

Transformación ciberorgánica: un enfoque crítico de las aplicaciones de inteligencia artificial en los servicios de salud

Cyber-Organic Transformation: A Critical Approach to Artificial Intelligence Applications in Healthcare

Özel Sebetci. Aydın Adnan Menderes University, Turkey
Email osebetci@adu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2996-0270>

Recibido: 1 de abril de 2025.

Aceptado: 12 de septiembre de 2025.

Conflictos de intereses: Ninguno.

DOI: <https://doi.org/10.71164/socialmedicine.v19i3.2026.2069>

Resumen

Este estudio examina el papel creciente de la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático (ML, *machine learning*) y las técnicas de aprendizaje profundo (DL, *deep learning*) en la atención a la salud, a través de un análisis bibliométrico integral y una revisión de contenidos en la red basada en VOSviewer. Una evaluación de 4,637 artículos publicados entre 1992 y 2025 muestra que Estados Unidos, India, Reino Unido y China destacan tanto en volumen de publicaciones como en tasas de colaboración internacional. A nivel institucional, centros académicos líderes como la Universidad de Harvard (y sus Asociados Médicos) y la Universidad de Londres han desempeñado un papel pionero en el avance del campo. El análisis en redes por palabras clave destaca la creciente importancia de términos como inteligencia artificial, aprendizaje automático y aprendizaje profundo, junto con temas emergentes como sistemas de apoyo en la toma de decisiones clínicas, COVID-19 y grandes modelos de lenguaje (por ejemplo, ChatGPT), reflejando la creciente diversidad de la literatura. Los hallazgos bibliométricos destacan que las aplicaciones de IA para la atención a la salud cubren una amplia gama de dominios, incluida el procesamiento de imágenes clínicas, la supervisión remota de pacientes, la medicina personalizada y el procesamiento del lenguaje natural (NLP). El uso creciente de modelos de aprendizaje profundo en sistemas de apoyo para la toma de decisiones clínicas ilustra la creciente demanda de soluciones de salud digital en la era posterior a la COVID-19. Temas clave como la IA explicable (XAI), la privacidad de datos, consideraciones éticas y regulaciones legales se subrayan como dimensiones críticas para garantizar un progreso sostenible en el campo. La literatura también señala la importancia de conjuntos de datos más grandes y multicéntricos, colaboraciones internacionales más fuertes y la promoción de la alfabetización en IA como pasos esenciales hacia los avances futuros.

Palabras clave: inteligencia artificial; aprendizaje automático; aprendizaje profundo; atención sanitaria; análisis bibliométrico

Abstract

The study examines the growing role of artificial intelligence (AI), machine learning (ML), and deep learning (DL) techniques in healthcare through a comprehensive bibliometric analysis and a VOSviewer-based network review. An evaluation of 4,637 articles published between 1992 and 2025 shows that the United States, India, the United Kingdom, and China stand out both in publication volume and in international collaboration (MCP) rates. At the institutional level, leading academic centers such as Harvard University (and its Medical Affiliates) and the University of London have played a pioneering role in advancing the field. Keyword network analysis highlights the rising prominence of terms including artificial intelligence, machine learning, and deep learning, along with emerging topics such as clinical decision support systems, COVID-19, and large language models (e.g., ChatGPT), reflecting the increasing diversity of literature. Bibliometric findings emphasize that AI applications in healthcare cover a wide range of domains, including medical imaging, remote patient monitoring, personalized medicine, and natural language processing (NLP). The expanding use of deep learning models in clinical decision support systems illustrates the heightened demand for digital health solutions in the post-COVID-19 era. Key issues such as explainable AI (XAI), data privacy, ethical considerations, and legal regulations are underscored as critical dimensions for ensuring sustainable progress in the field. The literature also points to the importance of larger, multi-center datasets, stronger international collaborations, and the promotion of AI literacy as essential steps toward future advancements.

Keywords: Artificial Intelligence; Machine Learning; Deep Learning; Healthcare; Bibliometric Analysis



Introducción

El sector salud está experimentando una profunda transformación impulsada por avances en inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático (ML) y aprendizaje profundo (DL). El creciente volumen de datos, combinado con mejoras en la potencia computacional y metodologías analíticas, han facilitado la integración de soluciones impulsadas por IA en sistemas de atención a la salud modernos.¹ Desde finales de la década de 1990, una amplia adopción de registros digitales de salud, avances en las tecnologías de imágenes clínicas y el auge del análisis de macrodatos han proporcionado terreno fértil para la rápida expansión de las aplicaciones de IA en la práctica clínica.²

Se emplea un análisis bibliométrico y basado en *VOSviewer* para determinar el grado en que los conceptos relacionados con la IA, como aprendizaje automático o aprendizaje profundo, han sido objeto de estudio en investigaciones sobre salud. El análisis, realizado utilizando la base de datos *Web of Science* (WoS), inicialmente identificó 4,662 artículos publicados entre 1992 y 2025. Después de eliminar 26 entradas duplicadas, se revisó sistemáticamente un conjunto de datos final de 4,637 publicaciones. Los hallazgos revelan una aguda aceleración en la investigación relacionada con la IA dentro de la atención a la salud durante la última década, con un aumento exponencial en el volumen de publicaciones a medida que se acercaba la década de 2020.³

Una evaluación de la distribución de publicaciones indica que las instituciones líderes que contribuyen a la investigación en salud impulsada por la IA incluyen la Universidad de Harvard (y sus Asociados Médicos), la Universidad de Londres y el Sistema de la Universidad de California. Las revistas más prominentes que publican en este dominio incluyen *IEEE Access*, *Cureus Journal of Medical Science* y *Diagnostics* (Guo et al., 2020).⁴ A escala nacional, Estados Unidos, India, Reino Unido y China emergen como contribuyentes dominantes, liderando tanto en publicaciones de un solo país como en colaboraciones multinacionales.¹

Los análisis de red basados en *VOSviewer* y el mapeo de densidad de palabras clave destacan la aparición de cúmulos de investigación distintivos

centrados en las aplicaciones de la IA en el sector salud. Los modelos de aprendizaje profundo se han aplicado predominantemente al procesamiento de imágenes clínicas para la clasificación de enfermedades, formando un nodo de investigación especializada.⁵ Otros cúmulos de investigaciones giran en torno a los sistemas de apoyo a las decisiones clínicas, aplicaciones de IA en el diagnóstico de COVID-19, telemedicina y soluciones de atención a la salud habilitadas para IoT.⁶ El reciente aumento del interés en los modelos de lenguaje de gran tamaño (*LLMs*, *large language models*, por ejemplo, ChatGPT), el procesamiento del lenguaje natural (NLP) y por la ética de la IA ilustran aún más la diversificación de la investigación en IA dentro del sector salud.⁷

La rápida evolución de la literatura sobre salud relacionada con IA ha conducido a resultados tangibles en áreas como optimización de servicios de atención, detección temprana de enfermedades, medicina de precisión, sistemas de apoyo a las decisiones clínicas (CDSS) y la supervisión remota de pacientes (Guo et al., 2020).⁴ Sin embargo, a medida que las aplicaciones de IA se integran más profundamente en la práctica clínica, han surgido varios desafíos críticos, incluidos la seguridad de los datos, la privacidad del paciente, los sesgos algorítmicos y las consideraciones.³

Más allá de la dimensión tecnológica, la expansión de la IA en la atención a la salud plantea preguntas apremiantes sobre equidad, accesibilidad y determinantes sociales en un sentido más amplio. La investigación destaca cada vez más que el sesgo algorítmico, las brechas en disponibilidad de datos y el acceso desigual a la infraestructura digital pueden reforzar o incluso exacerbar las desigualdades existentes en acceso a la salud. Estas preocupaciones son especialmente evidentes en los países de renta baja y media del sur global, donde los recursos limitados y la dependencia de tecnologías desarrolladas externamente crean vulnerabilidades estructurales. En este sentido, el

mapeo de las tendencias globales de publicación y colaboración no sólo es valioso para rastrear el progreso científico, sino que también es crucial para comprender las asimetrías de poder y los desafíos de gobernanza implícitos en el impacto transformador de la IA sobre los sistemas de salud.

Este estudio proporciona un examen exhaustivo de las tendencias, las brechas en la investigación y los desafíos futuros en la atención médica basada en IA basándose en los hallazgos bibliométricos y los análisis de *VOSviewer*. Además, ofrece información y recomendaciones para avanzar en las aplicaciones de IA para la práctica clínica, la investigación y el desarrollo de políticas de salud.

Revisión de la literatura

La inteligencia artificial (IA) en la atención a la salud ha evolucionado a través de fases distintas desde mediados del siglo XX, con aplicaciones tempranas en la década de 1970, basadas principalmente en sistemas expertos. Se observó una adopción más amplia y avances importantes a partir de la década de 2000, impulsados por la capacidad de procesamiento para el análisis de *big data* y la proliferación de registros médicos electrónicos (EHR).² Desde 2010, las rápidas mejoras en *machine learning* (ML) y *deep learning* (DL), respaldadas por una mayor capacidad computacional, han generado innovaciones revolucionarias para la práctica clínica.¹

Las primeras aplicaciones de la IA se basaban en gran medida en reglas explícitas, basadas en algoritmos con condicionales predefinidas que guiaban los procesos de diagnóstico. Sin embargo, estos sistemas demostraron ser limitados en la detección de patrones complejos dentro de conjuntos de datos clínicos.³ En contraste, los algoritmos de ML demostraron capacidades superiores de reconocimiento de patrones al procesar grandes volúmenes de datos médicos heterogéneos, lo que permitió soluciones para la atención a la salud más generalizables y escalables.⁸

Un hito fundamental en la adopción de la IA se produjo con el despliegue de redes neuronales convolucionales (CNN) y redes neuronales recurrentes (RNN) para el procesamiento de imágenes clínicas. Los modelos de aprendizaje profundo aplicados en radiología y patología lograron una alta precisión en la detección de lesiones y la clasificación de tumores, mejorando sustancialmente el diagnóstico precoz de enfermedades.⁵ Durante la pandemia de COVID-19, los modelos de IA para diagnósticos automatizados se demostraron esenciales en la

interpretación de tomografías computarizadas e imágenes de rayos X para un diagnóstico rápido y el seguimiento de su progresión.⁹

Más allá de la imagen, los algoritmos de IA y ML se han convertido en la columna vertebral de los sistemas de apoyo para decisiones clínicas (CDSS), haciendo uso de los Expedientes Clínicos Electrónicos para generar recomendaciones de diagnóstico, planes de tratamiento y estratificaciones de riesgos. Gabriel *et al.*³ enfatiza que las herramientas de apoyo a las decisiones basadas en IA han mejorado la calidad de la atención al paciente, especialmente en cardiología, oncología y neurología. Las aplicaciones se extienden a la gestión hospitalaria, a la predicción de duración de estancias hospitalarias y la optimización del triaje para los servicios de urgencias, mejorando tanto la asignación de recursos como los flujos de trabajo clínico.¹²

La pandemia también aceleró la adopción de la telemedicina y los servicios virtuales de atención a la salud, lo que condujo a sistemas inteligentes para protocolos de cuarentena, supervisión remota y apoyo a la toma de decisiones.¹ Los modelos de aprendizaje profundo contribuyeron al diagnóstico automatizado de la COVID-19, mientras que los *chatbots* administrados por IA simplificaron la comunicación entre el paciente y proveedores de servicios para la salud al ofrecer respuestas y evaluaciones automatizadas de síntomas.^{9,7}

Otra línea activa de investigación se centra en el procesamiento del lenguaje natural (NLP) y los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM), incluidos BERT, GPT-4 y ChatGPT, que se están aplicando cada vez más en el procesamiento de textos médicos, el análisis de los síntomas de enfermedades, la automatización para la revisión de la literatura e interacciones médico-paciente.⁶ Aunque estas herramientas tienen grandes promesas, siguen existiendo preocupaciones persistentes sobre el sesgo algorítmico, riesgos de privacidad para los datos y de responsabilidad en la toma de decisiones médicas asistidas por IA.^{7,10}

También se ha prestado creciente atención a la IA explicable (XAI), que aumenta la confianza de los médicos en los sistemas algorítmicos al proporcionar información interpretable sobre los

procesos detrás de las predicciones. Estos enfoques tienen como objetivo minimizar los errores de diagnóstico, reforzar la seguridad del paciente y limitar el papel de la IA a sistema de apoyo en lugar de sustituto experto de la experiencia médica.^{3,11} En paralelo, la medicina de precisión ha surgido como un campo importante, donde la IA y el ML integran conjuntos de datos genéticos, clínicos y conductuales para permitir diagnósticos y terapias personalizados. La medicina de precisión impulsada por IA ha avanzado la farmacogenómica, el descubrimiento de fármacos y tratamientos específicos contra el cáncer, subrayando el cambio hacia una atención individualizada a la salud.^{1,6}

La generalización de dispositivos portátiles habilitados para interactuar vía internet y los sistemas de monitoreo doméstico contribuyen aún más a la adquisición de datos en tiempo real, mejorando los análisis de salud basados en IA para la intervención temprana y cuidados preventivos. Estas aplicaciones han demostrado ser valiosas en la gestión de enfermedades crónicas, en el cuidado de los ancianos y para sistemas de alerta temprana.^{12,2}

A pesar de estos avances, los modelos de IA aún requieren conjuntos de datos extensos, diversos y representativos para lograr un rendimiento más robusto. Las restricciones sobre la privacidad, las regulaciones sobre la confidencialidad de los datos y el acceso limitado a los registros de salud presentan obstáculos significativos.³ Las soluciones potenciales incluyen marcos seguros de intercambio de datos, repositorios anónimos y ampliación de muestras mediante datos.⁶ Sin embargo, la mayoría de los modelos de IA siguen siendo evaluados en estudios en un solo centro con cohortes limitadas, generando preocupaciones sobre su generalizabilidad.⁵ La literatura enfatiza constantemente la necesidad de ensayos a gran escala, multi-centrados y longitudinales para validar los sistemas de IA entre poblaciones diversas.

Al mismo tiempo, la equidad y la inclusión se han convertido en cuestiones centrales en las aplicaciones de IA para la investigación en salud. La mayoría de los conjuntos de datos a gran escala provienen de países de altos ingresos, levantando dudas sobre la aplicabilidad a grupos

subrepresentados, especialmente del sur global. Los estudiosos advierten que los sesgos algorítmicos, las asimetrías de datos y las brechas en infraestructura pueden reforzar las desigualdades sanitarias cuando se implementan herramientas de IA sin adaptación contextual. Abordar estos riesgos requiere fuentes de datos globalmente diversas, protocolos de validación transparentes y estrategias para reducir la brecha digital.^{10,3}

En resumen, la literatura subraya tanto los avances notables como los desafíos persistentes en las modalidades de atención a la salud habilitadas por IA. Los avances en procesamiento de imágenes médicas, sistemas de apoyo para la toma de decisiones, telemedicina, procesamiento de lenguaje natural, medicina de precisión e internet de las cosas han demostrado el potencial transformador de la IA, pero sus implicaciones éticas, sociales y sobre la equidad requieren atención continua. La colaboración interdisciplinaria sostenida y las asociaciones internacionales siguen siendo esenciales para garantizar que la IA contribuya a sistemas de atención a la salud seguros, inclusivos y equitativos para todo el mundo.¹²

Datos y métodos

Las redes bibliométricas se construyeron con *VOSviewer*. El análisis de coocurrencia de palabras clave aplicó un esquema de normalización de fuerza de asociación y recuento completo. El umbral mínimo de dicha coocurrencia se estableció en 5, y las pruebas de sensibilidad entre 3 y 8 mostraron patrones de agrupación coherentes, confirmando la robustez del umbral elegido. La detección de comunidades siguió un procedimiento Louvain basado en la modularidad con resolución 1.0, dando como resultado $k = 7$ cúmulos de temas en el mapa final. Las etiquetas se colocaron automáticamente con ponderación predeterminada; las invalidaciones manuales se limitaron a la eliminación de superposiciones sin modificar la pertenencia al clúster. Las redes de colaboración de países y autores utilizaron un recuento completo; las publicaciones de un solo país (SCP) frente a las de varios países (MCP) se calcularon a partir de los campos ubicación de autores de la *Web of Science*. Todas las consultas se ejecutaron en *Web of Science Core Collection* (fecha de extracción: 10 de marzo de 2025) con filtros de inclusión/exclusión

documentados, y pasos de desambiguación que abordaron homónimos. Las opciones de herramientas y la normalización reflejan la orientación establecida en el mapeo bibliométrico.^{13,14}

Recopilación de datos

Los datos de investigación se recuperaron de la base de datos de la *Web of Science (WoS)* mediante la función “búsqueda avanzada”. Para identificar publicaciones relacionadas con inteligencia artificial, aprendizaje automatizado y aprendizaje profundo dentro del sector salud, se utilizaron las siguientes combinaciones de palabras clave:

“inteligencia artificial” y herramientas para servicios a la salud

“aprendizaje automático” y herramientas para servicios a la salud

“aprendizaje profundo” y herramientas para servicios a la salud

Se obtuvieron un total de 4,662 publicaciones a través de esta consulta. La búsqueda se centró en artículos donde las palabras clave seleccionadas aparecían en los campos de título, resumen o palabras clave, asegurando que el conjunto de datos incluyera publicaciones directamente relacionadas con aplicaciones de IA en atención a la salud en lugar de aquellas con menciones superficiales o indirectas.^{4, 15}

Después de eliminar 26 registros duplicados, el conjunto de datos final constó de 4,637 publicaciones. Para garantizar la integridad de los datos, la función “eliminar duplicados” se complementó con comprobaciones manuales de coincidencias exactas en los campos de título y DOI.^{2,17}

Preprocesamiento de datos

Un análisis bibliométrico eficaz requiere un preprocesamiento riguroso de los datos. Se realizaron los siguientes pasos:

- Revisión de título y resumen: los artículos con mínima relevancia para la atención sanitaria (por ejemplo, aplicaciones de IA en ingeniería sin un enfoque significativo para la atención a la salud) fueron revisados sistemáticamente y excluidos.

- Estandarización de palabras clave: términos comúnmente intercambiables como “IA” e “inteligencia artificial” se normalizaron a una forma estándar, garantizando la coherencia. Del mismo modo, se estandarizaron abreviaturas como “ML” para “aprendizaje automático” y “DL” para “aprendizaje profundo”.¹⁸
- Estandarización de países e instituciones: se corrigieron las inconsistencias en los nombres de instituciones y países para mantener la uniformidad.
- Validación del recuento de citas: el campo “número de citas” se validó con respecto a la fecha de obtención. Cuando se encontraron discrepancias, los recuentos se verificaron con la “red de citas” de *Web of Science*.²⁰

Tras estos pasos de preprocesamiento, se finalizó el conjunto de datos, que contenía metadatos clave como nombres de autores, instituciones, países, nombres de revistas, años de publicación, recuentos de citas y palabras clave.

Análisis bibliométrico

El análisis bibliométrico es un enfoque cuantitativo utilizado para evaluar el volumen, la distribución y el impacto de la investigación científica en un campo determinado.¹⁹ Se aplicaron los siguientes pasos analíticos:

Análisis de autor, revista e institución

- Identificación de autores e instituciones más prolíficas.
- Determinación de las principales revistas que publican investigación en salud relacionada con la IA.
- Análisis de los artículos más citados.²¹

Tendencias de publicación y cita:

- Evaluación del crecimiento anual de las publicaciones y los cambios en las tasas medias de citas.
- Análisis de tendencias para determinar cuándo la investigación en IA para el sector salud experimentó picos notables.⁴

Análisis de rendimiento de los países:

- Se evaluaron las métricas de publicaciones de un solo país (SCP) y publicaciones de varios países

(MCP) para medir el nivel de colaboración internacional.

- Se examinó la distribución geográfica de las investigaciones en IA para el sector salud con el objetivo de identificar países líderes en el campo.⁴
- A continuación, se importaron los datos bibliométricos en bruto en *VOS viewer*¹³ para visualizar redes de colaboración para la investigación y patrones de coincidencia de palabras clave. Se realizaron los siguientes análisis de red:
 - Red de colaboración de autores:
Se identificaron grupos de coautores, destacando a investigadores clave y sus contribuciones a subdominios específicos (por ejemplo, Tang, Allen Bibb, Celi).
 - Red de coincidencias de palabras clave:
Examinó la frecuencia de palabras clave coexistentes como “inteligencia artificial”, “aprendizaje automático”, “aprendizaje profundo”, “telemedicina”, “COVID-19”, “ChatGPT”, revelando las principales áreas temáticas de la investigación de IA en el sector salud.²²
 - Redes de colaboración de países:
Se mapearon patrones de colaboración internacional, identificando qué países tenían los vínculos de investigación más fuertes.²³
Al visualizar redes de investigación, autores clave, cúmulos temáticos y colaboraciones de países, el análisis de *VOSviewer* proporcionó información más profunda sobre la estructura y las tendencias de la investigación de IA en el sector sanitario.

Métodos computacionales y estadísticos

Los datos bibliométricos se analizaron utilizando lenguajes de programación *Python* y *R*.

Python:

- La manipulación de datos y estadísticas descriptivas se realizaron utilizando Pandas y NumPy.
- GeoPandas se utilizó para visualizar la distribución geográfica de la investigación de IA en el sector sanitario.

R:

- Los indicadores bibliométricos y los análisis de red se realizaron utilizando los paquetes

bibliométricos y bibliotecarios (Aria & Cuccurullo, 2017).²⁴

- Los resultados se estructuraron sistemáticamente en cuadros y representaciones gráficas para facilitar su interpretación.

Descripción general del flujo de trabajo para la investigación

El enfoque metodológico general siguió estos pasos secuenciales:

- Recopilación de datos (*Web of Science*)
- Limpieza y preprocesamiento de datos
- Análisis estadístico descriptivo
- Análisis de red (*VOSviewer*)
- Visualización de datos
- Interpretación de los resultados

Al integrar metodologías cuantitativas y descriptivas, este estudio proporciona una perspectiva multidimensional sobre el panorama de investigación de la IA y el ML en la atención sanitaria, descubriendo tendencias clave y brechas de investigación en el campo.

Descubrimientos y evaluación

Esta sección presenta hallazgos detallados del análisis bibliométrico y los resultados de *VOSviewer* basados en el conjunto de datos. El análisis incluye una evaluación exhaustiva de autores, países, revistas, palabras clave, recuentos de citas e instituciones. Para mejorar la visualización, se han incorporado varios mapas, gráficos, tablas y diagramas.

En el análisis bibliométrico, se examinó inicialmente la publicación y el rendimiento de citas de los autores, revelando una fuerte presencia de colaboraciones multidisciplinarias en todo el conjunto de datos. Al analizar los 25 autores más prolíficos (Figura 1), investigadores como Li, J. y Kumar, S. se clasificaron en la cima, cada uno con más de 15 publicaciones. Este hallazgo subraya la alta actividad de investigación en áreas como la IA clínica, la imagen médica y las aplicaciones de *machine learning*.²⁵

En este análisis, se visualizó el número de publicaciones por autor utilizando un gráfico de barras. Los resultados indican que la mayoría de

estos autores están afiliados a laboratorios de investigación especializados o departamentos clínicos enfocados en inteligencia artificial médica. Dado que varios investigadores comparten nombres comunes en la literatura (por ejemplo, varios individuos llamados Li, J.), se llevó a cabo un proceso de verificación de identidad durante la limpieza de datos para garantizar una coincidencia de citas precisa.²⁵

Al examinar la distribución de publicaciones de 1992 a 2025 (Figura 2), se observó un aumento

notable en la actividad de investigación, especialmente después de 2010. Mientras que un pico anómalo en 1992 (>1,600 registros) probablemente refleja inconsistencias de indexación, el verdadero pico se produjo en 2024, con casi 1,000 publicaciones. Los análisis de sensibilidad excluyendo el pico anómalo de 1992 confirmaron la solidez de esta tendencia: crecimiento constante hasta 2010, seguido de expansión exponencial a lo largo de los años 2020. Una tendencia ascendente similar también se notó en el número promedio de citas por publicación.

Figura 1. Autores más prolíficos en investigación sobre IA y salud (1992-2025)

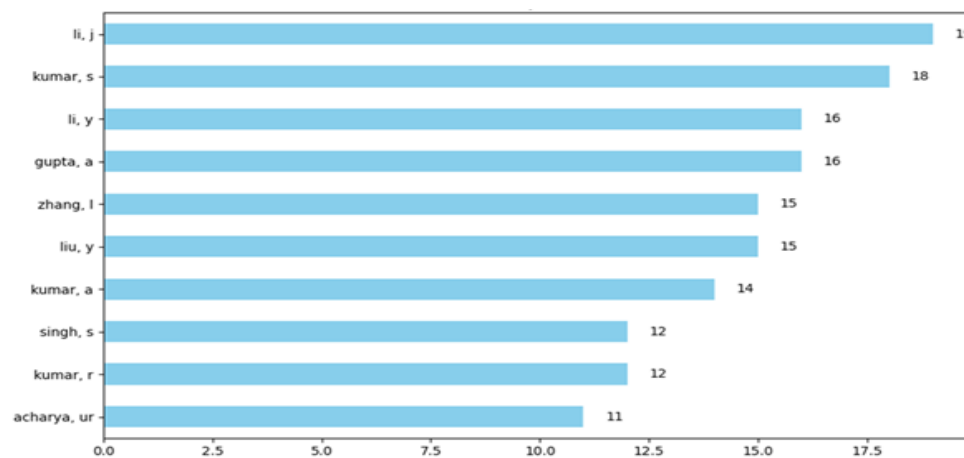
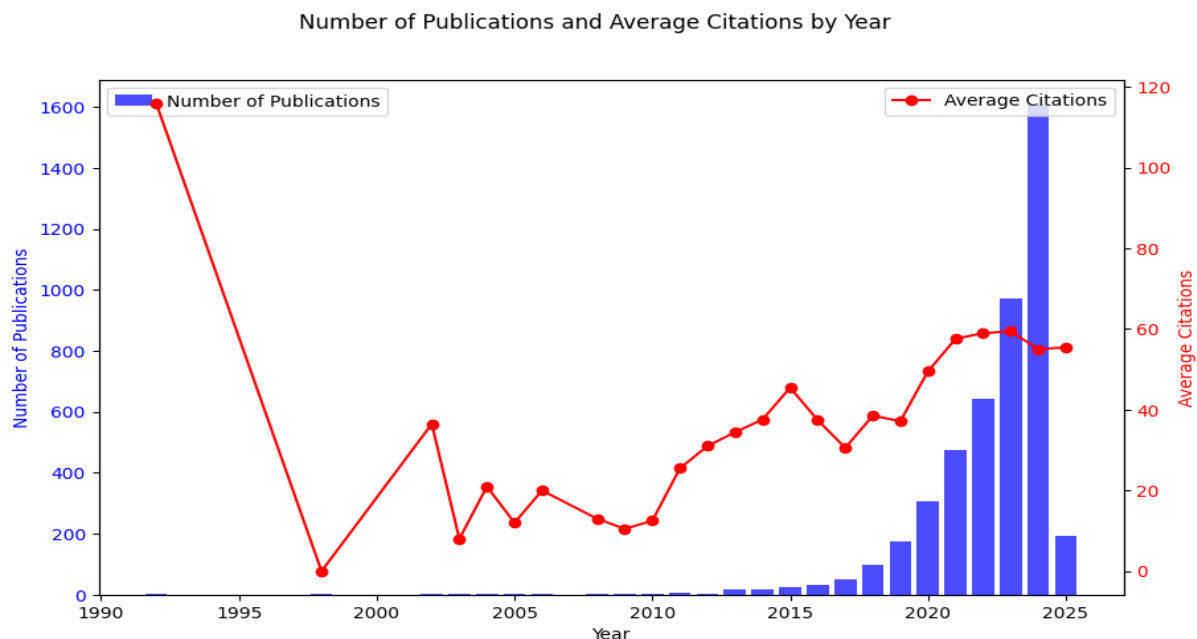


Figura 2. Número anual de publicaciones y promedio de citas (1992-2025)



En esta visualización, las barras azules representan los recuentos de publicaciones anuales, mientras que la línea roja ilustra la tendencia promedio de citas para los años correspondientes. El aumento de la producción de investigación desde 2020 se puede atribuir a varios factores:

- La maduración de las tecnologías de *big data*.
- Mayor potencia computacional.
- La creciente demanda de soluciones sanitarias digitales tras la pandemia de COVID-19,
- La aceptación generalizada de los sistemas de apoyo a las decisiones clínicas, a pesar de las consideraciones éticas y regulatorias en curso.

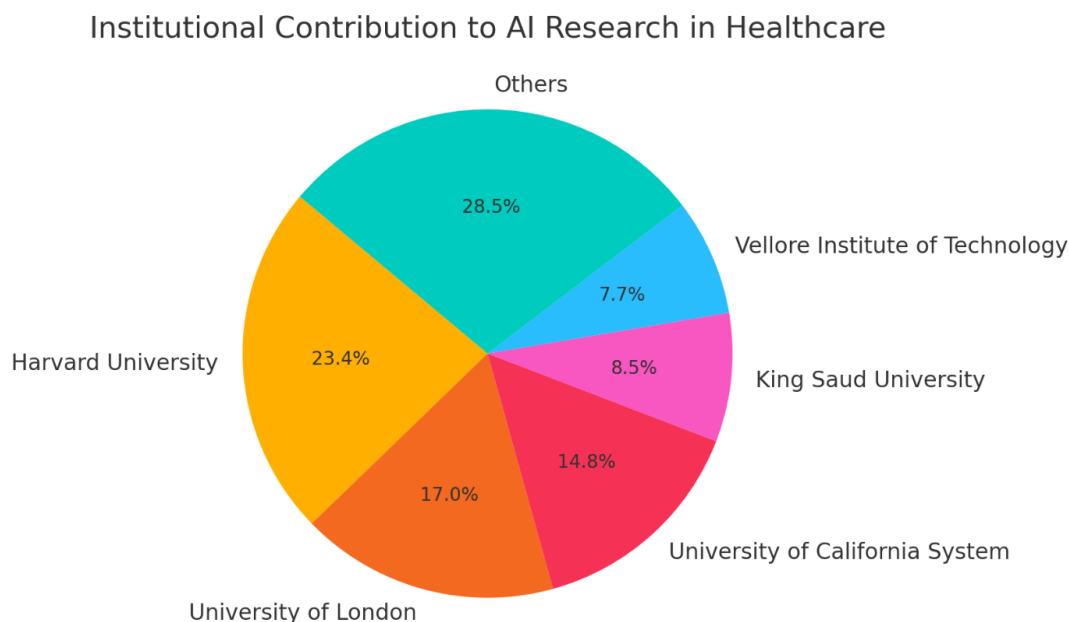
Estos patrones se alinean con estudios bibliométricos anteriores sobre IA en el contexto de la atención a la salud.^{4,23}

Otro aspecto clave del análisis bibliométrico es la evaluación del rendimiento de investigación de las

instituciones. El conjunto de datos revela que la Universidad de Harvard, la Universidad de Londres y el Sistema de Universidades de California están entre los principales contribuyentes en este campo. La dominancia de las instituciones de Estados Unidos y el Reino Unido puede atribuirse a sólidas oportunidades de financiación y a las extensas redes académicas presentes en estos países.

Los resultados institucionales se perfilaron a continuación para comprender el liderazgo organizativo en el ámbito de las publicaciones sobre salud en relación a la IA (Figura 3). La presencia de la Universidad King Saud y el Instituto de Tecnología Vellore subraya la ampliación de la participación geográfica más allá de los centros tradicionales. La interpretación debe considerar las opciones de agregación documentadas en el preprocesamiento (estandarización del nombre de la institución) y el criterio de selección utilizado para el gráfico (Las 5 principales instituciones aparte; el resto agrupado como “Otras”).

Figura 3. Contribución institucional a la investigación de IA en el sector salud



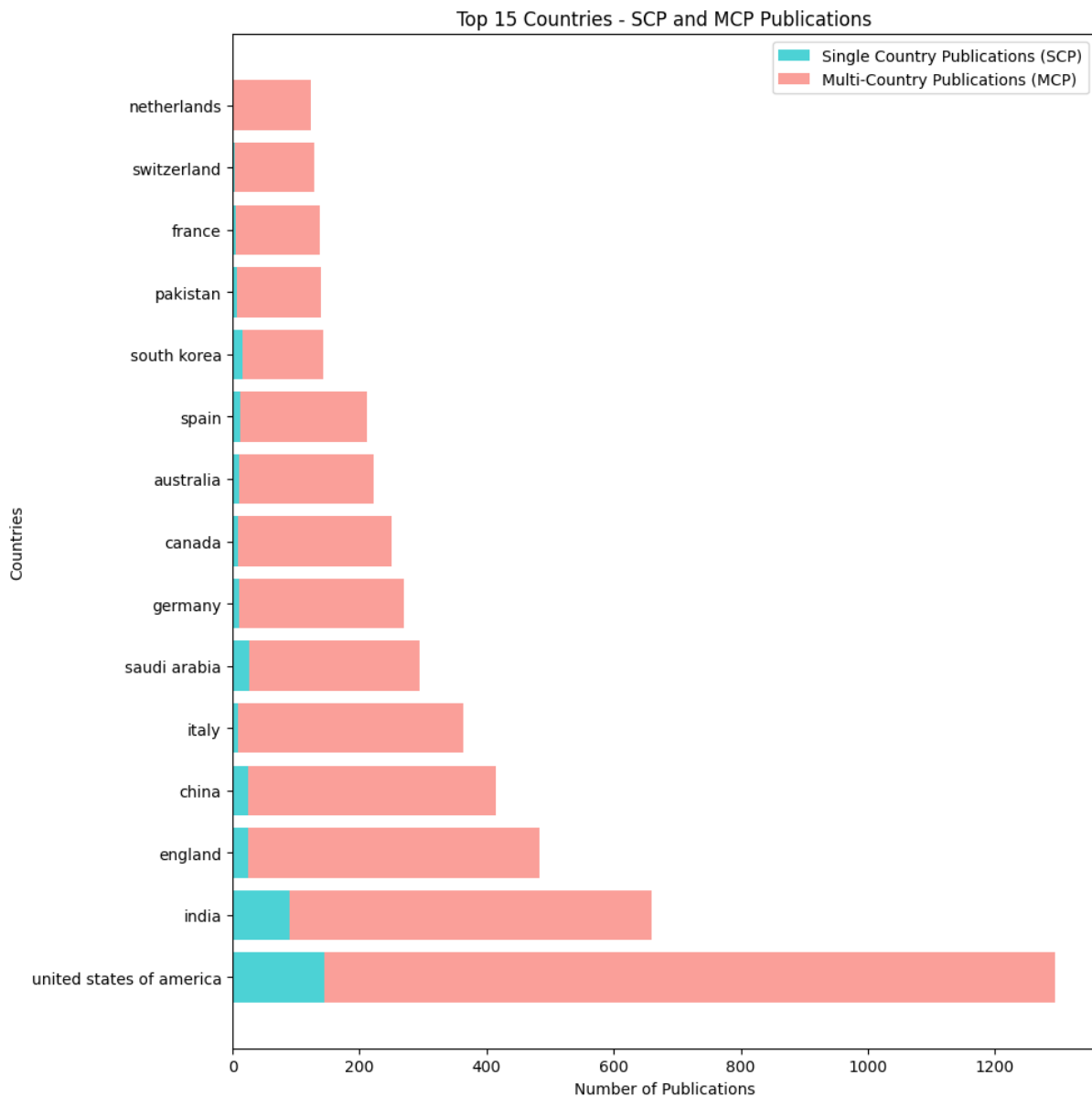
Fuente: Análisis de los autores basado en Web of Science (consulta: 10 de marzo de 2025).

Nota: Las participaciones reflejan la proporción de artículos por institución entre las 5 principales; la sección *otros* agrupa las instituciones restantes.

La actividad a nivel de país y la intensidad de la colaboración se analizaron utilizando publicaciones de un solo país (SCP) y publicaciones de varios países (MCP) (Figura 4). Estados Unidos lidera la producción general y actúa como un gran centro de colaboración, mientras que India, Reino Unido, China e Italia también muestran una fuerte actividad. La interpretación de SCP junto con MCP

destaca patrones estructurales: la alta producción con un bajo MCP% sugiere liderazgo concentrado en el país, mientras que la producción modesta con un alto MCP% indica visibilidad dependiente de la colaboración. Para mayor claridad, la figura informa de la SCP absoluta y para el MCP se usa la expresión $MCP\% = MCP / Total$ para cada país.

Figura 4. Valores SCP y MCP de los 15 primeros países



Fuente: Análisis de los autores basado en *Web of Science* (consulta: 10 de marzo de 2025).

Nota: Teal = SCP; Salmón = MCP. Las etiquetas muestran MCP%. Recuento completo a partir de los campos de dirección; selección = Top 15 países por total de publicaciones.

Reports, Healthcare y BMC Medical Informatics and Decision Making indican la creciente huella dentro de la informática médica. Los recuentos representan el número de artículos en el conjunto de datos, no los totales de citas; por lo tanto, la redacción en el texto y el subtítulo enfatiza la frecuencia de publicación en lugar de “la más citada”.

Jurnal	frekans
bmj open	36
international journal of medical informatics	39
bmc medical informatics and decision making	40
healthcare	44
scientific reports	48
applied sciences-basel	53
sensors	56
diagnostics	62
cureus journal of medical science	93
ieee access	107

Nota: Las barras muestran el número de artículos del conjunto de datos por diario (no el recuento de citas).

[illegible]

Nota: Los términos se normalizaron como se describe en preprocesamiento; se eliminaron las palabras de interrupción; tamaño de letra proporcional a frecuencia.

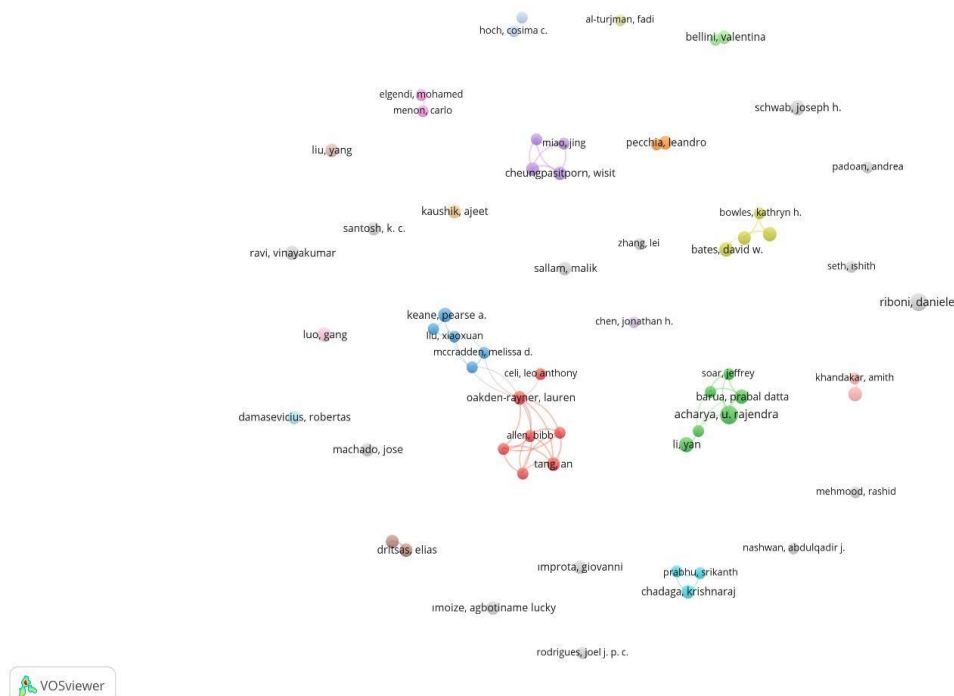
La relevancia de las palabras clave y los temas emergentes se resumieron a través de una nube de palabras (Figura 6) para obtener una vista de conjunto. Los términos de alta frecuencia incluyen inteligencia artificial, aprendizaje automático, aprendizaje profundo, atención sanitaria, sistema de apoyo a la toma de decisiones clínicas, Internet de las cosas y COVID-19. La creciente presencia de modelos de lenguaje de gran tamaño (por ejemplo, ChatGPT) y de la IA explicable (XAI) señala la atención a sistemas confiables e interpretables; sin embargo, la interpretación depende de la red de co-ocurrencia más rigurosa, en la Figura 8.

Los patrones de colaboración del autor revelan comunidades de coautoría agrupadas (Figura 7). Las figuras centrales incluyen Tang, Allen Bibb, Celi y Oakden-Rayner, que reflejan redes activas en IA clínica, radiología e imágenes. Los tamaños de

nodo indican la fuerza total del enlace; los colores denotan cúmulos. Los resultados deben leerse junto con los umbrales de inclusión documentados antes para evitar la atribución errónea de apellidos comunes.

El mapeo de coocurrencia de palabras clave identifica siete cúmulos temáticos que estructuran el campo (Figura 8). Una tríada principal formada por la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo se conecta con subdominios como la telemedicina, los macrodatos y los registros médicos electrónicos. Temas más recientes —IA explicable, ética y grandes modelos lingüísticos— aparecen en cúmulos más recientes, indicando un cambio hacia la confianza, la gobernanza y las herramientas basadas en el lenguaje.

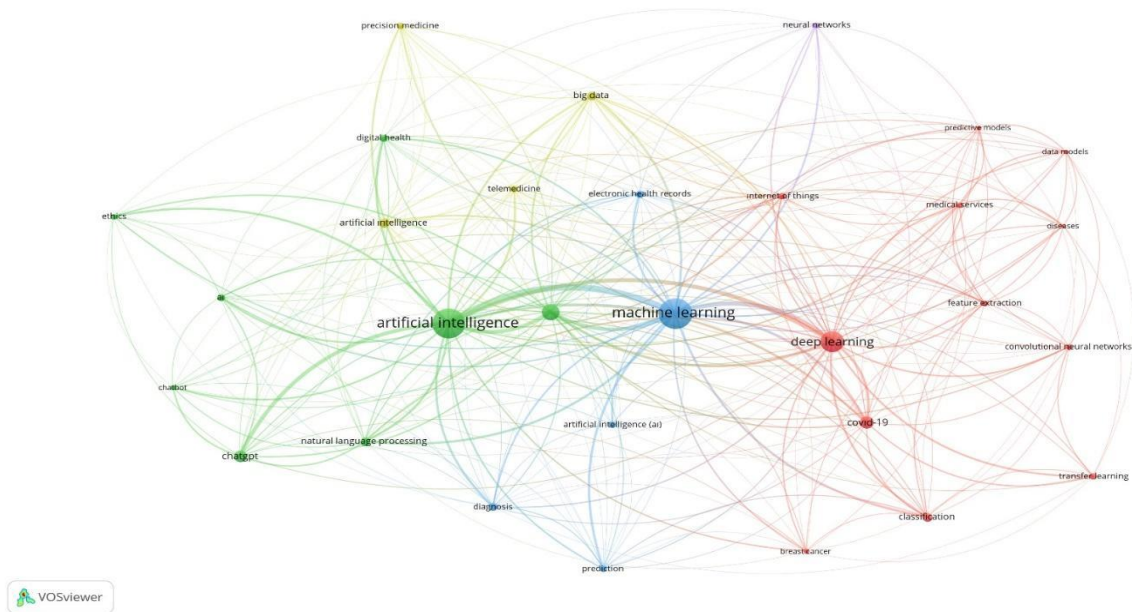
Figura 7. Red de colaboración del autor (coautoría)



Fuente: VOSviewer; datos de WoS (extracción: 10 de marzo de 2025).

Nota: recuento completo; etiquetas colocadas automáticamente; la desambiguación de identidad siguió el protocolo de preprocesamiento.

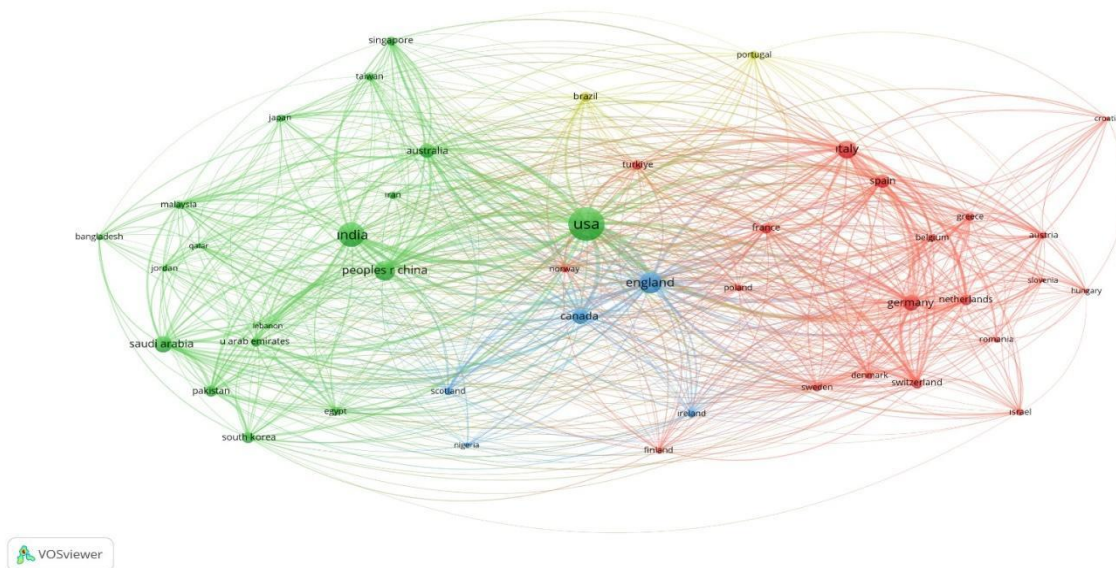
Figura 8. Análisis de red de palabras clave (co-ocurrencia)



Fuente: VOSviewer; datos de Web of Science (consulta: 10 de marzo de 2025).

Nota: Recurrencias mínimas de palabras clave = 5; normalización = fuerza de asociación; agrupación = Louvain (resolución = 1.0); k = 7.

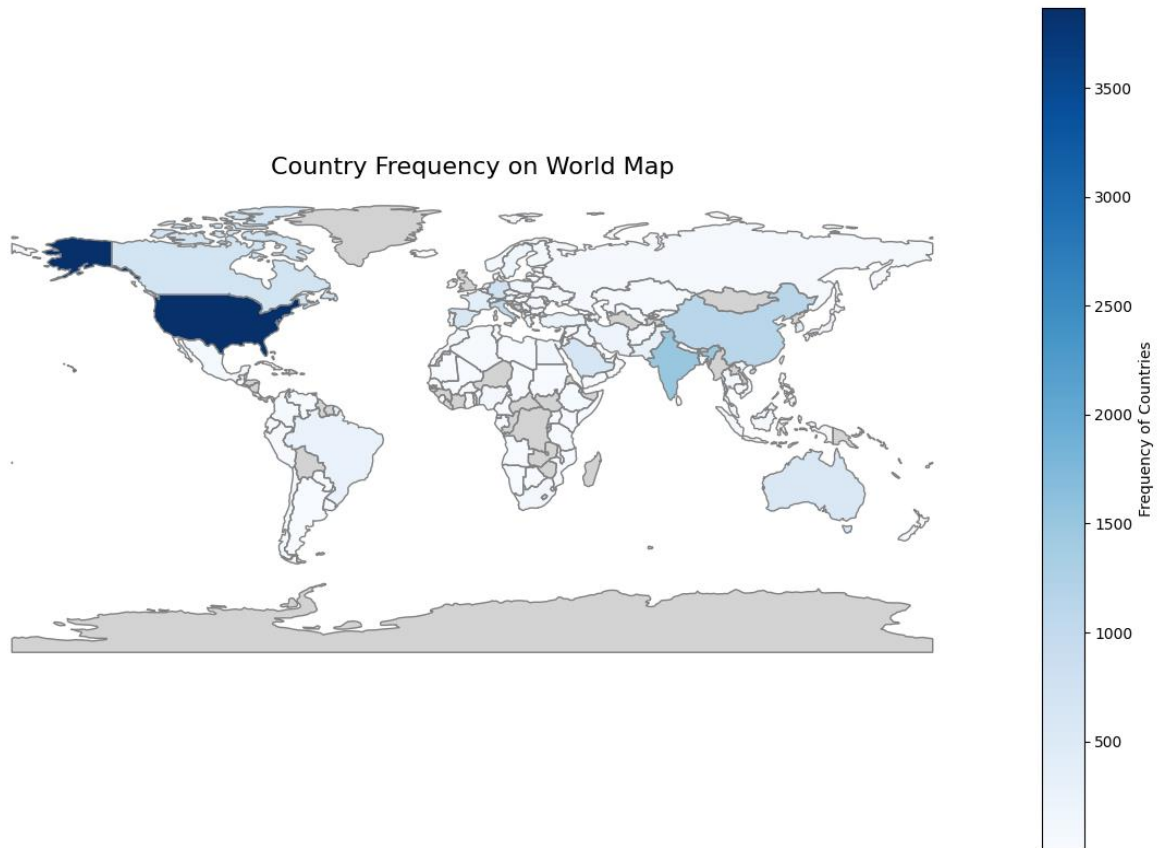
Figura 9. Mapa de colaboración de países (coautoría por dirección)



Fuente: VOSviewer; datos de WoS (extracción: 10 de marzo de 2025).

Nota: Cuenta completa; los bordes están ponderados por publicaciones coautorizadas; los colores indican cúmulos de Louvain.

Figura 10. Densidad de publicación por país (1992–2025)



Fuente: Visualización de Geopandas de los campos de dirección de WoS (extracción: 10 de marzo de 2025).

Nota: El recuento completo; la leyenda muestra el recuento de artículos en el conjunto de datos.

La red de colaboración de países muestra un componente denso centrado en Estados Unidos, con un prominente clúster basado en Asia liderado por la India y China y un clúster europeo altamente interconectado (Figura 9). Las densidades de enlaces reflejan la coproducción repetida a través de las fronteras. La lectura de esta red junto con la Figura 4 aclara cómo la intensidad de la colaboración (MCP%) varía con el rendimiento general.

Un mapa de coropletas resume la densidad de publicación por país (Figura 10). Los tonos más oscuros corresponden a conteos más altos, con Estados Unidos, India, China y el Reino Unido destacando. Debido a que se utiliza un recuento completo, los artículos de varios países contribuyen a cada país participante; por lo tanto, los conteos

absolutos deben interpretarse con esta advertencia en mente.

Los análisis realizados revelan que las aplicaciones de IA y *machine learning* en la atención a la salud han ganado un impulso notable en los últimos años. Basándose en los datos bibliométricos, se pueden extraer las siguientes conclusiones clave:

Liderazgo estadounidense y colaboraciones globales

Estados Unidos lidera tanto en publicaciones de un solo país (SCP) como en publicaciones multinacionales (MCP), confirmando su dominio en la capacidad de investigación y financiación en este campo. Mientras tanto, India y China están emergiendo como contribuyentes en rápido

crecimiento, respaldados por una creciente colaboración internacional.

El papel líder de la Universidad de Harvard y la Universidad de Londres proviene de un alto número de publicaciones, impulsadas en gran medida por sus facultades de medicina y centros de investigación centrados en la informática orientada a la salud.

Integración de aprendizaje automático y aprendizaje profundo

Tanto los métodos de *machine learning* (ML) como los de *deep learning* (DL) se están adoptando cada vez más en el análisis de imágenes médicas y procesamiento de registros de pacientes. Un ejemplo reciente de esta tendencia es el uso extendido de modelos de *deep learning* en el diagnóstico de COVID-19.

Tendencia emergente: ChatGPT y consideraciones éticas

La creciente presencia de términos como ChatGPT y modelos de lenguaje de gran tamaño en la literatura destaca el papel creciente del análisis de texto impulsado por IA, su influencia sobre las interacciones entre paciente y médico y los sistemas de apoyo a las decisiones clínicas. Además, las discusiones sobre “IA explicable”, “transparencia” y “ética” han ganado relevancia.

Preferencias de revistas y plataformas de publicación rápida

La popularidad de revistas de acceso abierto y de revisión rápida por pares como *IEEE Access* y *Cureus* refleja la creciente preferencia de los investigadores por una difusión más rápida de sus hallazgos a un público más amplio.

En general, la investigación sobre la IA y el aprendizaje automático en la atención a la salud ha ganado un impulso significativo tanto en los sectores académicos como industriales. Se espera que los estudios futuros se centren en la privacidad de datos, ética, marcos legales y la inteligibilidad de la IA. Además, la creciente participación de instituciones del Sur Global, aunque aún relativamente limitada, destaca la necesidad de

fortalecer la inclusión y abordar las desigualdades estructurales en la investigación global sobre IA y salud. El continuo aumento de colaboraciones internacionales y el desarrollo de equipos multidisciplinarios mejorarán aún más la diversidad, calidad e impacto de las publicaciones en este campo.

Conclusión

Este estudio proporciona un análisis exhaustivo de publicaciones centradas en aplicaciones de inteligencia artificial (IA), *machine learning* (ML) y aprendizaje profundo (DL) en la atención sanitaria a través del análisis bibliométrico y el análisis de red VOSviewer. Al evaluar 4,637 publicaciones de la base de datos de *Web of Science* entre 1992 y 2025, se han identificado hallazgos clave.

A lo largo de los años, la investigación en IA, ML y DL en relación a la atención a la salud ha mostrado un aumento exponencial, especialmente después de 2010, impulsada por los avances en la informática clínica y las tecnologías de IA médica. El año de máxima publicación de 2024 destaca el creciente interés en este dominio.

Descubrimientos clave

Instituciones: las instituciones líderes como la Universidad de Harvard (incluidas sus Asociaciones Médicas) y la Universidad de Londres han desempeñado un papel dominante en la producción de investigaciones. Esto subraya la importancia de los ecosistemas de investigación multidisciplinarios y el fuerte apoyo financiero dentro de estas universidades.

Países: Estados Unidos sigue siendo el líder mundial en la investigación en salud sobre la base de la IA, mientras que India, Reino Unido, China e Italia también han mostrado contribuciones crecientes tanto en publicaciones de un solo país (SCP) como en publicaciones multinacionales (MCP). Los países asiáticos, especialmente India y China, han ampliado su producción de investigación a través de iniciativas financiadas por el gobierno en medicina e ingeniería.

Tendencias de palabras clave: además de términos clave como “inteligencia artificial”, “aprendizaje automático” y “aprendizaje profundo”, conceptos

emergentes como “COVID-19”, “ChatGPT”, “sistema de apoyo a las decisiones clínicas”, “Internet de las cosas” (IoT) y “big data” reflejan la creciente digitalización de los procesos clínicos y la expansión de los servicios de salud a distancia.

Periódicos: *IEEE Access*, *Cureus* y *Diagnostics* publican con frecuencia investigaciones sobre informática clínica e IA médica. Los artículos publicados en estos periódicos tienden a recibir altas tasas de citación y a obtener una visibilidad rápida.

Red de colaboración de autores: los investigadores centrales de la red se centran principalmente en la IA clínica y la imagen médica, destacando sus contribuciones significativas a estos campos especializados.

Red de coocurrencias de palabras clave: las fuertes conexiones entre “inteligencia artificial”, “aprendizaje automático” y “aprendizaje profundo” demuestran su naturaleza interdependiente. Además, conceptos emergentes como “ChatGPT” e “IA explicable” (XAI) están ganando relevancia.

Red de Colaboración de Países: Estados Unidos sigue siendo el centro central para las colaboraciones globales, mientras que los distintos grupos de investigación euroasiáticos continúan expandiéndose. Países como India, China, Reino Unido e Italia están formando asociaciones de investigación intensivas.

Direcciones futuras

Mejorar el intercambio y la estandarización de datos mejorará la generalización de los hallazgos de investigación.

La adopción de métodos de IA explicable (XAI) en sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas aumentará la confianza entre médicos y pacientes.

Alentar proyectos internacionales facilitará el desarrollo de conjuntos de datos interdisciplinarios y multicéntricos, lo que permitirá aplicaciones de IA más eficaces.

La integración de programas de alfabetización de IA en la educación médica e ingenieril fortalecerá la adaptación sectorial y académica.

Evaluación general

El volumen y el impacto de la investigación de IA sobre la atención a la salud están creciendo continuamente, con colaboraciones interdisciplinarias expandiéndose mundialmente. Sin embargo, la investigación sigue estando distribuida de manera desigual, con participación limitada de instituciones en el sur global, lo que destaca la necesidad de colaboraciones internacionales más inclusivas. Los resultados del estudio indican que este rápido crecimiento continuará, con la medicina personalizada, los servicios a distancia de atención a la salud, la IA explicable y la seguridad de datos volviéndose aún más críticas en el futuro. Se espera que tanto la investigación académica como las aplicaciones industriales creen nuevas oportunidades para la atención al paciente y la salud pública. Por lo tanto, el desarrollo sostenible y multidimensional de la IA en la atención sanitaria dependerá de los esfuerzos colectivos de las partes interesadas, incluidos los académicos, la industria, los organismos reguladores y los profesionales de la salud.

Discusión y recomendaciones

Los análisis bibliométricos y *VOSviewer* realizados en este estudio demuestran un aumento significativo en la aplicación de la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático (ML) y el aprendizaje profundo (DL) en la atención a la salud, especialmente después de 2010. Este crecimiento está impulsado principalmente por el creciente volumen de datos médicos, los avances en la potencia computacional y la creciente demanda de sistemas de apoyo a las decisiones clínicas (CDSS).^{1, 26, 27}

Los hallazgos confirman que Estados Unidos lidera la investigación de IA en el sector sanitario, con instituciones como la Universidad de Harvard, el Sistema de Universidades de California y la Universidad de Stanford desempeñando papeles fundamentales. Este liderazgo se apoya en importantes colaboraciones académicas e industriales, así como en diversas oportunidades de financiación de investigaciones que fomentan estudios interdisciplinarios (Gabriel *et al.*, 2025; Hu *et al.*, 2024).^{3, 48} Además, las colaboraciones internacionales han permitido a Estados Unidos

mantener su dominio en la investigación de IA de alto impacto, fortaleciendo aún más su influencia global en el desarrollo de la IA en el sector salud.^{8,28}

Las preocupaciones sobre la gobernanza y la seguridad de los sistemas de IA en la atención a la salud siguen siendo centrales en los debates en curso. Como destaca Macrae (2019),²⁹ la adopción segura de la inteligencia artificial requiere no solo validación técnica, sino también el establecimiento de marcos regulatorios e institucionales sólidos que garanticen responsabilidad, transparencia y resiliencia frente a posibles riesgos.

Más allá de Estados Unidos, países como la India, el Reino Unido, China e Italia han emergido como contribuyentes clave a la investigación sanitaria impulsada por la IA. La India, por ejemplo, ha demostrado un crecimiento significativo en el aprendizaje automático y el análisis de datos médicos, en gran medida atribuido a su alta población y a las iniciativas de investigación de IA respaldadas por el Estado.^{6,30} Mientras tanto, China se ha convertido en un líder en el análisis de macrodatos, el procesamiento de imágenes médicas y aplicaciones de aprendizaje profundo, con fuertes iniciativas de IA lideradas por el gobierno que fomentan las colaboraciones entre el sector universitario y privado para acelerar la adopción de la IA.^{4,15}

Periódicos como *IEEE Access* y *Cureus* han estado entre los lugares de publicación preferidos, principalmente debido a sus políticas de acceso abierto y procesos rápidos de revisión por pares (Gabriel *et al.*, 2025).³ Además, *Diagnostics and Sensors* ha ampliado su volumen de publicación en aplicaciones para la salud basadas en IA, acelerando la adopción en el mundo real de innovaciones de IA en entornos médicos (Murphy & Fanshawe, 2024).³¹

Aunque este análisis no midió explícitamente las preocupaciones éticas y legales, la creciente frecuencia de términos como “ética” e “inteligencia artificial explicable (XAI)” destaca la creciente importancia en torno a la transparencia y la equidad de la IA en la atención sanitaria.^{8,32} Las preocupaciones sobre la privacidad relacionadas con el procesamiento de datos de pacientes, la transparencia para la toma de decisiones basada en

la IA y los problemas relacionados con sesgos se están convirtiendo en temas clave en la investigación contemporánea sobre la IA.^{33,29} Se espera que estudios futuros den más énfasis a estas consideraciones éticas, convirtiéndolas en una parte integral de la investigación sobre informática en salud y las discusiones sobre política pública.³⁴

La calidad y la diversidad de los conjuntos de datos desempeñan un papel crucial en la determinación de la eficacia de los modelos de IA. La estandarización de los conjuntos de datos médicos en todos los países e instituciones sanitarias mejoraría la generalizabilidad y la robustez de las soluciones basadas en IA.^{1,35} Además, la IA explicable (XAI) es crucial para aumentar la confianza de los clínicos sobre los sistemas de apoyo a las decisiones basados en IA.^{3,11} Técnicas como mecanismos de atención, análisis de la importancia de las características y el modelado interpretable deben integrarse en los flujos de trabajo clínicos para mejorar la transparencia y visibilizar la responsabilidad.^{36,37}

Actualmente, muchos modelos de IA se validan utilizando cohortes limitadas de pacientes, lo que limita su generalizabilidad.⁴ Los ensayos clínicos a largo plazo y multisitio entre diversos grupos demográficos son esenciales para evaluar la eficacia de la IA en el mundo real.^{38,39} Además, las barreras legales y éticas al intercambio de datos a menudo obstaculizan los proyectos de IA a gran escala, limitándolos a implementaciones regionales. Sin embargo, los consorcios internacionales de investigación en IA, como Horizon 2020 (H2020) en la Unión Europea y las colaboraciones conjuntas EE.UU. - U.E., podrían facilitar las innovaciones sanitarias impulsadas por la IA al permitir marcos de intercambio de datos a gran escala.^{6,40}

Implicaciones futuras y recomendaciones para política pública

La alfabetización de IA en el sector sanitario: la integración de los programas de alfabetización de IA en la formación de profesionales médicos y de salud es esencial para garantizar el uso eficaz y ético de estas tecnologías.^{12,41} Los profesionales de salud, incluidos médicos, enfermeras y administradores médicos, deben desarrollar una comprensión fundamental de los conceptos de IA para aprovechar plenamente su potencial.⁴²

Supervisión remota de pacientes y aplicaciones post pandemia: en la era postpandemia, el papel de la IA en la telemedicina, la supervisión remota de pacientes y el diagnóstico de enfermedades se han expandido significativamente. Herramientas como ChatGPT y otros modelos de lenguaje de gran tamaño se integran cada vez más en la redacción de informes clínicos, las interacciones médico-paciente y el procesamiento de textos médicos.^{1, 26, 43}

El análisis de tendencias temporales y resultados en la salud: muchos estudios recientes destacan los análisis de tendencia sólidos^{44, 45} —por ejemplo, empleando modelos lineales, de punto de unión o no lineales— para detectar cambios en los resultados sanitarios.^{33, 46} A medida que los sistemas sanitarios evolucionan, integrar la IA con datos de series temporales puede ayudar a capturar cambios en la incidencia de enfermedades, el uso de servicios sanitarios y el comportamiento de los pacientes.^{32, 47}

Llenar las brechas de investigación: algunas áreas, como la medicina fetal,²⁸ la atención integrada,³⁰ o dominios especializados como la investigación de biofilmes ortopédicos,³⁸ tienen necesidades y metodologías de datos únicas. Extender las soluciones de IA a estas especialidades de manera enfocada puede avanzar la medicina de precisión y una mayor colaboración.³⁷

Limitaciones

Este estudio tiene varias limitaciones. El conjunto de datos se derivó exclusivamente de la base de datos de la *Web of Science* (WoS), lo que significa que no se incluyeron otras bases de datos como *Scopus*, *IEEE Xplore*, *PubMed* y *Google Scholar*.³¹ Además, los términos de búsqueda utilizados en este estudio (“inteligencia artificial”, “aprendizaje automático”, “aprendizaje profundo” y “salud y herramientas”) podrían haber excluido algunos estudios relevantes que utilizaron terminologías diferentes. El análisis también se limitó a artículos de revistas en inglés revisados por pares, lo que significa que no se incluyeron artículos de conferencias, publicaciones no inglesas y otra literatura gris (van Walraven, 2016;^{33, 49} Sin embargo, con un conjunto de datos que abarca 4,637 publicaciones a lo largo de casi tres décadas, este estudio ofrece una visión general completa y basada

en datos de las tendencias emergentes en la investigación para la salud basada en IA. El trabajo futuro podría ampliar el conjunto de datos integrando otras bases de datos para proporcionar una perspectiva más holística y completa.

La IA y el aprendizaje automático en la atención a la salud continúan expandiéndose a un ritmo sin precedentes, con especial énfasis en el análisis de macrodatos, la imagen médica, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, la supervisión remota de pacientes y la gestión de datos clínicos. Estados Unidos, el Reino Unido, la India y China siguen siendo contribuyentes líderes, mientras que las colaboraciones internacionales están impulsando cada vez más la investigación interdisciplinaria de IA a escala mundial (Badareu *et al.*, 2025; Cohen *et al.*, 2016).^{34, 32}

El futuro de la IA en la atención a la salud se moldeará por las preocupaciones de explicabilidad, ética y privacidad de datos. Abordar estos desafíos es fundamental para construir confianza entre los profesionales de la atención sanitaria y los pacientes, asegurando que la IA se convierta en una herramienta indispensable para los sistemas de atención sanitaria modernos.^{8, 31} A través de esfuerzos colaborativos entre la academia, la industria y los organismos reguladores, el potencial de la IA se ampliará aún más, lo que conducirá a avances revolucionarios en el diagnóstico de enfermedades, la medicina personalizada y la gestión de la salud pública.^{1, 6}

Reflexiones críticas

Si bien este estudio mapea el crecimiento descriptivo y cuantitativo de la IA en la atención a la salud, la investigación futura debe ir más allá de las tendencias bibliométricas para evaluar críticamente el impacto transformador de estas tecnologías. Las preguntas sobre cómo la IA remodela la producción de conocimiento, la autoridad clínica y la división digital entre el norte y el sur global siguen siendo fundamentales para comprender sus implicaciones más amplias. Además, las métricas basadas en la calidad, como la media de citas por artículo, los factores de impacto de las revistas y el índice h, deben integrarse junto con los indicadores basados en el volumen para captar la verdadera influencia de las colaboraciones

globales. Por último, las futuras becas deberían examinar explícitamente cómo la IA impacta el acceso a servicios de salud, a la equidad y a la justicia social, asegurándose de que el progreso tecnológico se alinee con los objetivos de salud pública y contribuya al activismo por la salud colectiva.

Declaración de conflicto de intereses

El autor declara que no tiene conflictos de intereses relacionados con este estudio.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiación de organizaciones públicas, comerciales ni sin fines de lucro.

Contribuciones del autor

Todo el estudio fue realizado exclusivamente por el autor, incluyendo:

- Conceptualización y diseño del estudio
- Recopilación y procesamiento de datos
- Análisis bibliométrico y de red
- Escritura y revisiones del manuscrito. El autor asume plena responsabilidad por el contenido e integridad de esta investigación.

Referencias

- 1 Ali H, Shroff A, Fülöp T, Molnar MZ, Sharif A, Burke B, et al. Artificial intelligence-assisted risk prediction in organ transplantation: a UK live-donor kidney transplant outcome prediction tool. *Ren Fail.* 2025;47(1):2431147.
- 2 Jiang F, Jiang Y, Zhi H, et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc Neurol.* 2017;2(4):230–43. doi:10.1136/svn-2017-000101.
- 3 Gabriel RA, Park BH, Hsu CN, Macias AA. A review of leveraging artificial intelligence to predict persistent postoperative opioid use and opioid use disorder and its ethical considerations. *Curr Pain Headache Rep.* 2025;29(1):30. doi:10.1007/s11916-024-01319-2.
- 4 Guo Y, Hao Z, Zhao S, Gong J, Yang F. Artificial intelligence in health care: bibliometric analysis. *J Med Internet Res.* 2020;22(7):e18228. doi:10.2196/18228.
- 5 Chityala RSR, Bishwakarma S, Shah KM, Pandey A, Saad M. Can artificial intelligence lower the global sudden cardiac death rate? A narrative review. *J Electrocardiol.* 2025;89:153882. doi:10.1016/j.jelectrocard.2025.153882.
- 6 Pontes CD, Netto AV. The use of artificial intelligence algorithms in drug development and clinical trials: a scoping review. *Int J Med Inform.* 2025;195:105798. doi:10.1016/j.ijmedinf.2025.105798.
- 7 Thirunavukarasu AJ, Ting DSJ, Elangovan K, Gutierrez L, Tan TF, Ting DSW. Large language models in medicine. *Nat Med.* 2023;29:1930–40. doi:10.1038/s41591-023-02448-8.
- 8 Lumbiganon S, Chawareb EA, Hammad MAM, Azad B, Shah DL, Yafi FA. Artificial intelligence as a tool for creating patient visit summary: a scoping review and guide to implementation in an erectile dysfunction clinic. *Curr Urol Rep.* 2025;26(1):20. doi:10.1007/s11934-024-01237-1.
- 9 Bullock J, Luccioni A, Pham KH, Lam CSN, Luengo-Oroz M. Mapping the landscape of artificial intelligence applications against COVID-19. *J Artif Intell Res.* 2020;69:807–45. doi:10.1613/jair.1.12162.
- 10 Char DS, Shah NH, Magnus D. Implementing machine learning in health care—addressing ethical challenges. *N Engl J Med.* 2018;378(11):981–3. doi:10.1056/NEJMp1714229.
- 11 Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25:44–56. doi:10.1038/s41591-018-0300-7.
- 12 Wang ZD. Ingestible electrochemical sensors: emerging tools for gastrointestinal disease detection and monitoring. *Int J Electrochem Sci.* 2025;20(3):100952. doi:10.1016/j.ijoes.2025.100952.
- 13 van Eck NJ, Waltman L. How to normalize co-occurrence data? An analysis of some well-known similarity measures. *J Am Soc Inf Sci Technol.* 2009;60(8):1635–51. doi:10.1002/asi.21075.
- 14 van Eck NJ, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics.* 2010;84(2):523–38. doi:10.1007/s11192-009-0146-3.
- 15 Aung YYM, Wong DCS, Ting DSW. The promise of artificial intelligence: a review of the opportunities and challenges of artificial intelligence in healthcare. *Br Med Bull.* 2021;139(1):4–15. doi:10.1093/bmb/ldab016.
- 16 Aung YN, Fischer M, Wills B. Bibliometric analysis of global artificial intelligence research in healthcare. *BMJ Health Care Inform.* 2021;28(1):e100435. doi:10.1136/bmjhci-2020-100435.
- 17 Ravi D, Wong C, Deligianni F, Berthelot M, Andreu-Perez J, Lo B, et al. Deep learning for health

- informatics. IEEE J Biomed Health Inform. 2017;21(1):4–21. doi:10.1109/JBHI.2016.2636665.
- 18 Donthu N, Kumar S, Mukherjee D, Pandey N, Lim WM. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. J Bus Res. 2021;133:285–96. doi:10.1016/j.jbusres.2021.04.070.
- 19 Donthu N, Kumar S, Pattnaik D. Forty-five years of Journal of Business Research: a bibliometric analysis. J Bus Res. 2020;109:1–14. doi:10.1016/j.jbusres.2019.10.039.
- 20 Olczak J, Pavlopoulos J, Prussia PR, Fente M. Presenting artificial intelligence, deep learning, and machine learning studies to clinicians and healthcare stakeholders: an introductory reference with a guideline and a Clinical AI Research (CAIR) checklist proposal. Acta Orthop. 2021;92(4):513–25. doi:10.1080/17453674.2021.1918389.
- 21 Aghaei Chadegani A, Salehi H, Yunus MM, Farhadi H, Fooladi M, Farhadi M, et al. A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. Asian Soc Sci. 2013;9(5):18–26. doi:10.5539/ass.v9n5p18.
- 22 Olczak J, Fahlberg N, Maki A, Razavian N, Jilert A, Stark A, et al. Artificial intelligence for analyzing orthopedic trauma radiographs: deep learning algorithms—are they on par with humans for diagnosing fractures? Acta Orthop. 2017;88(6):581–6. doi:10.1080/17453674.2017.1344459.
- 23 Aung IC, Guo JM, Lin WC, Fang JT. Development of nonverbal communication behavior model for nursing students based on deep learning facial expression recognition technology. Cogent Educ. 2025;12(1):2448059. doi:10.1080/2331186X.2024.2448059.
- 24 Aria M, Cuccurullo C. Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. J Informetr. 2017;11(4):959–75. doi:10.1016/j.joi.2017.08.007.
- 25 Li H, Zhang N, Du YN, et al. Google Trends applications for COVID-19 pandemic: a bibliometric analysis. Digit Health. 2025;11:20552076241310055. doi:10.1177/20552076241310055.
- 26 Afwina HT, Adi MS, Widjanarko B. Tuberculosis *prevention* treatment trend related to COVID-19 pandemic in Asia during 2016–2021: a secondary data analysis. J Health Res. 2024;38:S15–S23. doi:10.1080/0886022X.2024.2431147.
- 27 Greaney ML, Cohen SA, Blissmer BJ, Earp JE, Xu F. Age-specific trends in health-related quality of life among US adults: findings from National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2016. Qual Life Res. 2019;28(12):3249–57. doi:10.1007/s11136-019-02280-z.
- 28 Dhombres F, Bodenreider O. Trends in fetal medicine: a 10-year bibliometric analysis of prenatal diagnosis. Stud Health Technol Inform. 2017;245:853–7. doi:10.3233/978-1-61499-830-3-853.
- 29 Macrae C. Governing the safety of artificial intelligence in healthcare. BMJ Qual Saf. 2019;28(6):495–8. doi:10.1136/bmjqs-2019-009484
- 30 Zhong L, Liang Z, Yan Z. Current performance and future trends of integrated care: a scientometric analysis. Int J Integr Care. 2018;18(S1):A112,1–8. doi:10.5334/ijic.s1112.
- 31 Murphy J, Fanshawe TR. Evidence for differences in patterns of temporal trends in meta-analyses of diagnostic accuracy studies in the Cochrane Database of Systematic Reviews. J Clin Epidemiol. 2024;174:111472. doi:10.1016/j.jclinepi.2024.111472.
- 32 Cohen JF, Korevaar DA, Bossuyt PM, et al. Meta-epidemiologic study showed frequent time trends in summary estimates from meta-analyses of diagnostic accuracy studies. J Clin Epidemiol. 2016;77:60–7. doi:10.1016/j.jclinepi.2016.04.013.
- 33 van Walraven C. The impact of improved population life expectancy in survival trend analyses of specific diseases. Health Serv Res. 2016;51(4):1632–43. doi:10.1111/1475-6773.12436.
- 34 Badareu G, Carstina S, Circiumaru D, et al. What is the current status of research on the impact of digitalization in medicine? A bibliometric analysis. Healthcare. 2025;13(2):93. doi:10.3390/healthcare13020093.
- 35 Wang P, Xu Q, Cao RR, Deng FY, Lei SF. Global public interests and dynamic trends in osteoporosis from 2004 to 2019: infodemiology study. J Med Internet Res. 2021;23(7):e25422. doi:10.2196/25422.
- 36 Krusinska E, Liebhart J, Wozniak M. Robust trend analysis in predicting histamine provocation concentration. Methods Inf Med. 1991;30(2):102–7. doi:10.1055/s-0038-1634829.
- 37 Luo JZ, Yang ZY, Liao XY, et al. Emerging trends in tele dermatology research: a scientometric analysis from 2002 to 2021. Telemed J E Health. 2024;30(2):393–403. doi:10.1089/tmj.2023.0101.
- 38 Bae EB, Nam S, Ahn SJ, et al. Network analysis for estimating standardization trends in genomics using MEDLINE. BMC Med Res Methodol. 2022;22(1):263. doi:10.1186/s12874-022-01740-4.
- 39 Han G, Spencer MS, Ory MG, et al. Group-based trajectory analysis identifies varying diabetes-related cost trajectories among type 2 diabetes patients in Texas: an empirical study using commercial insurance. BMC Health Serv Res. 2023;23:1153. doi:10.1186/s12913-023-10118-1.
- 40 Ferdinand R, Haque S. Joinpoint analysis of trends in SEER lung and bronchus cancer incidence. In:

- METMBS'03: Proc Int Conf Math Eng Techn Med Biol Sci. 2003. p. 288–93.
- 41 Lemke MK, Akinlotan M, Yang Y, Drake SA. Rural-urban, age, and gender disparities and trends in suicide and homicide: multistate evidence across 12 years. *J Rural Health*. 2022;38(4):754–63. doi:10.1111/jrh.12670.
- 42 Charow R, Jeyakumar T, Younus S, et al. Artificial intelligence education programs for health care professionals: scoping review. *JMIR Med Educ*. 2021;7(4):e31043. doi:10.2196/31043.
- 43 Sharma M, Sharma S. The rising number of COVID-19 cases reflecting growing search trend and concern of people: a Google trend analysis of eight major countries. *J Med Syst*. 2020;44(7):135. doi:10.1007/s10916-020-01633-5.
- 44 Kang MA, Lee SK. Exploring the knowledge structure and trends for severe COVID-19 risk factors using text network analysis. *Stud Health Technol Inform*. 2024;310:1466–7. doi:10.3233/SHTI231247.
- 45 Golinelli D, Bucci A, Fantini MP, et al. Real and predicted mortality under health spending constraints in Italy: a time trend analysis through artificial neural networks. *BMC Health Serv Res*. 2018;18:671. doi:10.1186/s12913-018-3473-3.
- 46 Ilic I, SipeticGrujicic S, Grujicic J, et al. Long-term trend of liver cancer mortality in Serbia, 1991–2015: an age-period-cohort and joinpoint regression analysis. *Healthcare*. 2020;8(3):283. doi:10.3390/healthcare8030283.
- 47 Hamadi HY, Zhao M, Haley DR, Xu J, Paryani S, Spaulding A. Observational trends in publicly reported quality measures of Hospital Outpatient Quality Reporting Program, 2013–2019. *J Ambul Care Manag*. 2022;45(3):202–11. doi:10.1097/JAC.0000000000000416.
- 48 Hu ZY, Yin XB, Liao X, et al. Global trends in orthopedic biofilm research: a bibliometric analysis of 1994–2022. *J MultidiscipHealthc*. 2024;17:3057–69. doi:10.2147/JMDH.S465632.
- 49 Saniei R, Zangiabadi A, Sharifikia M, Ghavidel Y. Air quality classification and its temporal trend in Tehran, Iran, 2002–2012. *Geospat Health*. 2016;11(2):213–20. doi:10.4081/gh.2016.442



Social Medicine

Health For All

ISSN: 1557-7112