formato bibliográfico para cada referencia citada. Además, esta función de incrustación garantiza el rigor científico, lo que hace que este atributo sea valioso para el análisis bibliométrico (Mustak et al., 2021), asegurando la fiabilidad, validez y relevancia de los documentos recuperados en la base de datos. Para respaldar la elección de realizar una investigación sólida, precisa y efectiva, se utilizó el mismo conjunto de términos/palabras clave para llevar a cabo una búsqueda avanzada inicial en Scopus (Amar et al., 2023).

El diseño metodológico para el presente análisis comprende un diseño de investigación de tipo documental y un estudio correlacional a través de la consulta de documentos (base de datos, patentes, artículos científicos, informes, revistas) (Hernández et al., 2014), esto permitió realizar la correlación del desarrollo empresarial en la era de la industria 4.0. Para el análisis de dicho análisis consta de tres fases, detalladas en la Figura 1.

Figura 1. Diseño metodológico.



Fuente: Elaboración propia.

Las palabras clave utilizadas para llevar a cabo la búsqueda se relacionan con “Industry 4.0”, “Fourth Industrial Revolution”, “Organization” y “Business developm”, y sus respectivos sinónimos en español e inglés. Estos términos se buscaron en los campos de título y palabras clave, sin restricción de tiempo para abarcar un horizonte de análisis más amplio, tomando como fecha límite los elementos registrados hasta el año 2023. Además, se consideró la utilización de diferentes operadores booleanos para determinar la proximidad entre los diversos conceptos y las posibles combinaciones entre ellos. Esto condujo al diseño de la siguiente ecuación de búsqueda inicial:

(TITLE-ABS-KEY("Industry 4.0") OR TITLE-ABS-KEY("Fourth Industrial Revolution") OR TITLE-ABS-KEY("Industria 4.0") OR TITLE-ABS-KEY("Cuarta Revolución Industrial")) AND (TITLE-ABS-KEY("Organization") OR TITLE-ABS-KEY("Business development") OR TITLE-ABS-KEY("Desarrollo empresarial") OR TITLE-ABS-KEY("Desarrollo de negocios"))

La ecuación generó 3,898 registros hasta el año 2023; los registros del año 2024 no fueron considerados debido a que, en el momento de la investigación, aún no estaban completos. Siguiendo revisiones bibliográficas sistemáticas realizadas en otros lugares (Battisti et al., 2021; González et al., 2021), se redujo la búsqueda considerando solo artículos y revisiones en el área de idioma inglés en el área temática de Negocios, Gestión y Contabilidad; Ciencia de la Decisión; Economía, Econometría y Finanzas. Esto redujo la muestra a 871 artículos. Esto permitió el diseño de la siguiente ecuación de búsqueda final:

(TITLE-ABS-KEY ("Industry 4.0") OR TITLE-ABS-KEY ("Fourth Industrial Revolution") OR TITLE-ABS-KEY ("Industria 4.0") OR TITLE-ABS-KEY ("Cuarta Revolución Industrial") AND TITLE-ABS-KEY ("Organization") OR TITLE-ABS-KEY ("Business development") OR TITLE-ABS-KEY ("Desarrollo empresarial") OR TITLE-ABS-KEY ("Desarrollo de negocios")) AND PUBYEAR > 2013 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "DECI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))).

Los registros fueron procesados e interpretados utilizando Microsoft Excel para calcular indicadores de cantidad y calidad. Además, se utilizó la herramienta VOSviewer® para construir y visualizar redes. En los indicadores calculados en este estudio, las estadísticas sobre la actividad (cantidad) permitieron visualizar el estado actual del campo, incluyendo el número y la distribución de publicaciones, la productividad, la dispersión de publicaciones y la colaboración en publicaciones. También se presentaron indicadores de calidad, que se emplearon para evaluar la influencia de autores, artículos y/o revistas en el área específica (Camps, 2008).

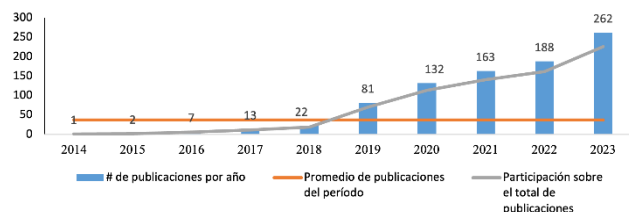
RESULTADOS

Los resultados presentados se basan en la información recopilada durante el período de observación que abarca desde 2014 hasta 2023. Estos resultados se dividen en dos secciones principales: a) resultados del análisis bibliométrico, que incluyen indicadores de cantidad y calidad; y b) resultados del análisis de redes, que comprenden la red semántica y las redes de colaboración en la producción científica.

Resultados del análisis bibliométrico: indicadores de cantidad

De acuerdo con los datos procesados, se identificaron 871 artículos y revisiones en el idioma inglés entre 2014 y 2023, siendo los últimos cinco años (2019 - 2023) el período con mayor registro de publicaciones asociadas a la industria 4.0 en el desarrollo organizacional, y 2023 el año donde se identificaron el mayor número de referencias, como se observa en la Figura 2. Desde el año 2014 hasta el año 2016, se puede observar un comportamiento relativamente pobre. A partir de 2017 la tendencia es creciente, alcanzando en 2023 un total de 262 documentos publicados, con una media para este período de 37 publicaciones al año. Esto se traduce en ser un tema que ha adquirido mayor relevancia dentro de diversas áreas del conocimiento.

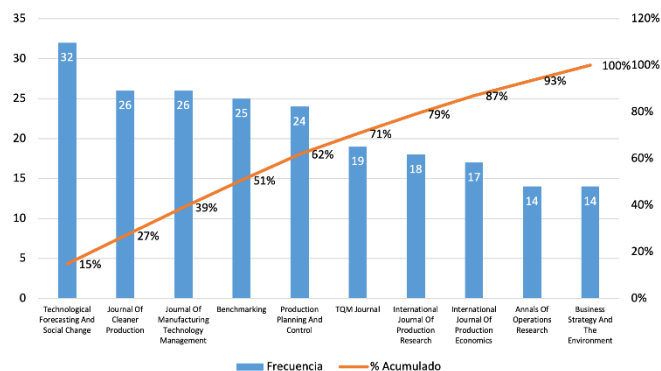
Figura 2. Cantidad de registros por año.



Fuente: Elaboración propia con base a la información obtenida de Scopus.

Para determinar las publicaciones más importantes, en términos de cantidad, en el área, se tomaron las primeras diez revistas con mayor cantidad de registros. (Ver figura 3).

Figura 3. Las diez primeras revistas con mayor numero publicaciones en el área de investigación.



Fuente: Elaboración propia con base a la información obtenida de Scopus.

Específicamente, la revista "Technological Forecasting And Social Change" lidera en cantidad de registros, con 32 artículos publicados. Esta revista, con sede en Estados Unidos, se centra en temas de gestión empresarial e internacional, así como en gestión de tecnología e innovación. Se trata de una publicación académica revisada por pares, publicada por Elsevier, que se enfoca directamente en la metodología y la práctica de la previsión tecnológica y los estudios de futuro como herramientas de planificación en la interrelación de factores sociales, ambientales y tecnológicos.

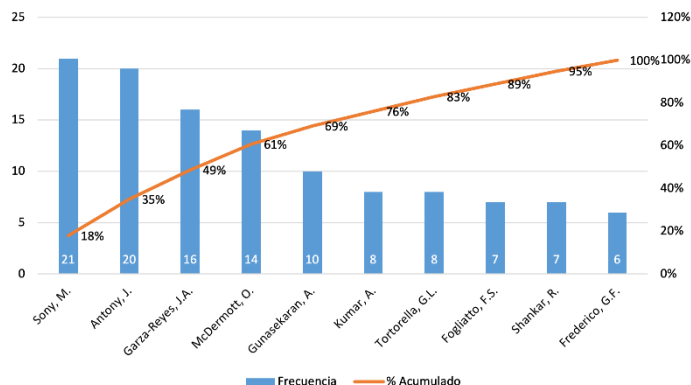
Por otro lado, la revista "Journal Of Cleaner Production" de Reino Unido ocupa el segundo lugar con 26 artículos. Esta revista se centra en la investigación y la práctica de la producción más limpia, el medio ambiente y la sostenibilidad. Sirve como una plataforma para abordar y discutir teoría y práctica sobre la producción más limpia, abarcando cuestiones ambientales y de sostenibilidad en corporaciones, gobiernos, instituciones educativas, regiones y sociedades.

Es relevante destacar que la identificación de las revistas y eventos con mayor producción en torno al tema estudiado en este artículo permite comprender cómo la Industria 4.0 ha sido abordada en relación con el desarrollo empresarial. Se resaltan elementos como la transformación digital, el desarrollo sostenible, la gestión de la cadena de suministro, el internet de las cosas, la digitalización, lo cual evidencia la necesidad de desarrollar contextos de Ciencia, Tecnología e Innovación para este tipo de instituciones. Así, se puede afirmar, como se plantea en la parte inicial del artículo, que la Industria 4.0 se ha incorporado de manera significativa en el desarrollo y la sostenibilidad organizacional de las empresas.

Con respecto al tipo de resultados, vale la pena mencionar que el 92,3% de los registros obtenidos de la ecuación de búsqueda corresponden a artículos, el 7,7, % son documentos de revisión. En consecuencia, la difusión de los hallazgos académicos y de investigación en este campo se concentra principalmente en publicaciones en revistas arbitradas y la participación en conferencias que permiten una mayor interacción y asociatividad entre los autores.

Respecto a los investigadores con producción en el campo, la Figura 4 muestra la lista de los 10 investigadores que tienen mayor producción científica en esta área temática.

Figura 4. Investigadores con producción en el campo.



Fuente: Elaboración propia con base a la información obtenida de Scopus.

El autor con mayor producción científica, con 21 artículos, es Sorry, M., afiliado a la Universidad de Witwatersrand, Wits Business School, en Johannesburg, Sudáfrica. Con 20 publicaciones, encontramos a Antony, J., profesor asociado al Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Khalifa de Ciencia y Tecnología en Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos. Trabaja en colaboración con Garza-Reyes, Jose Arturo, asociado al Centro de Mejora de la Cadena de Suministro de la Universidad de Derby, en Derby, Reino Unido; McDermott, Olivia, del Colegio de Ciencia e Ingeniería de la Universidad Nacional de Irlanda en Galway, Galway, Reino Unido; y Tortorella, Guilherme, del Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas de la Universidad Federal de Santa Catarina en Florianópolis, Brasil, entre otras instituciones como la Universidad de Galway en Irlanda y la Universidad de Witwatersrand en Sudáfrica. Estos autores colaboran en redes de investigación y desarrollo en el área de transformación digital.

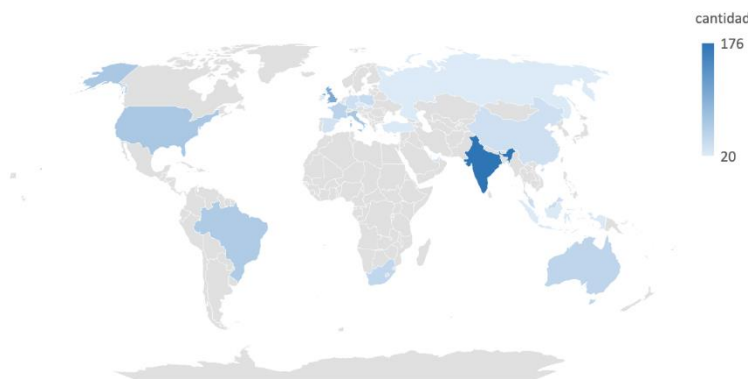
Tras este análisis, la Tabla 1 y la Figura 5 detallan el país de origen de los documentos. En general, los resultados indican una alta concentración de la producción científica en India, Reino Unido, Italia y Estados Unidos. Sin embargo, a nivel de instituciones, son algunas de otros países las que tienen un mayor número de referencias. Entre estas instituciones destacan la Khalifa University of Science and Technology de Emiratos Árabes Unidos y la University of Derby de Inglaterra.

Tabla 1. Instituciones relacionadas

INSTITUCIÓN	PAÍS	NÚMERO DE REFERENCIAS
Khalifa University of Science and Technology	Emiratos Árabes Unidos	20
Management Development Institute, Gurgaon	India	17
University of Derby	Inglaterra	16
University of Johannesburg	Sudáfrica	15
University of Galway	Irlanda	15
Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil	14
University of Melbourne	Australia	13
Sub total		110
Otras instituciones (153)		706
Total de referencias		871

Fuente: Elaboración propia con base a la información obtenida de Scopus.

Conforme a la identificación de documentos, a través de la ecuación de búsqueda fue posible caracterizar la producción científica asociada a la industria 4.0 y su incidencia en el desarrollo organizacional, como un campo de artículos en revistas que se originan, principalmente, en universidades Emiratos Árabes Unidos e India de los cuales se enriquecen de diversos campos del conocimiento.

Figura 5. País origen del documento.

Fuente: Elaboración propia con base a la información obtenida de Scopus.

Análisis de redes: palabras clave y redes de colaboración

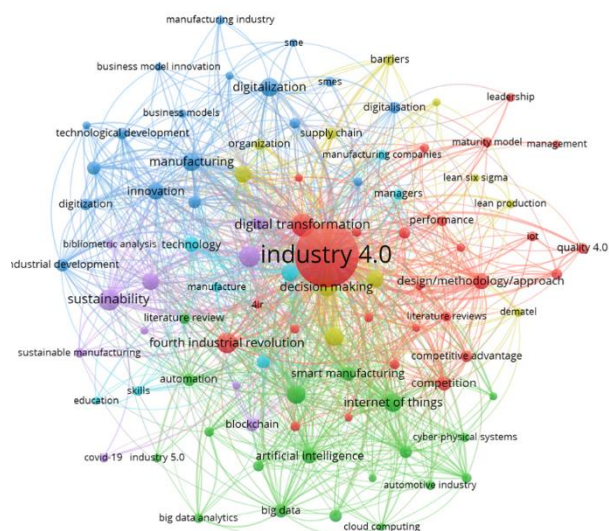
Se llevó a cabo un análisis de co-ocurrencia de palabras clave y términos académicos en los títulos y resúmenes de las publicaciones, utilizando el método de normalización-fuerza de asociación (FA) con una resolución de 1.00, una escala de visualización del 100%, peso TLS, tamaño de variación de etiqueta del 50%, y un ancho del núcleo de 30%. Se empleó el método de conteo completo, con un número mínimo de registros de cada término ≥ 10 y un tamaño mínimo de clúster de 15. A partir de la terminología retenida, se generaron mapas para visualizar la red. El algoritmo se diseñó para posicionar más cerca aquellos términos que co-ocurrieran con mayor frecuencia, representándolos con burbujas más grandes. Se eliminaron aquellos términos irrelevantes para el mapa.

En este contexto, se utilizó la ecuación de búsqueda para construir una red semántica de palabras clave que representa los principales temas abordados por los autores y las relaciones que se están formando. La Figura 6 ofrece una representación del conocimiento académico sobre desarrollo empresarial en la era

de la Industria 4.0. La red de palabras muestra las cohesiones que se forman alrededor de los temas abordados en los artículos, y el tamaño de las agrupaciones (nodos) indica el peso e influencia que tienen en la red. Para generar esta red, se estableció un número mínimo de concurrencias de 10 entre las palabras clave, lo que resultó en un total de 93 palabras clave. Destacan en esta red términos como desarrollo sostenible, transformación digital, toma de decisiones, internet de las cosas, investigación industrial e innovación; estos son los temas de mayor influencia en la literatura científica estudiada, lo que permite identificar un nivel alto de coherencia respecto a las variables estratégicas claves identificadas en la revisión de la literatura.

Este análisis bibliométrico es un mapa basado en la distancia, donde la distancia entre dos elementos refleja la fuerza de relación entre los mismos. Una distancia menor generalmente indica una relación más fuerte. De esta forma, se está midiendo lo que es frecuencia o nivel de ocurrencia y la fortaleza que existe entre las palabras. Así, las palabras dentro del centro del mapa son tan importantes como las de la periferia. Los resultados de VOSviewer establecen 93 términos, de los cuales se conservaron aquellos que tuvieran ocurrencias mayores a 10, organizados en cinco clústers con 983 enlaces.

Figura 6. Red semántica de palabras claves usadas en los artículos.

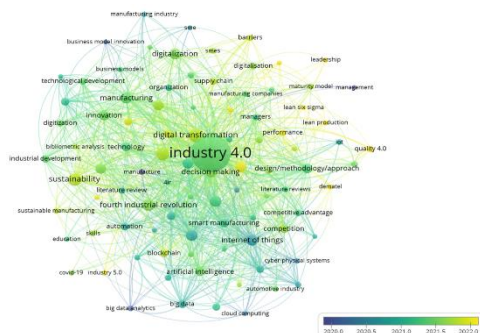


Fuente: Elaboración propia con VOSviewer.

Asimismo, para esta visualización de red se aplicó un método de clusterización, donde el nodo con más ocurrencias es "INDUSTRY 4.0" y tiene relación con palabras clave mencionadas anteriormente. Cabe resaltar que, en la visualización de la relación entre la industria 4.0 y el desarrollo organizacional, se puede destacar que esta última variable se enfoca en la parte humana, en la cultura empresarial y la adaptabilidad que tienen las empresas con respecto a la cuarta revolución industrial. Estas, a su vez, se relacionan mediante la transformación digital y la fabricación inteligente para la gestión de la información y la toma de decisiones. Se puede concluir que, al realizar los respectivos análisis de cada una de las variables y su unión, prevalecen otras palabras clave (subvariables) asociadas a las variables principales y la gran relación que tienen unas con otras.

En la Figura 7 se puede apreciar la visualización de superposición, en la cual se evidencia la transición y evolución que han experimentado los artículos y revisiones a lo largo de los años. Asimismo, se destacan las relaciones y tendencias entre los mismos. Se observa que la industria 4.0 adquiere mayor relevancia a comienzos del año 2021. Los términos "Big Data" y "Internet de las cosas" son más utilizados a partir del año 2020, pero es solo hasta el año 2021 cuando se incorpora el término "Industria 4.0" y se relaciona con el desarrollo organizacional mediante la transformación digital, lo que se refleja en el año 2022.

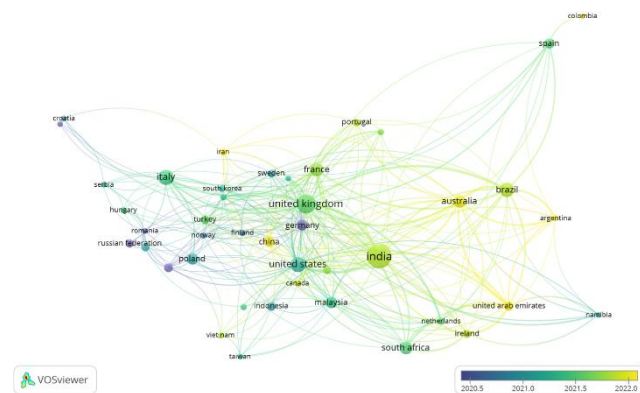
Figura 7. Visualización de superposición de red semántica de palabras claves usadas en los artículos.



Fuente: Elaboración propia con VOSviewer.

Por otro lado, la red representada en la Figura 8 muestra los vínculos de los países relacionados con el tema en estudio. La red refleja dos grandes nodos: India y el Reino Unido, que son grandes referentes a nivel mundial y colaboran en la generación y transferencia de conocimiento, destacándose por tener un mayor número de publicaciones. India colabora directamente con el Reino Unido, Estados Unidos, Sudáfrica, Brasil, China, Australia, Francia y Portugal. Por otro lado, el Reino Unido tiene conexiones directas con Alemania, República Checa, Rumania y Finlandia desde hace dos años. Es decir, el 55% de la producción de literatura objeto de estudio proviene de cinco países principales: India (21%), Reino Unido (12%), Italia (8%), Estados Unidos (8%) y Brasil (7%).

Figura 8. Red de colaboración; países que generan y transfieren concomiando.



Fuente: Elaboración propia con VOSviewer.

Para la identificación de las instituciones que colaboran en la generación y transferencia de conocimiento en la temática, se utilizó como criterio el nivel de citación con un mínimo de 100 citas (ver Figura 9). Con base en este criterio, se identificaron 8 instituciones, de las cuales 3 son europeas, 3 asiáticas, 1 americana y 1 del continente de Oceanía. Entre las instituciones destacan la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil), la Universidad de Melbourne (Australia), Montpellier Business School y Edhec Business School (Francia), el Instituto de Desarrollo de la Gestión y el Instituto Indio de Tecnología de Delhi (India), la Universidad Nacional de Irlanda (Irlanda) y la Universidad de Khalifa (Emiratos Árabes Unidos).

Figura 9. Red de colaboración entre instituciones para la generación de conocimiento.

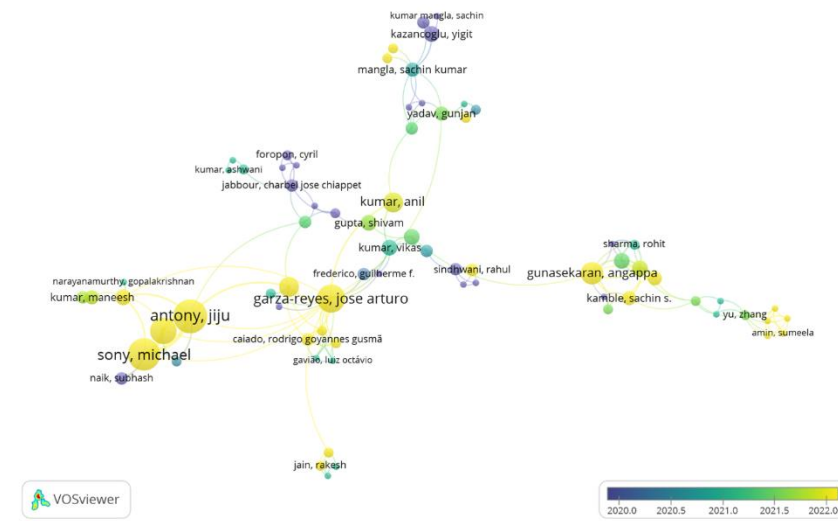


Fuente: Elaboración propia con VOSviewer.

De acuerdo con lo anterior, el Instituto Indio de Tecnología de Delhi es el que tiene mayor impacto con 309 citaciones en la temática objeto de estudio, seguido de la Universidad de Melbourne y la Universidad Federal de Santa Catarina con 190 y 172 citaciones, respectivamente.

Para identificar los autores referentes en la producción científica y transferencia de conocimiento en la temática, se establecieron como criterios de selección el nivel de producción y citación de artículos científicos. En el nivel de producción, se seleccionó como mínimo 1 artículo elaborado por autor, con un nivel de citación mínimo de 100 citas. En la Figura 10 se puede identificar que uno de los autores trabaja de manera independiente y la mayoría trabajan en red.

Figura 10. Red de colaboración entre autores para la producción científica.



Fuente: Elaboración propia con VOSviewer.

Chiappetta Jabbour, Charbel Jose, trabaja para NEOMA Business School, una institución francesa. Desde el año 2017, ha publicado 3 artículos y ha sido citado 1,306 veces. Los autores Jiju Antony, Michael Sony, Olivia McDermott y Jose Arturo Garza-Reyes colaboran en la producción científica en la Universidad de

Khalifa, en los Emiratos Árabes Unidos. Han publicado 21 artículos desde el año 2019, los cuales han sido citados 1,038 veces en total.

DISCUSIÓN

El análisis bibliométrico permitió identificar 871 artículos publicados entre 2014 y 2023, evidenciando un crecimiento sostenido a partir de 2017 y un punto máximo en 2023. Estos resultados confirman la hipótesis inicial de que el desarrollo empresarial en la era de la Industria 4.0 constituye un campo de investigación en expansión y de alta relevancia. La consolidación de este cuerpo de literatura muestra que la transformación digital no es un fenómeno aislado, sino un proceso continuo que impacta directamente en la productividad y la competitividad organizacional. La alta concentración de publicaciones en áreas como la digitalización, la innovación en modelos de negocio y la sostenibilidad evidencia que la Industria 4.0 ha pasado de ser una tendencia emergente a convertirse en un eje central del debate académico y empresarial.

Los hallazgos coinciden con estudios previos que reportan un aumento significativo en la producción científica relacionada con la Industria 4.0 y la transformación digital. Por ejemplo, Salazar y Mejía (2021) encontraron un crecimiento exponencial de publicaciones a partir de 2016, mientras que Valles y Poblano (2023) pronosticaron un incremento disruptivo en los próximos años. En línea con estos resultados, la presente investigación confirma que las revistas de mayor impacto, como *Technological Forecasting and Social Change* y *Journal of Cleaner Production*, se han consolidado como fuentes de referencia en este campo. No obstante, se identificaron diferencias con otros estudios en relación con los países líderes. Mientras investigaciones anteriores destacaron el predominio de Europa y Estados Unidos, el presente análisis evidencia una fuerte producción en India y Emiratos Árabes Unidos, lo cual refleja una diversificación geográfica en la generación de conocimiento.

Los resultados tienen implicaciones tanto teóricas como prácticas. A nivel teórico, este estudio contribuye a consolidar la bibliometría como un enfoque válido para comprender la evolución de la Industria 4.0 en el desarrollo empresarial, facilitando la identificación de autores, instituciones y redes de colaboración clave. En el plano práctico, los hallazgos subrayan la necesidad de que las organizaciones, especialmente en países en desarrollo, fortalezcan sus capacidades de innovación y digitalización para reducir la brecha tecnológica con las economías más avanzadas. Asimismo, los resultados ofrecen insumos para responsables de políticas públicas en la formulación de estrategias orientadas a la inclusión digital, la formación de talento humano especializado y la promoción de ecosistemas de innovación.

Este trabajo presenta limitaciones que deben ser reconocidas. En primer lugar, el análisis se restringió a publicaciones indexadas en la base de datos Scopus, lo que excluye literatura relevante presente en otras bases como Web of Science o Google Scholar. En segundo lugar, la revisión se limitó a documentos en idioma inglés, lo cual puede subestimar la producción científica de países hispanohablantes y lusófonos. Finalmente, el estudio adoptó un enfoque cuantitativo basado en indicadores bibliométricos, lo que no permite un análisis cualitativo profundo de los contenidos y enfoques metodológicos de los artículos revisados.

Se recomienda que futuros estudios amplíen el alcance del análisis incorporando otras bases de datos y documentos en diferentes idiomas, lo que permitiría una visión más integral de la producción científica. Asimismo, sería valioso combinar el enfoque bibliométrico con revisiones sistemáticas que profundicen en las temáticas abordadas, las metodologías empleadas y los impactos documentados en distintos contextos empresariales. Otra línea de investigación consiste en analizar la relación entre la producción científica y la transferencia de conocimiento hacia la práctica empresarial, evaluando en qué medida las investigaciones publicadas inciden en la toma de decisiones organizacionales.

Los resultados muestran que la transformación digital y la adopción de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 tienen un impacto directo en la manera en que las empresas diseñan estrategias, optimizan procesos y desarrollan nuevos modelos de negocio. Para los empresarios y responsables de políticas, esta investigación ofrece evidencia de que la colaboración internacional y la inversión en capacidades digitales son factores decisivos para mantener la competitividad. De igual forma, los hallazgos son útiles para instituciones de educación superior al momento de diseñar programas de formación que respondan a las demandas de la cuarta revolución industrial.

Entre las principales fortalezas de este estudio se destaca el uso de una metodología bibliométrica robusta, sustentada en una ecuación de búsqueda clara y un corpus amplio de artículos. El empleo de herramientas como VOSviewer permitió no solo cuantificar la producción científica, sino también visualizar redes semánticas, de colaboración entre autores e instituciones, lo que ofrece una perspectiva integral del campo analizado. Esta aproximación permite identificar tendencias emergentes y actores relevantes, fortaleciendo la validez de las conclusiones.

CONCLUSIONES

Las dinámicas de la Industria 4.0 están transformando la operativa y la adaptación de las empresas a un entorno competitivo y en constante cambio. La transformación digital se ha vuelto vital para la supervivencia de las organizaciones en este nuevo panorama empresarial. Un análisis bibliométrico revela un creciente interés en el desarrollo empresarial en la era de la Industria 4.0, como lo demuestra el aumento constante de publicaciones científicas y revisiones en este campo.

La revisión de la literatura subraya la complejidad y la importancia de la transformación digital. No se trata simplemente de un cambio tecnológico, sino de un proceso multifacético que implica la redefinición de modelos de negocio, objetivos organizacionales y estrategias de creación de valor. Es fundamental para las empresas que deseen mantenerse competitivas en el mercado e incluso para aquellas que buscan expandirse.

En este contexto, la capacidad de adaptación y el aprendizaje continuo son elementos cruciales para el éxito de las organizaciones en la era digital. Los hallazgos bibliométricos identifican factores clave que impulsan la transformación digital, como la Industria 4.0, la digitalización, la innovación en modelos de negocio y el desarrollo de capacidades dinámicas. Estos aspectos resaltan la importancia de que las organizaciones comprendan plenamente la transformación digital y respondan estratégicamente para aprovechar al máximo las oportunidades y enfrentar los desafíos que presenta este nuevo paradigma empresarial.

Se observan diferencias en la adopción de la transformación digital entre países desarrollados y en desarrollo, lo que evidencia la existencia de una brecha digital influenciada por factores socioeconómicos y políticas gubernamentales. Superar esta brecha requiere inversiones significativas en tecnología y apropiación tecnológica, así como políticas inclusivas que promuevan la participación equitativa en la economía digital.

Como trabajo futuro, se propone la actualización continua de estos análisis, considerando la constante incorporación de nuevos estudios y resultados, de modo que las empresas puedan seguir aprovechando los avances en la cuarta revolución industrial y adaptándolos a su quehacer organizacional.

REFERENCIAS

1. Amar-Sepúlveda, P., Ortiz-Ospino, L. E., Álvarez-Martínez, R., & González-Sarmiento, E. (2023). Mapeo de actores de innovación con baja capacidad de absorción. *Desarrollo Gerencial*, 15(1), 1–27.
2. Battisti, E., Graziano, E. A., Leonidou, E., Stylianou, I., & Pereira, V. (2021). International marketing studies in banking and finance: A comprehensive review and integrative framework. *International Marketing Review*, 38(2), 1–25.
3. Beckhard, R. (1969). *Organization development: Strategies and models*. Addison-Wesley.
4. Camps, D. (2008). Limitaciones de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica biomédica. *Colombia Médica*, 39(1), 74–79.
5. Christofi, M., Pereira, V., Vrontis, D., Tarba, S., & Thrassou, A. (2021). Agility and flexibility in international business research: A comprehensive review and future research directions. *Journal of World Business*, 56(3), 101–194.
6. Ferrer, A. (2022). *Historia de la globalización I: Orígenes del orden económico mundial*. Fondo de Cultura Económica.
7. Figueroa Soledispa, M. L., Parrales Reyes, J. E., & Nieto Parrales, D. A. (2021). Análisis del desarrollo organizacional como modelo de gestión para potenciar a las pymes del sector industrial en la provincia de Manabí, periodo 2006–2012. *Recimundo*, 5(1), 440–461.

8. Figueroa-Rodríguez, K., Díaz-Sánchez, E., Figueroa-Sandoval, B., Figueroa-Rodríguez, Ó., & Sangerman-Jarquín, D. (2019). Innovación y productores: Un análisis bibliométrico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1), 24–40.
9. González-Sarmiento, E., Roa-Perez, J., & Ortiz-Ospino, L. (2021, junio). Big Data and artificial intelligence in the development of Industry 4.0: A bibliometric analysis. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1154, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
10. Hernández, J., Espinoza, J., & Espinoza, J. (2011). *Desarrollo organizacional: Enfoque latinoamericano*. Pearson.
11. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
12. Kostoff, R. N., Tshiteya, R., Pfeil, K. M., Humenik, J. A., & Karypis, G. (2005). Power source roadmaps using bibliometrics and database tomography. *Energy*, 30(5), 709–730.
13. Lalaleo Analuisa, F. (2023). Relationship of Industry 4.0 technologies in business development: A literature review. *Vivat Academia*, 156, 271–287.
14. Mariani, M., Perez-Vega, R., & Wirtz, J. (2022). AI in marketing, consumer research, and psychology: A systematic literature review and research agenda. *Psychology & Marketing*, 39(4), 755–776.
15. Mustak, M., Salminen, J., Ple, L., & Wirtz, J. (2021). Artificial intelligence in marketing: Topic modeling, scientometric analysis, and research agenda. *Journal of Business Research*, 124, 389–404.
16. Narin, F., Olivastro, D., & Stevens, K. A. (1994). Bibliometrics: Theory, practice and problems. *Evaluation Review*, 18(1), 65–76.
17. Navarro, M., & Sabalza, X. (2016). Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco. *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, 89, 142–173.
18. Petit, E. (2012). *Desarrollo organizacional para la gerencia de la innovación en Latinoamérica*. Universidad del Zulia.
19. Prieto Pulido, R., Estrada López, H., Palacios Arrieta, A., & Paz Marcano, A. (2018). Factors of organizational change: Key to success in the management of petroleum sector companies. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 24(1), 85–100.
20. Rojas Carrascal, A. C. (2017). Efectos de la globalización en el desarrollo económico de Colombia en el periodo 2010–2015. *Revista Academia y Virtualidad*, 10(2), 31–48.
21. Salazar Estrada, J. G., Guerrero Pupo, J. C., Machado Rodríguez, Y. B., & Cañedo Andalia, R. (2021). Clima y cultura organizacional: Dos componentes esenciales en la productividad laboral. *ACIMED*, 32(1), 23–34.
22. Salazar Velázquez, R., & Mejía Trejo, J. (2021). Industry 4.0 within innovation: Bibliometric analysis. *Nova Scientia*, 13(27), 1–22.
23. Thelwall, M. (2009). Bibliometrics and citation analysis: From the Science Citation Index to cybermetrics. *Library & Information Science Research*, 31(4), 268–269.
24. Val Román, J. L. (2016). Industria 4.0: La transformación digital de la industria. En *Informes CODDII. Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática*. Valencia.
25. Valles, A., & Poblano Ojiana, E. (2023). *Industria 4.0: Tendencia basada en análisis bibliométrico*. Editorial Cenid.
26. Vieira, E. S., & Gomes, J. A. N. F. (2009). A comparison of Scopus and Web of Science for a typical university. *Scientometrics*, 81(2), 587–600.
27. Ynzunza Cortés, C. B., & Izar Landeta, J. M. (2017). El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*, 54, 4–14.