

Impacto de la inteligencia artificial en la calidad y el desarrollo sostenible: un análisis bibliométrico

Impact of artificial intelligence on quality and sustainable development: a bibliometric analysis

Genny Torcoroma Navarro Claro

<https://orcid.org/0000-0003-3225-9028>, gtnavarroc@ufpso.edu.co

José Gregorio Arévalo Ascanio

<https://orcid.org/0000-0001-5464-2293>, jgarevaloa@ufpso.edu.co

Wilder Quintero Quintero

<https://orcid.org/0000-0003-3260-6923>, quinterowilder@ufpso.edu.co

Resumen

El presente estudio bibliométrico tuvo como objetivo analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) en la calidad y el desarrollo sostenible. Utilizando el método InOrdinatio, complementado con R Studio y el paquete Bibliometrix, se realizó una revisión exhaustiva de publicaciones científicas entre 2000 y 2024. Los resultados revelan un crecimiento significativo en la producción científica, con una tasa anual del 25%, acumulando un total de 925 documentos. La investigación identificó un fuerte enfoque en el uso de IA para optimizar la calidad de los procesos organizacionales, especialmente en sectores como la manufactura y la tecnología. Asimismo, se destacan las contribuciones de la IA al desarrollo sostenible, mejorando la gestión de recursos naturales y promoviendo prácticas sostenibles. El análisis refleja la colaboración internacional predominante en la investigación, con países como China, Estados Unidos e India liderando la producción científica. Las conclusiones sugieren que la convergencia entre IA, calidad y sostenibilidad está impulsando nuevas oportunidades de investigación e innovación. Sin embargo, se identifican limitaciones, como la necesidad de mayor integración de los estudios en regiones menos representadas y el enfoque hacia áreas emergentes.

Palabras clave: Calidad, Colaboración Internacional, Desarrollo Sostenible, Inteligencia Artificial, Producción Científica.

Abstract

The objective of this bibliometric study was to analyze the impact of artificial intelligence (AI) on quality and sustainable development. Using the InOrdinatio method, complemented with R Studio and the Bibliometrix package, an exhaustive review of scientific publications was carried out between 2000 and 2024. The results reveal a significant growth in scientific production, with an annual rate of 25%, accumulating a total of 925 documents. The research identified a strong focus on using AI to optimize the quality of organizational processes, especially in sectors such as manufacturing and technology. Likewise, the contributions of AI to sustainable development are

highlighted, improving the management of natural resources and promoting sustainable practices. The analysis reflects the predominant international collaboration in research, with countries such as China, the United States and India leading scientific production. The findings suggest that the convergence between AI, quality and sustainability is driving new research and innovation opportunities. However, limitations are identified, such as the need for greater integration of studies in less represented regions and the focus on emerging areas.

Keywords: Quality, International Collaboration, Sustainable Development, Artificial Intelligence, Scientific Production.

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las tecnologías más disruptivas y transformadoras en el siglo XXI, impactando de manera significativa múltiples sectores de la economía. Según (Haenlein et al. 2019), la IA abarca sistemas capaces de imitar funciones cognitivas humanas, tales como el aprendizaje y la resolución de problemas, lo que ha permitido a las organizaciones optimizar procesos y generar innovaciones en productos y servicios. A lo largo de la última década, se ha producido un notable incremento en la adopción de IA en ámbitos como la salud, la educación, y especialmente en la industria manufacturera, donde su implementación ha impulsado la automatización y la toma de decisiones basada en datos (Alhajeri and Alhashem 2023). Sin embargo, a pesar de estos avances, aún persisten debates sobre sus implicaciones éticas y su impacto a largo plazo en el mercado laboral y en la gobernanza tecnológica (Yigitcanlar and Cugurullo 2020).

Por otro lado, la calidad, como concepto y práctica gerencial, ha evolucionado sustancialmente desde su concepción tradicional de control de productos hasta un enfoque más integral que involucra todos los procesos organizacionales (Amaya Pingo et al. 2020). Autores como (Crosby 1979) (Deming 1982) sentaron las bases para una visión moderna de la calidad, destacando la importancia de la mejora continua, la satisfacción del cliente y el empoderamiento de los empleados. En las últimas décadas, la gestión de la calidad ha pasado a ser un factor clave para el éxito de las organizaciones en entornos competitivos, debido a su capacidad para mejorar la eficiencia y reducir costos (Silva-Ordoñez et al. 2019). Con la incorporación de tecnologías como la IA, la calidad ha encontrado nuevas oportunidades para ser gestionada de manera más precisa y eficiente (Nguyen, Phan, and Matsui 2018).

El concepto de desarrollo sostenible ha ganado una relevancia creciente desde la publicación del Informe Brundtland en 1987, que definió el desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (CEPAL 2016). Autores como (Sachs 2015) han resaltado la importancia de integrar consideraciones económicas, sociales y ambientales en las decisiones organizacionales para garantizar un crecimiento equilibrado y sostenible. En este sentido, el desarrollo sostenible se ha convertido en una prioridad estratégica para muchas organizaciones que buscan no solo el éxito financiero, sino también minimizar el impacto negativo en el medio ambiente y contribuir al bienestar social (Sharma and Kulshrestha 2024).

La intersección entre la inteligencia artificial, la calidad y el desarrollo sostenible ha comenzado a ser objeto de creciente atención por parte de investigadores y profesionales. De acuerdo con estudios recientes (Verma et al. 2021; Murdan and Oree 2024), la IA ofrece herramientas innovadoras para mejorar los sistemas de gestión de calidad, lo que puede contribuir a alcanzar objetivos de sostenibilidad, como la reducción del desperdicio y el uso eficiente de recursos. Asimismo, organizaciones que adoptan prácticas de IA han demostrado ser más capaces de adaptarse a los estándares de sostenibilidad, mejorando sus procesos sin comprometer la calidad (Ponce-Díaz, Martínez-Usarralde, and Beltrán-Lavador 2024; Wani et al. 2024). Esta convergencia tecnológica y metodológica resalta la importancia de desarrollar estrategias integradas que aborden simultáneamente la calidad y el desarrollo sostenible mediante el uso de IA, con el fin de crear valor a largo plazo para la sociedad y el planeta (Santos et al. 2024).

Este artículo está organizado en cinco secciones principales. La primera sección introduce el tema y la relevancia de la intersección entre inteligencia artificial, calidad y desarrollo sostenible. En la segunda sección, se describen los materiales y métodos empleados, con énfasis en el uso del método InOrdinatio y herramientas como R Studio y Bibliometrix para el análisis bibliométrico. La tercera sección presenta los resultados obtenidos, destacando las tendencias clave, los autores más influyentes y las colaboraciones internacionales. En la cuarta sección, se discuten los hallazgos en relación con el impacto de la IA en la gestión de la calidad y las prácticas sostenibles, así como las oportunidades y desafíos identificados. Finalmente, la quinta sección concluye con las implicaciones prácticas, las limitaciones del estudio y posibles líneas de investigación futura.

Marco teórico

La investigación se basa en la Teoría de la Computación Cognitiva, la cual establece que las máquinas pueden emular procesos cognitivos humanos, como el aprendizaje, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Haenlein et al., 2019). Esta teoría es crucial para comprender el desarrollo de sistemas de IA capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. La IA, al imitar estas funciones cognitivas, se convierte en una herramienta poderosa para optimizar procesos, automatizar tareas y generar innovaciones en productos y servicios. Su impacto es significativo en diversos sectores de la economía, desde la manufactura hasta la atención médica, impulsando la eficiencia y la productividad (Alhajeri and Alhashem, 2023).

Esta teoría, proporciona además un marco conceptual para entender cómo la IA puede contribuir a la mejora de la calidad y al desarrollo sostenible. Al emular la capacidad humana de aprendizaje y resolución de problemas, la IA puede ayudar a identificar patrones, analizar datos y tomar decisiones más eficientes en la gestión de la calidad y la sostenibilidad. Por ejemplo, la IA puede utilizarse para optimizar procesos de producción, reducir el desperdicio, mejorar la eficiencia energética y gestionar los recursos naturales de manera más responsable, contribuyendo a la creación de un futuro más sostenible (Vinuesa et al., 2020; Wani et al., 2024).

De otra parte, la obra de Schumpeter, particularmente su concepto de "destrucción creativa", se entrelaza de manera profunda con el desarrollo de la IA y su impacto en la economía. Schumpeter argumentó que la innovación es el motor del crecimiento económico, y que este proceso implica la destrucción de las estructuras económicas existentes para dar paso a nuevas. La IA, al permitir la creación de nuevas tecnologías, productos y servicios, se ajusta a esta visión. La IA está

impulsando una transformación radical en diversos sectores, automatizando tareas, optimizando procesos y creando nuevos modelos de negocio. Esto, en línea con Schumpeter, implica la destrucción de las formas tradicionales de trabajo y producción, pero también la creación de nuevas oportunidades y empleos en áreas relacionadas con la IA (Wani et al., 2024).

Materiales y métodos

Para realizar el análisis bibliométrico del impacto de la inteligencia artificial en la calidad y el desarrollo sostenible, se empleó el método InOrdinatio, complementado con herramientas de inteligencia artificial (IA), junto con el uso del software R Studio y el paquete Bibliometrix, que optimizaron el proceso de revisión y clasificación de artículos científicos. Este enfoque permitió una evaluación rigurosa y cuantitativa de la literatura existente, proporcionando una visión clara de las tendencias, contribuciones y vacíos de investigación en el campo.

El proceso comenzó con una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto como Scopus, Web of Science y Google Scholar, utilizando términos clave como "inteligencia artificial", "calidad" y "desarrollo sostenible". Se establecieron criterios de inclusión que limitaron los artículos a aquellos publicados entre 2000 y 2024, en revistas científicas de las áreas de tecnología, ingeniería, ciencias ambientales y gestión organizacional. Los estudios seleccionados debían abordar de manera directa o indirecta la interrelación de las tres variables: inteligencia artificial, calidad y desarrollo sostenible.

A continuación, se aplicó el método InOrdinatio, un algoritmo que clasifica los artículos en función de tres criterios: el factor de impacto de la revista, el número de citas y el año de publicación. Este método pondera los factores mencionados para priorizar artículos recientes con alta relevancia científica, asegurando que los estudios más influyentes y actuales se posicionen en los primeros lugares de la lista (Pagani, Kovalski, and Resende 2015). Esto garantizó la precisión y objetividad al seleccionar los artículos más valiosos para el análisis. Como ecuación de búsqueda se estableció la intersección de "artificial intelligence" AND "quality" AND "sustainable development"

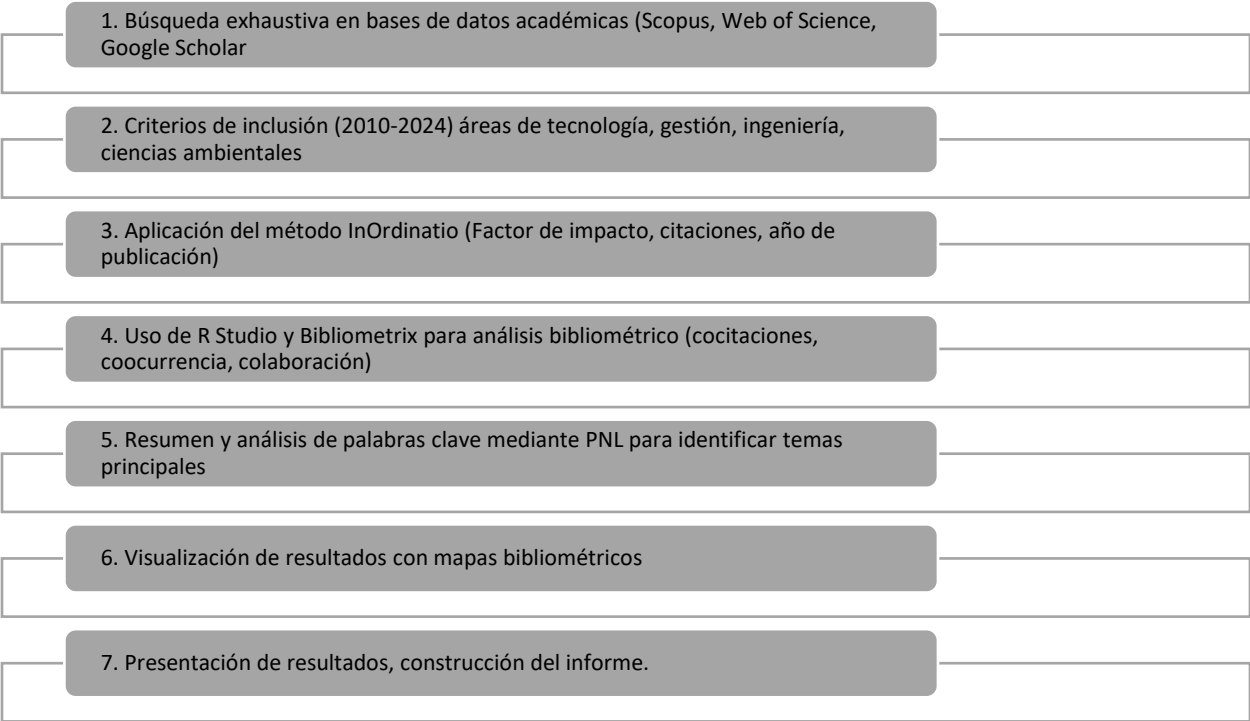
El análisis fue potenciado con el uso de R Studio y el paquete Bibliometrix, herramientas especializadas en análisis bibliométrico. Bibliometrix permitió gestionar y analizar la base de datos de artículos, proporcionando una variedad de métricas bibliométricas como redes de co-citación, co-ocurrencia de palabras clave y colaboración entre autores e instituciones. A través de estas herramientas, se generaron gráficos y mapas de redes bibliométricas que ayudaron a identificar las áreas más investigadas, los autores más citados y las publicaciones clave. R Studio, junto con Bibliometrix, también facilitó la creación de gráficos que representaban visualmente las conexiones entre los temas predominantes y la evolución temporal de las investigaciones.

El uso de inteligencia artificial (IA), mediante algoritmos de procesamiento del lenguaje natural (NLP), permitió analizar automáticamente los resúmenes y palabras clave de los artículos, identificando los temas principales y evaluando la relevancia de cada estudio en relación con los objetivos de la investigación (Chowdhary 2020). Además, la IA ayudó a detectar redes de co-

citación, visualizando las conexiones entre los autores más influyentes y los temas más investigados en la intersección de inteligencia artificial, calidad y desarrollo sostenible.

Finalmente, los resultados del análisis fueron presentados a través de mapas y gráficos bibliométricos generados en R Studio, lo que permitió ilustrar de manera clara las principales tendencias, autores y temas predominantes en el campo. Estos resultados proporcionan una base sólida para identificar áreas emergentes de investigación y proponer posibles direcciones futuras para estudios académicos y aplicados.

Figura 1. Procedimiento del análisis bibliométrico



Fuente: Elaboración propia

Resultados

Los resultados obtenidos a través del análisis bibliométrico ofrecen una visión detallada sobre el impacto de la inteligencia artificial en la calidad y el desarrollo sostenible. A partir del uso del método InOrdinatio, complementado con IA, R Studio y Bibliometrix, se logró identificar las tendencias más relevantes en la literatura, los autores más citados y las áreas emergentes de investigación en la intersección de estas tres variables. Los datos revelan no solo las publicaciones clave que han marcado el desarrollo de este campo, sino también la evolución temporal y las conexiones entre temas y autores. A continuación, se presentan los hallazgos más significativos, ilustrados mediante gráficos bibliométricos y mapas de co-citación, que reflejan el estado actual y las oportunidades futuras de investigación.

Tabla 1. Resumen de la Información Bibliométrica sobre el Impacto de la Inteligencia Artificial en la Calidad y el Desarrollo Sostenible (2000-2024)

Descripción	Resultados
Período	2000 -2024
Fuente	601
Total, publicaciones	925
Tasa de crecimiento anual	25%
Edad promedio de los documentos	3,17
Citas	13,0
Palabras clave	7.080
Autores	119
Coautores por documento	3,98
% de coautoría	25,19%,
Artículo	374
Libros	12
Capítulo	74
Ponencias	337
Reseñas	18
Editoriales	8
Erratas	1
Cartas	2
Notas	1

El análisis bibliométrico de las publicaciones sobre el impacto de la inteligencia artificial en la calidad y el desarrollo sostenible, a compartir el período 2000-2024, revela un crecimiento significativo en el número de documentos publicados. Con una tasa de crecimiento anual del 25%, el campo ha experimentado un incremento constante, acumulando un total de 925 publicaciones, de las cuales los artículos representan el mayor porcentaje (374), seguidos de ponencias de conferencias (337) y capítulos de libros. (74). La edad promedio de los documentos es de 3,17 años, lo que indica que la literatura en esta área es relativamente reciente. Cada documento recibe en promedio 13 citas, lo que refleja un nivel de impacto considerable en la comunidad académica. Con más de 7.080 palabras clave utilizadas y 3,98 coautores por documento, se observa una fuerte colaboración entre autores, tanto a nivel nacional como internacional, con un 25,19% de coautoría internacional. Este análisis muestra una comunidad académica activa y colaborativa que trabaja en la intersección de inteligencia artificial, calidad y sostenibilidad, generando conocimiento actualizado y de gran importancia.

El análisis bibliométrico evidencia un crecimiento exponencial en la investigación sobre inteligencia artificial, calidad y desarrollo sostenible, lo que posiciona al tema como un área emergente y de alta relevancia. Igualmente, la diversidad en los formatos de publicación refleja un equilibrio entre teoría y práctica, en la que se destaca la naturaleza interdisciplinaria y global del

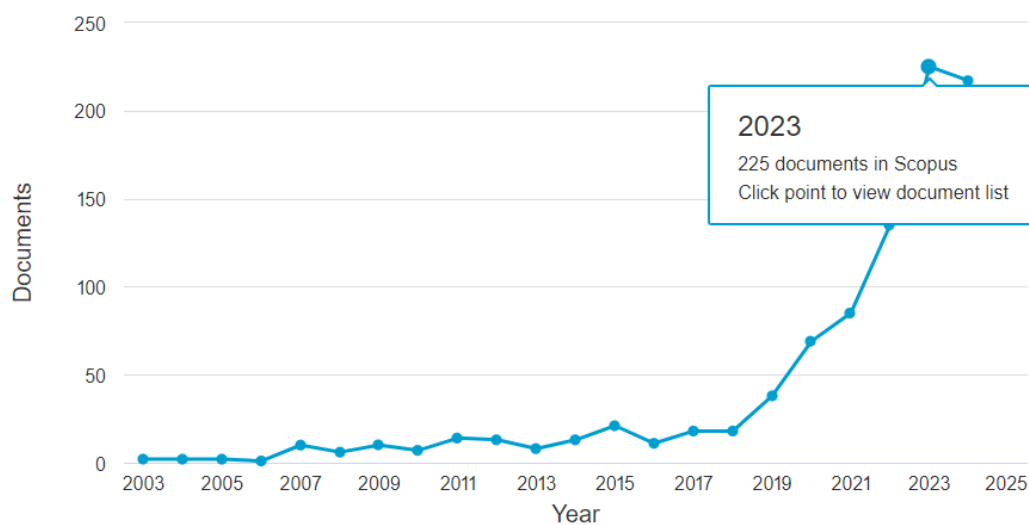
campo. Los indicadores revelados dejan ver un ecosistema académico activo y dinámico que no solo produce conocimiento actualizado, sino que también fomenta su aplicación práctica y transferencia, consolidando esta intersección como un eje clave para la innovación y el desarrollo sostenible.

Publicaciones por año

El análisis bibliométrico refleja el creciente interés y relevancia de este tema en la comunidad académica, con un notable aumento de publicaciones a partir de 2020. El incremento significativo en la producción científica en los últimos años, particularmente en 2023 con 225 documentos, sugiere que la inteligencia artificial, en combinación con calidad y sostenibilidad, es un campo emergente y de gran importancia para la investigación.

Figura:

Documents by year



Fuente: Elaboración propia a partir de la información en la base de datos Scopus

A lo largo de la historia, diversos eventos han influido significativamente en el desarrollo y evolución de la inteligencia artificial (IA) en la literatura científica, moldeando tanto su progreso como sus períodos de estancamiento (Qin et al. 2024). La IA, junto con la gestión de la calidad y el desarrollo sostenible, ha experimentado variaciones en su producción científica dependiendo del contexto histórico. Un claro ejemplo es la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), que provocó una fuerte disminución en las publicaciones científicas a nivel global, afectando la difusión de la investigación. Sin embargo, entre 1972 y 1974 (Quintero-Quintero, Blanco-Ariza, and Garzón-Castrillón 2021), la comunidad científica mostró un interés renovado en la gestión organizacional y el capital humano y el desarrollo tecnológico, lo cual, indirectamente, sentó las bases para la evolución de la inteligencia artificial (Haenlein et al. 2019).

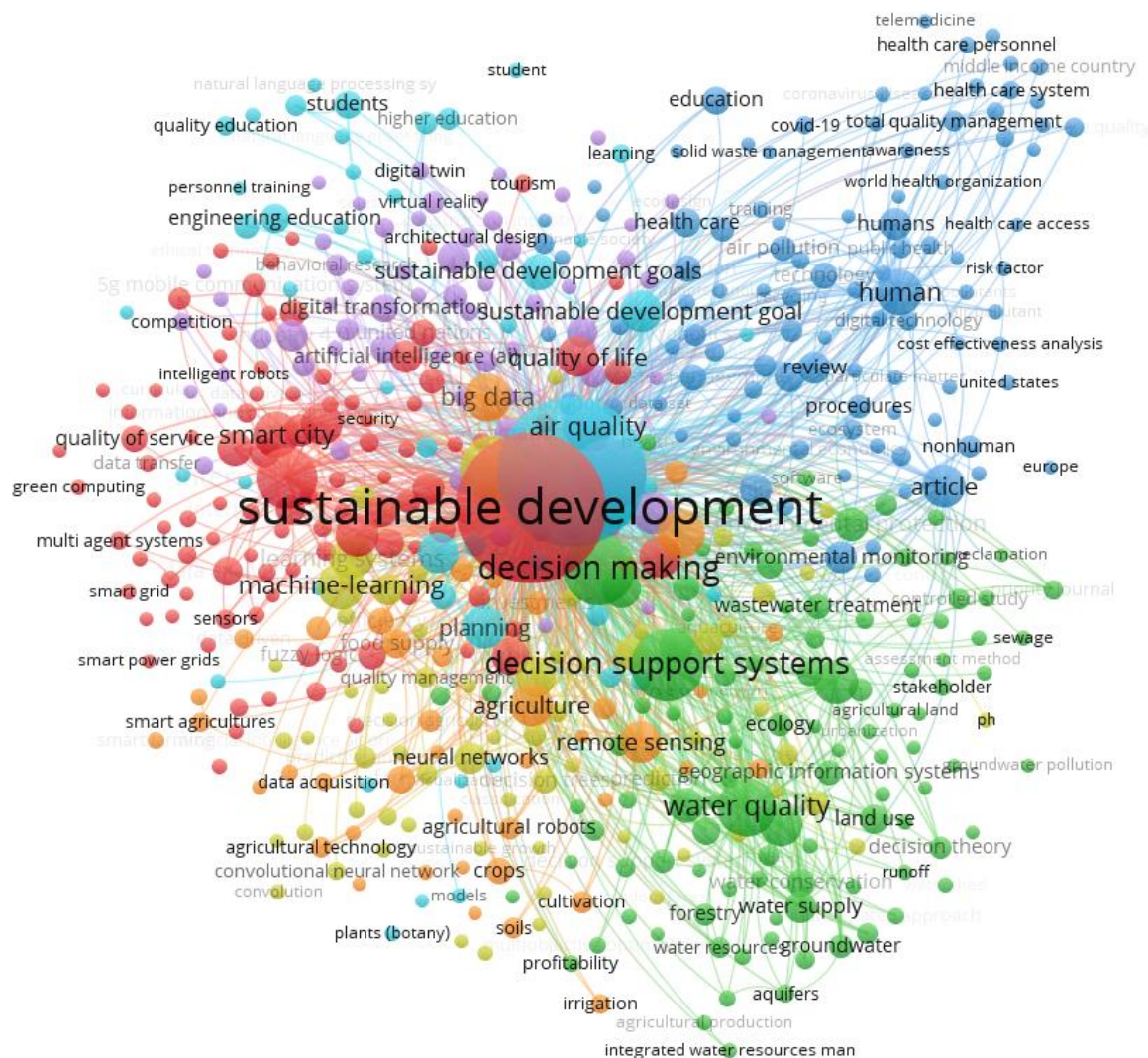
En cuanto a la calidad, su conceptualización ha ido evolucionando, especialmente con la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que comenzaron a cobrar mayor relevancia a partir de la década de 1950. En ese período, las teorías sobre la gestión del conocimiento y por competencias empezaron a emerger, subrayando la importancia de la tecnología y el aprendizaje continuo como factores clave para obtener una ventaja competitiva en la nueva sociedad del conocimiento (Popović 2019).

Durante la década de 1980, la producción científica se intensificó debido al avance de las TIC y el surgimiento de internet, que impulsaron la globalización del conocimiento y la creación de redes internacionales. Este avance facilitó la conexión entre la IA, la gestión de la calidad y los principios de sostenibilidad, tres variables que hoy en día son fundamentales para el crecimiento económico y la innovación organizacional (Matyushok et al. 2021).

El análisis bibliométrico destaca un creciente interés académico en la intersección de inteligencia artificial, calidad y desarrollo sostenible, reflejado en un aumento significativo de publicaciones. Este crecimiento subraya la consolidación de este campo como emergente y crucial para la investigación. Históricamente, eventos globales y avances tecnológicos han influido en la evolución de la producción científica, transformaciones que han permitido integrar la IA en la gestión de calidad y los principios de sostenibilidad, como una respuesta a los desafíos del presente.

Evolución de las palabras clave

Las palabras claves fueron analizadas directamente de los documentos publicados, tomando en cuenta la frecuencia de aparición de las palabras claves más utilizadas, en la figura 3 se logró evidenciar que las 3 palabras más usadas son sustainable development, y artificial intelligence con un promedio de 585,5, Lo cual es relevante al considerar el estudio de esta temática para las instituciones de educación superior, ya que abarca una amplia variedad de áreas.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información en la base de datos Scopus, y a través de la herramienta VosWiver

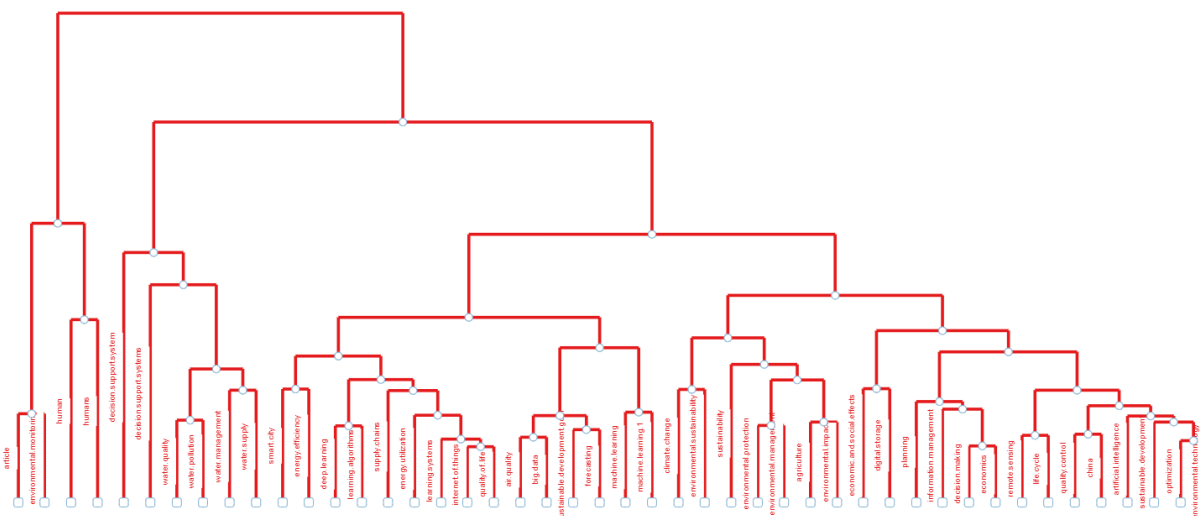
Se logró identificar los cluster de la co-currencia de palabras, en primer lugar, el Clúster Verde – Agricultura y Recursos Naturales, se centra en temas relacionados con la agricultura, calidad del agua y gestión de recursos naturales. La IA juega un papel clave en este clúster al mejorar la toma de decisiones en la agricultura sostenible y en la gestión de la calidad del agua. En segundo lugar, el Clúster Rojo – Ciudades Inteligentes y Tecnologías de Información, el cual se agrupa términos como ciudad inteligente (ciudad de aprendizaje automático, grandes datos, calidad del servicio, es

importante destacar que las ciudades inteligentes no solo están conectadas con el uso de IA, sino también con la mejora de la calidad de vida.

Seguidamente el Clúster Azul – Salud, Gestión de Crisis y Calidad del Aire, el cual agrupa palabras clave como atención médica (gestión de calidad total, calidad del aire, salud pública y gestión de crisis, telemedicina, la gestión de residuos, este clúster destaca cómo la inteligencia artificial impacta en sistemas como la salud y la gestión ambiental.

Finalmente, el Clúster Amarillo se centra en términos clave como toma de decisiones, sistemas de apoyo a la toma de decisiones, gestión de recursos y planificación. Este clúster destaca el papel fundamental de la inteligencia artificial en proporcionar herramientas que permiten a los responsables de la toma de decisiones gestionar eficientemente los recursos y optimizar la planificación estratégica, especialmente en áreas vinculadas al desarrollo sostenible.

Figura 4. Dendograma específico de palabras clave



Fuente: Elaboración propia a partir de la información en la base de datos Scopus, y a través de la herramienta Rstudio

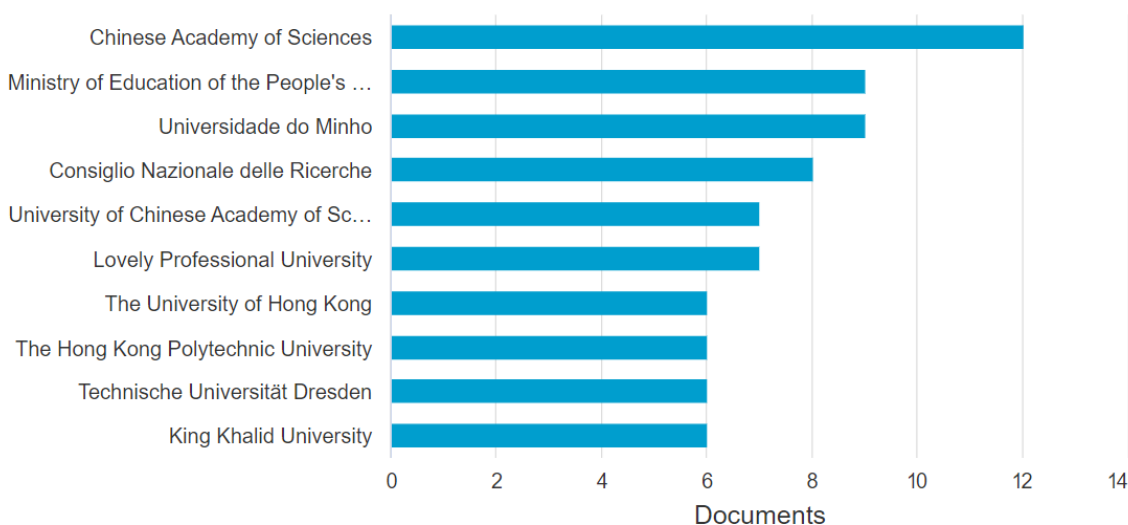
La evolución de las palabras clave evidencia el papel central de la inteligencia artificial como herramienta versátil para abordar desafíos globales en sostenibilidad, ciudades inteligentes, salud y gestión estratégica de recursos, destacando su impacto transversal en múltiples áreas de investigación y práctica.

Fuentes más relevantes

En el análisis bibliométrico realizado, se identificaron las fuentes más relevantes en la investigación relacionada con la inteligencia artificial, la calidad y el desarrollo sostenible. Estas fuentes destacan no solo por el volumen de publicaciones, sino también por su impacto y contribución al avance del conocimiento en estos campos interrelacionados.

Las afiliaciones se clasifican según el número de artículos publicados por cada institución, y se observa una distribución que destaca la contribución de universidades e institutos de investigación de diversos países.

Figura 5. Filiación institucional de las publicaciones



Fuente: Elaboración propia a partir de la información en la base de datos Scopus.

Como se observa en la figura 5 La Chinese Academy of Sciences encabeza la lista con 13 documentos, lo que indica que es la institución más productiva en esta área de investigación. Esto refleja su liderazgo en la generación de conocimiento científico en temas que podrían abarcar desde tecnologías avanzadas hasta sostenibilidad y calidad. En segunda posición está el Ministry of Education of the People's Republic of China, con 10 documentos. Seguidamente La University of Chinese Academy of Sciences también aparece en la lista con 6 documentos, destacando a China como un país clave en la producción de investigaciones relacionadas con la inteligencia artificial, la calidad y la sostenibilidad.

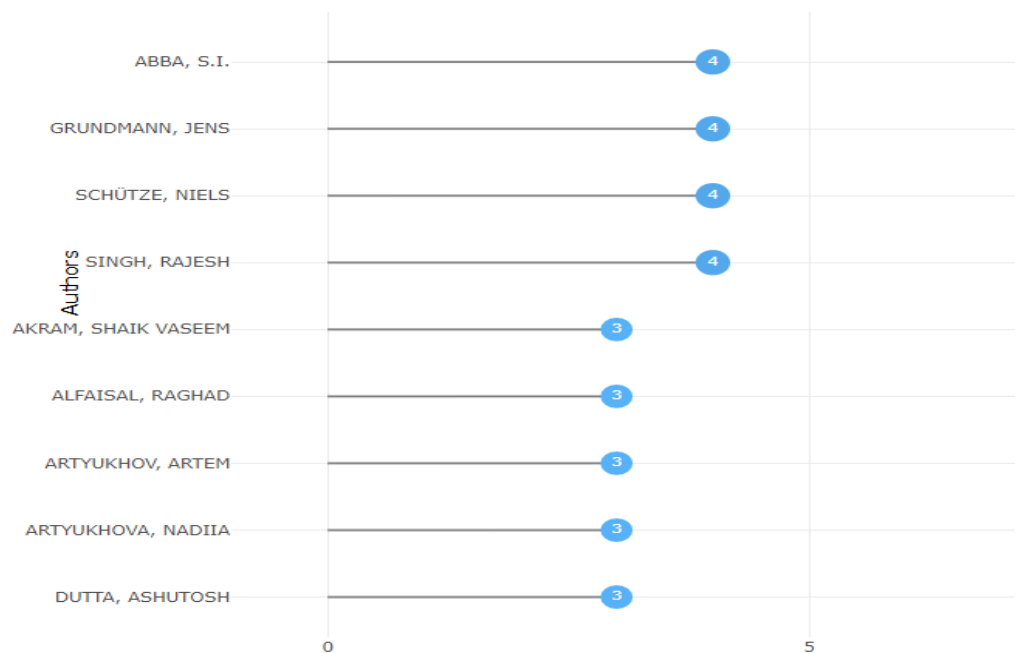
De otro lado se observa gran Diversidad internacional con la participación de varias instituciones de renombre que también contribuyen de manera significativa como la Universidade do Minho en Portugal, con 8 documentos, y el Consiglio Nazionale delle Ricerche en Italia, con 7 documentos, lo que demuestra que estas instituciones europeas también juegan un papel relevante en el avance de esta área de investigación. En Europa, la Technische Universität Dresden (Alemania) tiene una participación importante con 5 documentos, lo que destaca el rol de las universidades alemanas en la investigación tecnológica y sostenible. Y finalmente la King Khalid University (Arabia Saudita), con 5 documentos, completa la lista, lo que indica un creciente interés en la región del Medio Oriente por este tipo de investigaciones.

El panorama anterior, resalta la consolidación de la inteligencia artificial como una herramienta clave para enfrentar desafíos globales, promoviendo prácticas sostenibles e innovación tecnológica en contextos variados.

Autores destacados

Como se muestra en la figura 6 los autores Abba, S.I., Grundmann, Jens, Schütze, Niels y Singh, Rajesh lideran las publicaciones con 4 documentos cada uno. Esto sugiere que estos investigadores son figuras clave en la producción científica relacionada con las tres variables de estudio y han contribuido de manera significativa a la generación de conocimiento en este campo. Por su parte autores como Akram, Shaik Vaseem, Alfaisal, Raghad, Artyukhov, Artem, Artyukhova, Nadiia, y Dutta, Ashutosh, se destacan con 3 documentos publicados cada uno. Si bien estos autores tienen un número de publicaciones ligeramente inferior, siguen siendo actores importantes en el avance de la investigación en las temáticas de estudio. El autor más citado es Kusiak, A. con 914 citas seguido de Burton, MJ con 700 citas, Palani, Y., Liong, S.-Y., Yakima, Y.

Figura 6. Autores destacados

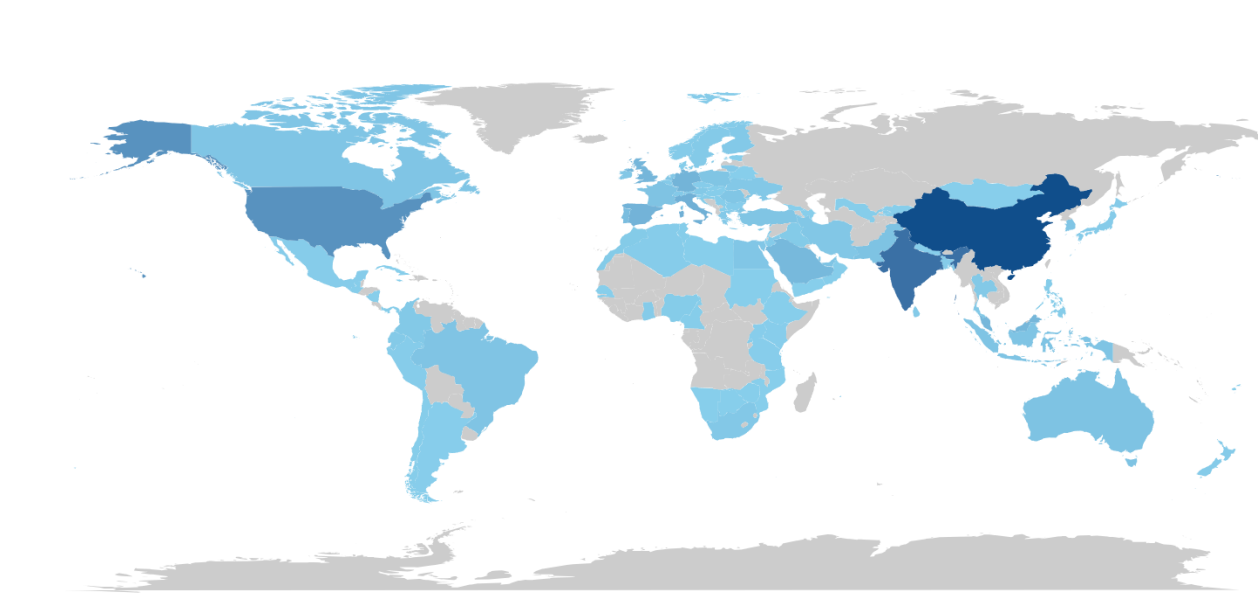


Fuente: Elaboración propia a partir de la información en la base de datos Scopus, y a través de la herramienta Rstudio.

El análisis de los autores destaca la existencia de un núcleo de investigadores clave que lideran la producción científica en la intersección de inteligencia artificial, calidad y sostenibilidad, lo que refleja un impacto significativo en el desarrollo de este campo. Además, la presencia de autores con menor volumen de publicaciones, pero con contribuciones importantes sugiere una comunidad académica diversa y en expansión.

Producción por Países

Figura 7. Producción por países



Fuente: Elaboración propia a partir de la información en la base de datos Scopus, y a través de la herramienta Rstudio.

La figura 7 muestra un mapa de calor mundial que destaca la producción científica por países vinculada a la inteligencia artificial, la calidad, y el desarrollo sostenible. Los diferentes tonos de azul representan la cantidad de publicaciones, donde los colores más oscuros indican una mayor productividad. En este sentido, China aparece en el color azul más oscuro, lo que indica que es el país con mayor cantidad de publicaciones científicas en esta área, adicionalmente se logró determinar que gran parte de la investigación realizada en China en esta área es desarrollada por instituciones nacionales sin colaboración internacional. India y los Estados Unidos también tienen una alta producción científica. Ambos países cuentan con numerosas instituciones académicas y de investigación que contribuyen significativamente al campo objeto de estudio y colaboran más activamente en investigaciones internacionales en este campo.

De otra parte, varias naciones de Europa (como Alemania, Reino Unido e Italia) y países de Asia como Japón y Corea del Sur aparecen en un tono de azul más claro, lo que indica una producción moderada de publicaciones en esta área. Estos países son conocidos por tener fuertes sectores de investigación y desarrollo, especialmente en tecnologías emergentes como la IA y la sostenibilidad y por su colaboración interna como internacional, a través de redes de investigación.

Brasil y Sudáfrica también aparecen en azul más claro, destacando su participación en la producción científica, aunque en menor escala comparada con las principales potencias como China o Estados Unidos.

Los temas como machine learning, inteligencia artificial, desarrollo sostenible y cambio climático han experimentado un notable incremento en relevancia desde aproximadamente 2017, reflejando

una tendencia creciente hasta la actualidad. Por otro lado, términos como sistemas de apoyo a la toma de decisiones y gestión del agua han sido consistentemente importantes a lo largo del tiempo, con un enfoque más reciente en su aplicación a áreas críticas como la gestión de recursos y la sostenibilidad. En general, la investigación se ha orientado cada vez más hacia el uso de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, aplicadas a la solución de desafíos globales como el cambio climático y la gestión eficiente de recursos naturales. Estos temas de tendencia destacan el creciente interés en utilizar la tecnología para abordar problemas ambientales y de sostenibilidad, lo que subraya su importancia en la agenda científica actual.

Discusión

Antecedentes y evolución de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial ha evolucionado significativamente desde sus inicios hasta convertirse en una herramienta central para la automatización y la optimización de procesos en múltiples industrias. Desde los primeros desarrollos centrados en la resolución de problemas computacionales, la IA ha avanzado hacia aplicaciones mucho más complejas, como el aprendizaje automático (machine learning), el procesamiento de grandes volúmenes de datos (big data), y la automatización inteligente en diversas áreas productivas (D.-V. Nguyen et al. 2024). Estos avances han permitido integrar la IA en áreas como la manufactura inteligente, la predicción de tendencias en el mercado, y la toma de decisiones basadas en análisis predictivo.

En el contexto de la calidad, la IA ha sido fundamental para mejorar los procesos de producción mediante la identificación de fallos, la optimización de recursos, y la mejora continua (Groten and Gallego-García 2021). La automatización y el uso de sistemas prescriptivos permiten no solo un control de calidad más preciso, sino también una reducción significativa de costos y tiempos de producción.

Uno de los campos donde la inteligencia artificial ha tenido un impacto considerable es en el desarrollo sostenible. Según (Al-Busaidi and Al-Muharrami 2021), el uso de IA para mejorar la gestión del agua y la agricultura mediante sistemas de irrigación inteligentes y análisis predictivos ha revolucionado la manera en que se gestionan los recursos naturales. En este sentido, la integración de la IA en sectores como la energía renovable y la eficiencia energética también está permitiendo una mayor sostenibilidad en términos medioambientales, promoviendo soluciones más verdes y eficientes.

La investigación sobre la sostenibilidad se ha centrado en el uso de tecnologías de IA para optimizar los recursos hídricos y minimizar el impacto ambiental, especialmente en áreas con recursos limitados o en riesgo de escasez ((Nathani, Pareyani, and Ahirwar 2024) Esto incluye el uso de sistemas inteligentes para la planificación y la gestión de recursos, reduciendo el desperdicio y mejorando la eficiencia en el uso del agua y la energía.

En el ámbito de la calidad, la IA ha proporcionado nuevas herramientas para monitorear y evaluar los estándares de calidad en tiempo real, lo que permite a las organizaciones implementar procesos de mejora continua de manera más eficaz. (Javaid et al. 2022) señalan que las aplicaciones de la

IA en la manufactura avanzada permiten identificar áreas de oportunidad a través del análisis de datos, generando recomendaciones prescriptivas que mejoran la calidad de los productos y servicios ofrecidos.

El uso de machine learning en la gestión de la calidad es cada vez más frecuente, ya que permite identificar patrones en grandes volúmenes de datos, mejorar la previsión de posibles errores y aumentar la satisfacción del cliente mediante la optimización de procesos internos (Aldoseri, Al-Khalifa, and Hamouda 2023). Esto ha generado un impacto positivo en diversas industrias, incluyendo la manufactura, la salud, y la tecnología, todas ellas impulsadas por los avances en IA.

El desarrollo sostenible, a su vez, ha encontrado en la inteligencia artificial un aliado clave para la reducción de la huella de carbono y la gestión eficiente de los recursos. La IA está ayudando a predecir los cambios climáticos, gestionar los riesgos medioambientales y promover prácticas más sostenibles, desde la planificación urbana hasta la agricultura de precisión (Ziesche et al. 2023). Además, la IA está siendo aplicada en la evaluación del impacto ambiental y en la creación de soluciones más eficientes en términos energéticos y medioambientales (Sami et al. 2024).

Investigaciones recientes han mostrado cómo la IA puede jugar un papel central en la transición hacia economías más sostenibles, permitiendo a los gobiernos y las empresas implementar medidas más efectivas para mitigar los efectos del cambio climático (Vinuesa et al. 2020). La implementación de redes inteligentes y la gestión sostenible de recursos como el agua y la energía son áreas donde el potencial de la IA se está explotando cada vez más.

La intersección de inteligencia artificial, calidad, y desarrollo sostenible está impulsando nuevas oportunidades de investigación y desarrollo, brindando soluciones innovadoras a problemas complejos (Mhlanga 2022). A medida que la IA continúa evolucionando, su integración en procesos de mejora de calidad y sostenibilidad será fundamental para abordar los desafíos globales, como la crisis climática y la optimización de recursos (Liu et al. 2015). Lo cierto es que, la convergencia entre inteligencia artificial, calidad y desarrollo sostenible no solo fomenta la innovación tecnológica, sino que también redefine la forma en que se abordan los desafíos globales. Este enfoque integrado permite optimizar recursos, mejorar la toma de decisiones y desarrollar soluciones más efectivas en sectores clave como la salud, la gestión ambiental, la agricultura y las ciudades inteligentes. Así, la sinergia entre estos campos no solo impulsa el avance científico, sino que también tiene el potencial de transformar profundamente la sociedad en su camino hacia un desarrollo más responsable y resiliente.

Finalmente, se debe indicar que las investigaciones revisadas en este análisis bibliométrico destacan la importancia creciente de la inteligencia artificial como herramienta para mejorar la calidad en la producción y para promover prácticas sostenibles a nivel global, siendo clave en la agenda de investigación futura.

Conclusiones

El análisis bibliométrico realizado sobre el Impacto de la inteligencia artificial en la calidad y el desarrollo sostenible revela importantes tendencias y aportes científicos en la intersección de estas

tres variables. A partir de la revisión exhaustiva de la literatura entre los años 2000 y 2024, se concluye que el campo ha experimentado un crecimiento significativo, con una tasa anual de incremento del 25%, reflejando el creciente interés académico y práctico en estos temas.

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta transformadora para optimizar la calidad de procesos organizacionales, permitiendo mejoras en la gestión de producción, monitoreo de estándares y la toma de decisiones basada en datos. Este impacto positivo ha sido especialmente evidente en sectores como la manufactura, la salud, y las industrias tecnológicas, donde la IA está siendo utilizada para mejorar la eficiencia y reducir costos.

En cuanto al desarrollo sostenible, los resultados muestran que la IA ha jugado un papel crucial en la creación de soluciones más eficientes y ecológicas, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono, la optimización del uso de recursos naturales y la promoción de prácticas más sostenibles. Áreas como la agricultura de precisión y la gestión de recursos hídricos han encontrado en la IA un aliado clave para mejorar la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

Asimismo, el análisis refleja que la colaboración internacional ha sido fundamental para el avance de la investigación en este campo, destacando a países como China, Estados Unidos e India como los principales actores en la producción científica. Además, las redes de coautoría y las colaboraciones interinstitucionales han sido determinantes en la generación de conocimiento de alta calidad.

En general, este estudio bibliométrico confirma que la convergencia entre la inteligencia artificial, la gestión de la calidad y el desarrollo sostenible está impulsando la innovación y la investigación, lo que sugiere un futuro prometedor para la implementación de estas tecnologías en múltiples sectores. A medida que la IA continúa evolucionando, su integración será fundamental para afrontar los desafíos globales en términos de sostenibilidad y eficiencia organizacional.

Limitaciones: Una de las principales limitaciones de este estudio bibliométrico radica en la dependencia de las bases de datos utilizadas, lo que podría haber excluido publicaciones relevantes de otras fuentes no indexadas. De otra parte, aunque el estudio analiza las tendencias globales, algunos países o regiones con menor acceso a recursos de investigación podrían estar subrepresentados en la literatura revisada, lo que afecta la comprensión de la dinámica global sobre el impacto de la IA en la calidad y el desarrollo sostenible. Finalmente, aunque se identificaron áreas emergentes de investigación, es necesario un análisis más específico para comprender mejor las implicaciones prácticas de la integración de la IA en la sostenibilidad y la calidad en diferentes sectores.

Referencias:

- Al-Busaidi, Kamla Ali, and Saeed Al-Muharrami. 2021. "Beyond Profitability: ICT Investments and Financial Institutions Performance Measures in Developing Economies." *Journal of Enterprise Information Management* 34 (3): 900–921. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2019-0250>.
- Aldoseri, Abdulaziz, Khalifa N. Al-Khalifa, and Abdel Magid Hamouda. 2023. "Re-Thinking Data Strategy and Integration for Artificial Intelligence: Concepts, Opportunities, and Challenges." *Applied Sciences* 13 (12): 7082. <https://doi.org/10.3390/app13127082>.
- Alhajeri, Rashid, and Abdulrahman Alhashem. 2023. "Using Artificial Intelligence to Combat Money Laundering." *Intelligent Information Management* 15 (04): 284–305. <https://doi.org/10.4236/iim.2023.154014>.
- Amaya Pingo, Pedro Manuel, Edwin Carlos Lenin Felix Poicon, Sofia Rojas Vargas, and Luis Pablo Diaz Tito. 2020. "Gestión de La Calidad: Un Estudio Desde Sus Principios." *Revista Venezolana de Gerencia* 25 (90): 632–47. <https://doi.org/10.37960/rvg.v25i90.32406>.
- CEPAL. 2016. *Estudio Económico de América Latina y El Caribe 2016 : La Agenda 2030 Para El Desarrollo Sostenible y Los Desafíos Del Financiamiento Para El Desarrollo*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c1976e11-2ea7-4f9a-936f-f1d65a7061c7/content>.
- Chowdhary, K. R. 2020. "Natural Language Processing." In *Fundamentals of Artificial Intelligence*, 603–49. New Delhi: Springer India. https://doi.org/10.1007/978-81-322-3972-7_19.
- Crosby, Philip. 1979. *Quality Is Free*. Edited by McGraw-Hill.
- Deming, William. 1982. *Quality, Productivity, and Competitive Position*. Edited by Center for Advanced Engineering Study Massachusetts Institute of Technology.
- Groten, Marcel, and Sergio Gallego-García. 2021. "A Systematic Improvement Model to Optimize Production Systems within Industry 4.0 Environments: A Simulation Case Study." *Applied Sciences* 11 (23): 11112. <https://doi.org/10.3390/app112311112>.
- Haenlein, Michael, Andreas Kaplan, Chee-Wee Tan, and Pengzhu Zhang. 2019. "Artificial Intelligence (AI) and Management Analytics." *Journal of Management Analytics* 6 (4): 341–43. <https://doi.org/10.1080/23270012.2019.1699876>.
- Javaid, Mohd, Abid Haleem, Ravi Pratap Singh, and Rajiv Suman. 2022. "Artificial Intelligence Applications for Industry 4.0: A Literature-Based Study." *Journal of Industrial Integration and Management* 07 (01): 83–111. <https://doi.org/10.1142/S2424862221300040>.
- Liu, Jianguo, Harold Mooney, Vanessa Hull, Steven J. Davis, Joanne Gaskell, Thomas Hertel, Jane Lubchenco, et al. 2015. "Systems Integration for Global Sustainability." *Science* 347 (6225). <https://doi.org/10.1126/science.1258832>.
- Arengas Acosta, J. M., Lopez Ramirez, M., & Guzman Cabrera, R. (2024). Impacto del preprocesamiento en la clasificación automática de textos usando aprendizaje supervisado y

Reuters 21578. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(43), 110–118.
<https://doi.org/10.24054/rcta.v1i43.2506>

Matyushok, Vladimir, Vera Krasavina, Andrey Berezin, and Javier Sendra García. 2021. “The Global Economy in Technological Transformation Conditions: A Review of Modern Trends.” *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* 34 (1): 1471–97.
<https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1844030>.

Mhlanga, David. 2022. “Human-Centered Artificial Intelligence: The Superlative Approach to Achieve Sustainable Development Goals in the Fourth Industrial Revolution.” *Sustainability* 14 (13): 7804. <https://doi.org/10.3390/su14137804>.

Murdan, Anshu Prakash, and Vishwamitra Oree. 2024. “The Role of the Internet of Things for a More Sustainable Future.” In *Artificial Intelligence, Engineering Systems and Sustainable Development*, 157–68. Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83753-540-820241012>.

Nathani, Neeta, Silky Pareyani, and Jagdeesh Kumar Ahirwar. 2024. “Applications of Renewable Energy Sources and Sustainable Innovations to Transform the Energy Sector.” In , 135–50. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2355-7.ch008>.

Nguyen, Duc-Viet, Siyuan Wang, Duy-Phuoc Nguyen, Phoebe Mae Lim Ching, Jae Hyun Shim, Yujeong Jung, Di Wu, and Richard H.Y. So. 2024. “Current Developments in Machine Learning Models with Boosting Algorithms for the Prediction of Water Quality.” In *Water Security: Big Data-Driven Risk Identification, Assessment and Control of Emerging Contaminants*, 575–91. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-14170-6.00015-9>.

Nguyen, Minh, Anh Phan, and Yoshiki Matsui. 2018. “Contribution of Quality Management Practices to Sustainability Performance of Vietnamese Firms.” *Sustainability* 10 (2): 375. <https://doi.org/10.3390/su10020375>.

Pagani, Regina Negri, João Luiz Kovaleski, and Luis Mauricio Resende. 2015. “Methodi Ordinatio: A Proposed Methodology to Select and Rank Relevant Scientific Papers Encompassing the Impact Factor, Number of Citation, and Year of Publication.” *Scientometrics* 105 (3): 2109–35. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>.

Ponce-Díaz, Nicolas, María Jesús Martínez-Usarralde, and José Beltrán-Lavador. 2024. “Espejos de Sostenibilidad: Ideas-Guía Para Desvelar Creencias y Actitudes Hacia La Sostenibilidad Desde Modelo Transformacional de Responsabilidad Social Universitaria (RSU) de Alcaraz-Lamana y La Teoría de Acción Planificada de Ajzen.” *Revista de Estudios y Experiencias En Educación* 23 (52): 267–84. <https://doi.org/10.21703/rexe.v23i52.2052>.

Popović, Branko Z. 2019. “SOCIAL ORIENTED QUALITY: FROM QUALITY 4.0 TOWARDS QUALITY 5.0.” *Proceedings on Engineering Sciences* 1 (2): 397–400. <https://doi.org/10.24874/PES01.02.037>.

Qin, Yong, Zeshui Xu, Xinxin Wang, and Marinko Skare. 2024. “Artificial Intelligence and Economic Development: An Evolutionary Investigation and Systematic Review.” *Journal of the Knowledge Economy* 15 (1): 1736–70. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01183-2>.

- Quintero-Quintero, Wilder, Ana Beatriz Blanco-Ariza, and Manuel Alfonso Garzón-Castrillón. 2021. "Intellectual Capital: A Review and Bibliometric Analysis." *Publications* 9 (4): 46. <https://doi.org/10.3390/publications9040046>.
- Sachs, Jeffrey D. 2015. "15037-Article Text-59591-2-10-20160810." *Economía*.
- Sami, Jalal, Teba Mohammed, Ghazi Sami, and Baraa W Salim. 2024. "AI-Powered Sustainability Management in Enterprise Systems Based on Cloud and Web Technology Integrating IoT Data for Environmental Impact Reduction." *Journal of Information Technology and Informatics*. JITI. <https://www.researchgate.net/publication/382306224>.
- Santos, Simone, Jéssyka Vilela, Thiago Carvalho, Thiago Rocha, Thales Candido, Vinícius Bezerra, and Daniel Silva. 2024. "Artificial Intelligence in Sustainable Smart Cities: A Systematic Study on Applications, Benefits, Challenges, and Solutions." In *Proceedings of the 26th International Conference on Enterprise Information Systems*, 644–55. SCITEPRESS - Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0012617900003690>.
- K. V. Mejía, "La lectura y escritura en la nueva escuela mexicana. Un análisis documental en educación básica en México," *Formación Estratégica*, vol. 7, no. 1, pp. 126–142, 2024. Available: <https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/118>
- E. S. Martínez Tirado, "Conducta antisocial en adolescentes de escuelas secundarias," *Formación Estratégica*, vol. 6, no. 2, pp. 75–105, 2022. Available: <https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/90>
- Sharma, Aniva, and Peeyush Kulshrestha. 2024. "An AI and IoT Based Smart Green Home Sustainability." In , 59–70. https://doi.org/10.1007/978-981-97-1320-2_6.
- Silva-Ordoñez, Iván, Walter Jiménez-Silva, Edwin Santamaría-Freire, and Raúl Villalba-Miranda. 2019. "Calidad En El Servicio Como Herramienta de Planificación En Las Empresas Del Sector Terciario." *Revista de Ciencias Sociales* 25 (1): 83–95. <https://doi.org/10.31876/rcs.v25i1.27338>.
- Verma, Parag, Ankur Dumka, Anuj Bhardwaj, Alaknanda Ashok, Mukesh Chandra Kestwal, and Praveen Kumar. 2021. "A Statistical Analysis of Impact of COVID19 on the Global Economy and Stock Index Returns." *SN Computer Science* 2 (1): 27. <https://doi.org/10.1007/s42979-020-00410-w>.
- Vinuesa, Ricardo, Hossein Azizpour, Iolanda Leite, Madeline Balaam, Virginia Dignum, Sami Domisch, Anna Felländer, Simone Daniela Langhans, Max Tegmark, and Francesco Fuso Nerini. 2020. "The Role of Artificial Intelligence in Achieving the Sustainable Development Goals." *Nature Communications*. Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>.
- Wani, Atif Khurshid, Farida Rahayu, Ilham Ben Amor, Munleef Quadir, Mala Murianingrum, Parnidi Parnidi, Anjuman Ayub, et al. 2024. "Environmental Resilience through Artificial Intelligence: Innovations in Monitoring and Management." *Environmental Science and Pollution Research* 31 (12): 18379–95. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32404-z>.

Yigitcanlar, Tan, and Federico Cugurullo. 2020. "The Sustainability of Artificial Intelligence: An Urbanistic Viewpoint from the Lens of Smart and Sustainable Cities." *Sustainability* 12 (20): 8548. <https://doi.org/10.3390/su12208548>.

Ziesche, Soenke, Swati Agarwal, Uday Nagaraju, Edson Prestes, and Naman Singha. 2023. "Role of Artificial Intelligence in Advancing Sustainable Development Goals in the Agriculture Sector." In , 379–97. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21147-8_21.