



Universidad de Ciencias Médicas de La Habana
Facultad de Tecnología de la Salud

Jornada Científica Estudiantil

Tendencias y perspectivas de las investigaciones sobre Blockchain en ciencias de la salud: análisis bibliométrico en Scopus

*Trends and prospects of Blockchain research in health
sciences: bibliometric analysis in Scopus*

Autores:

Carlos Rafael Araujo Inastrilla ¹

Adrián Alejandro Vitón Castillo ²

Tutoras:

Dr.C. Dayami Gutierrez Vera

Dr.C. Mayelin Llosa Santana

La Habana

2023

¹ Estudiante de Sistemas de Información en Salud. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad de Tecnología de la Salud. La Habana, Cuba.

² Estudiante de Medicina. Universidad de Ciencias Médicas de Pinar del Río. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Ernesto Che Guevara de la Serna". Pinar del Río, Cuba.

RESUMEN

Introducción: la tecnología Blockchain ha sido catalogada como una de las tecnologías más disruptivas, que ha generado gran interés en el área de las ciencias médicas por sus múltiples aplicaciones. Un análisis métrico de la producción científica permitiría evaluar el estado actual de las investigaciones concernientes al tema, e identificar las tendencias y áreas de interés, así como necesidades en el conocimiento. **Objetivo:** caracterizar la producción científica indexada en Scopus sobre Blockchain en ciencias de la salud, desde el 2012 hasta el 2021. **Método:** se realizó estudio bibliométrico de la producción científica relacionada con la tecnología Blockchain en ciencias de la salud, indexada en Scopus en el período de 2012 a 2021. Se emplearon indicadores bibliométricos de productividad, impacto y colaboración. Se recurrió a las herramientas SciVal, VOSviewer y Microsoft Excel para el procesamiento y presentación de la información. **Resultados:** entre 2012 y 2021, se publicaron 1543 artículos sobre Blockchain en ciencias de la salud, con un promedio de 14,9 citas por publicación. La producción científica aumentó hasta 2021, al igual que la cantidad de autores, mientras que la colaboración internacional fluctuó. Los términos más frecuentes relacionados con Blockchain fueron internet de las cosas, contratos inteligentes y criptografía. India, China y Estados Unidos lideraron las colaboraciones y predominaron los autores de origen asiático. **Conclusiones:** La producción científica sobre Blockchain en salud ha crecido por su potencial transformador en sistemas sanitarios, con interés en seguridad y trazabilidad de datos médicos.

Palabras clave: Blockchain; Bibliometría; Ciencias de la Salud; Producción Científica.

ABSTRACT

Introduction: Blockchain technology has been catalogued as one of the most disruptive technologies, which has generated great interest in the area of medical sciences due to its multiple applications. A metric analysis of the scientific production would allow to evaluate the current state of research concerning the topic, and to identify trends and areas of interest, as well as knowledge needs. **Objective:** to characterize the scientific production indexed in Scopus on Blockchain in health sciences, from 2012 to 2021. **Method:** a bibliometric study of the scientific production related to Blockchain technology in health sciences, indexed in Scopus in the period from 2012 to 2021, was carried out. We used bibliometric indicators of productivity, impact and collaboration. SciVal, VOSviewer and Microsoft Excel tools were used to process and present the information. **Results:** between 2012 and 2021, 1543 articles were published on Blockchain in health sciences, with an average of 14.9 citations per publication. Scientific production increased until 2021, as did the number of authors, while international collaboration fluctuated. The most frequent Blockchain-related terms were internet of things, smart contracts and cryptography. India, China and the United States led the collaborations and authors of Asian origin predominated. **Conclusions:** Scientific production on Blockchain in healthcare has grown due to its transformative potential in healthcare systems, with interest in security and traceability of medical data.

Keywords: Bibliometric; Blockchain; Health Sciences; Scientific Production.

INTRODUCCIÓN

La informatización de la salud es un proceso que tiene lugar a nivel global y que ha estado en desarrollo en los últimos años. Dicho proceso, de una alta complejidad, centra su objetivo en mejorar la calidad de la atención médica y optimizar la gestión de los datos médicos de los pacientes. En este cometido, es constante la búsqueda de las mejores soluciones, herramientas, tecnologías y metodologías para la sostenibilidad de la informatización en consonancia con las dinámicas actuales.

Los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) refieren que el 47 % de los países del mundo cuenta con historia clínica electrónica, y el 14 % tiene regulado el uso de *small/medium/big data* en el sector salud. ⁽¹⁾ Estas cifras se corresponden con la iniciativa impulsada por la OMS y las Naciones Unidas que consideran en la agenda 2030, la salud digital y la interconexión una vía para garantizar la accesibilidad a los servicios de salud de más de 1000 millones de personas, mediante la transmisión de la *data* en salud. ^(1,2,3)

Las tendencias actuales se encaminan a la medicina orientada al paciente, lo cual requiere la generación de escenarios que permitan compartir y procesar información médica, de forma segura, interoperable y trazable. ⁽⁴⁾ Sobre esta política, se han ejecutado proyectos de investigación que buscan implementar tecnologías emergentes, entre las que destaca *Blockchain*, con el objetivo de encontrar una metodología eficiente para la protección de datos sensibles, como los relacionados con la salud. ⁽³⁾

La tecnología Blockchain ha sido catalogada como una de las tecnologías con mayor grado disruptivo en la última década. Ha transformado el sector financiero, económico y legal. ⁽⁴⁾ Funciona a modo de libro de contabilidad electrónico, similar a una base de datos que se comparte de forma abierta por una gran cantidad de usuarios, grabando todas las transacciones que posteriormente serán revisadas por nodos, sin la posibilidad de modificarlas, debido a que cada cadena está marcada temporalmente, enlazándose con el bloque anterior.

Más allá de las aplicaciones en el soporte al dinero digital, la tecnología de registro distribuido como Blockchain ha generado interés en el sector académico y el productivo. Se han diseñado soluciones para: registro y certificado de

documentos, identificación de individuos, sistema de votación electrónica y registro de valor. ⁽⁴⁾

Es probable que muchas de las cualidades de esta tecnología puedan generar un gran beneficio para ayudar en la problemática presentada en relación al sistema de salud, haciendo más eficientes y transparentes sus procesos. ⁽⁵⁾ Por esto Blockchain se perfila como el soporte tecnológico fundamental para un cuidado de la salud centrado en el paciente. ⁽⁴⁾

Debido a la dinámica de funcionamiento de esta tecnología, resulta factible el almacenamiento de la información de los pacientes de forma segura, inalterable y accesible desde múltiples nodos de manera simultánea. En este sentido, la información dispone de mayor respaldo ante dificultades técnicas, y todos los procesos se producen con eficiencia y transparencia. ⁽³⁾

No obstante, Blockchain no está desprovisto de retos que se deben afrontar. Un uso generalizado de toda la información médica de los pacientes podría ser difícil de procesar, costoso, y de limitada escalabilidad. A la vez, persisten los dilemas éticos, pues un manejo inadecuado podría exponer o violar el derecho de los pacientes a la anonimidad de su registro clínico. ^(6,7)

Ante el análisis que se produce de los aciertos y desaciertos que puede traer consigo la tecnología Blockchain en los sistemas de salud, resulta pertinente la realización de un estudio métrico de la información disponible en las principales fuentes de información científica del mundo. Este análisis permitiría evaluar el estado actual de las investigaciones concernientes al tema, e identificar las tendencias y áreas de interés, así como determinar lagunas en el conocimiento. Un estudio bibliométrico, desde el enfoque de la medición del desarrollo científico ⁽⁸⁾; puede proporcionar información de valor para la toma de decisiones en aquellos sistemas de salud, que sobre la contraposición de los riesgos y beneficios de esta tecnología puedan llevar a cabo la implementación de Blockchain.

Se plantea entonces como problema científico: ¿Cómo ha sido la producción científica en Scopus sobre Blockchain en ciencias de salud? El presente estudio se propone caracterizar la producción científica indexada en Scopus sobre Blockchain en ciencias de la salud, desde el 2012 hasta el 2021.

OBJETIVO

Caracterizar la producción científica indexada en Scopus sobre Blockchain en ciencias de la salud, desde el 2012 hasta el 2021.

MÉTODO

Se realizó estudio bibliométrico de la producción científica relacionada con la tecnología Blockchain en ciencias de la salud, indexada en Scopus en el período de 2012 a 2021. La población del estudio incluyó todas las publicaciones realizadas en este período, para un total de 1543.

Se realizó una búsqueda en Scopus del término «Blockchain» en conjunción con las áreas temáticas: medicina, enfermería, veterinaria, odontología, salud y multidisciplinario. La estrategia de búsqueda empleada para la inclusión de las publicaciones en el estudio se estructuró de la siguiente manera: TITLE-ABS-KEY(Blockchain) AND SUBJAREA (MEDI OR NURS OR VETE OR DENT OR HEAL OR MULT). No se aplicaron filtros, y se incluyeron todos los tipos de documentos y las autocitas.

Se estudiaron indicadores bibliométricos de productividad, impacto y colaboración:

Indicadores de productividad:

- Producción científica: número de publicaciones indexadas.
- Cantidad de autores
- Ley de Lotka: distribución de los autores según la productividad de los mismos.
- Índice de productividad: calculada con la ecuación $IP = \log N$, donde IP es el índice de productividad, y N es la cantidad de publicaciones realizadas por autor. Los autores con $IP = 0$ se consideran pequeños productores, $0 < IP < 1$ medianos productores y con $IP \geq 1$ grandes productores.

Indicadores de impacto:

- Citas
- Promedio de citas por publicación
- *CiteScore*: relación de citas por artículo publicado en un año.
- Prominencia: relevancia del tema en el ámbito científico.

Indicadores de colaboración:

- Colaboración internacional
- Indicadores relacionales: red de coautoría, de colaboración por países, de co-ocurrencia de términos.

Los datos se exportaron de la base de datos bibliográfica en cuestión, y fueron procesados con apoyo de las herramientas SciVal, VOSviewer y Microsoft Excel. Se emplearon técnicas de estadística descriptiva y de análisis de series cronológicas en el procesamiento, presentación e interpretación de los resultados.

RESULTADOS

Durante el período de 2012 a 2021 se realizaron 1543 publicaciones referentes a Blockchain relacionadas con las ciencias de la salud, en sus diferentes disciplinas. Hasta el 2021, se habían registrado 5094 autores con estudios publicados sobre este tema. El 21,5 % de las publicaciones se realizaron en colaboración internacional. Se han realizado 22923 citas a estas publicaciones, y el promedio de citas por artículo es de 14,9.

En el año 2016 se inició la producción acerca de esta temática, la cual se mantuvo en aumento hasta el fin del período. De la misma manera se han visto en aumento la cantidad de autores con publicaciones referentes al tema. En cambio, la colaboración internacional, experimentó fluctuaciones que demuestran que no hay una tendencia en este indicador. Las citas y el promedio de citas tuvieron una tendencia decreciente (Tabla 1).

Tabla 1: Evolución temporal de la producción científica sobre Blockchain en ciencias de salud. Scopus, 2012 – 2021

<i>Año</i>	<i>Producción científica</i>	<i>Cantidad de autores</i>	<i>Colaboración internacional (%)</i>	<i>Citas</i>	<i>Promedio de citas por publicación</i>
2012	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-
2016	6	20	33,3	2706	451
2017	26	71	12,5	2507	96,4
2018	382	1210	21,2	6884	18
2019	283	949	18,6	4744	16,8
2020	351	1193	21,3	3843	10,9
2021	495	1952	23,9	2239	4,5

Se analizó el ajuste de la Ley de Lotka a la distribución de la cantidad de autores según la cantidad de artículo, del top de 500 autores con mayor producción científica, y se comprobó el cumplimiento de la misma. Existió una relación de proporcionalidad exponencial inversa entre el número de autores y las contribuciones que estos realizaron en el período de estudio (Figura 1).

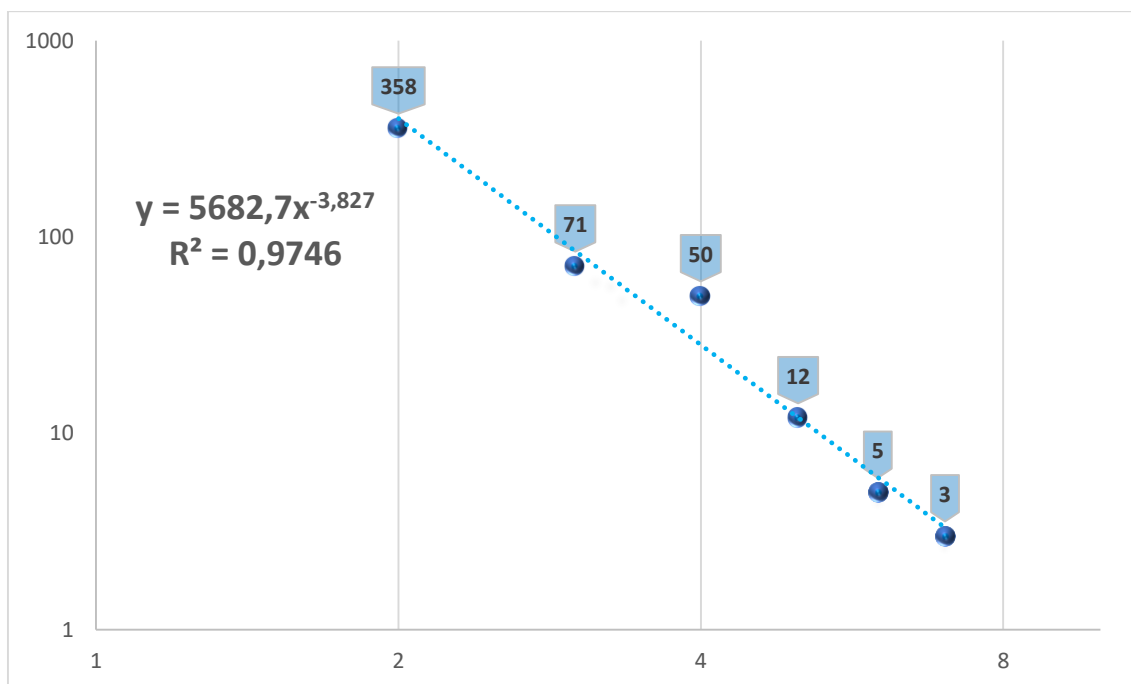


Figura 1. Distribución de Lotka de los 500 autores con mayor producción científica

El índice de productividad de Lotka osciló entre 0,3 y 0,8 para todos los grupos de autores. Por tanto, estos fueron calificados como medianos productores.

Con relación a los indicadores de impacto, el *CiteScore* alcanzó un valor máximo en 2021 (227). En el análisis tendencial realizado a partir del año 2016, este indicador tuvo una tendencia fuerte al crecimiento. Con un coeficiente de determinación de 0,9545; el ajuste de la línea de tendencia es bueno, por lo que el 95 % de las variaciones en el *CiteScore* se explican con las variaciones en el tiempo (Figura 2).

En cuanto a la distribución por cuartiles del *CiteScore*, este tuvo valores más elevados en los cuartiles uno (Q1) y dos (Q2). Estos a su vez, también tuvieron una ligera tendencia al aumento. El cuartil tres (Q3) tuvo mayor impacto en los años 2020 y 2021, con un evidente incremento. El cuartil cuatro (Q4) tuvo un

comportamiento más discreto y estacionario en el *CiteScore* con respecto a los otros (Figura 2).

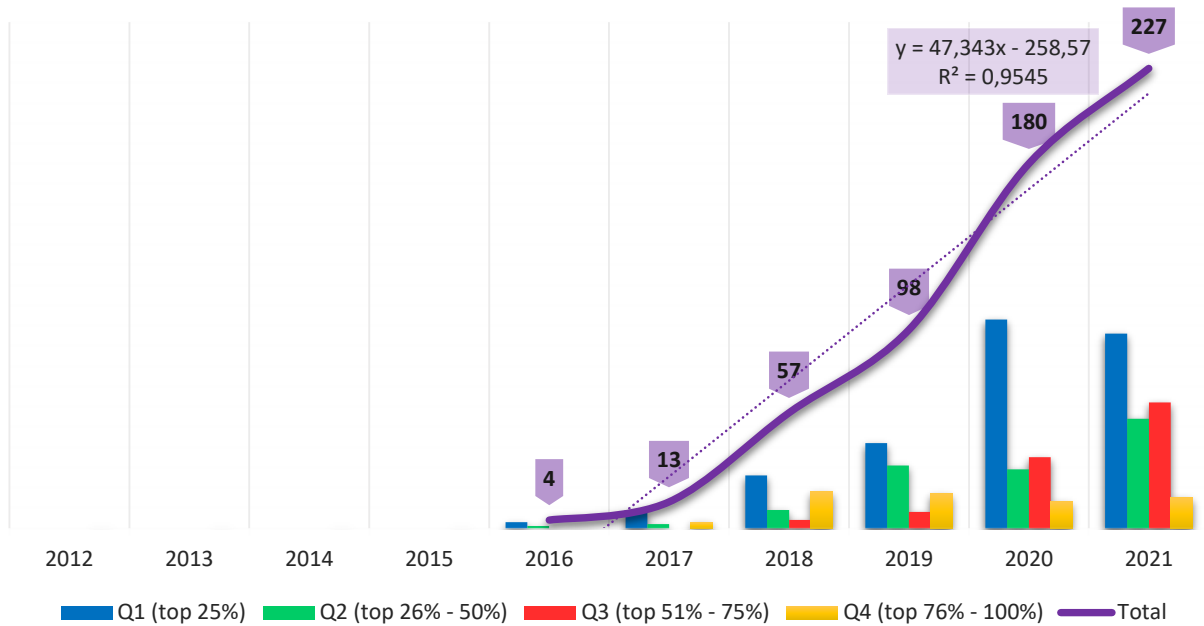


Figura 2. *CiteScore* de las publicaciones en Scopus sobre Blockchain en ciencias de la salud según cuartiles. 2012-2021

Las publicaciones sobre Blockchain en ciencias de la salud, en Scopus han sido más prominentes en las áreas de la ciencia de la computación, las matemáticas y la medicina. En las áreas de la ingeniería y las ciencias sociales esta prominencia tuvo una cuantía menor. La herramienta *SciVal* destacó en la consulta realizada las categorías de matemáticas y ciencias de la computación como las de mayor impacto en cuanto a la cantidad de publicaciones, citas y colaboraciones (figura 3).

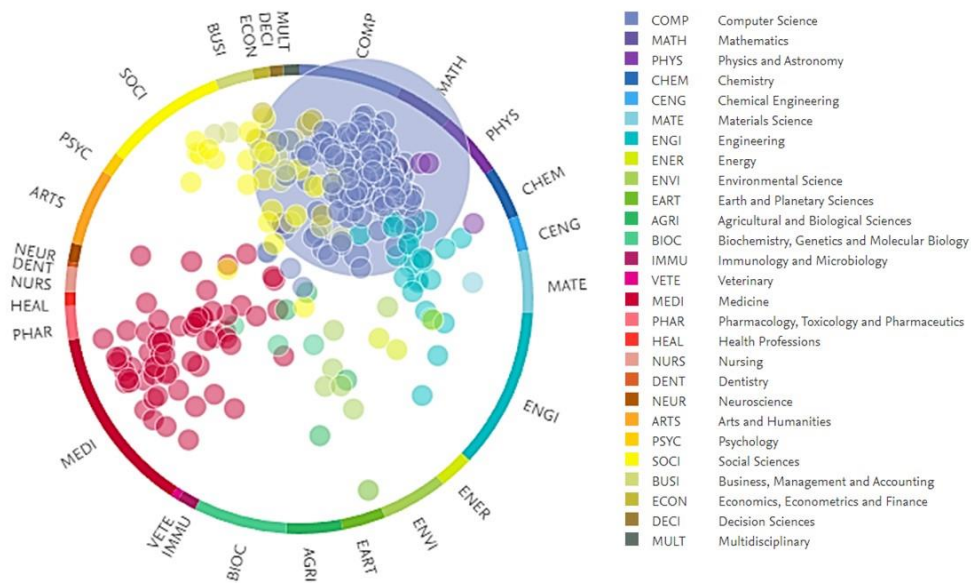


Figura 3. Prominencia de las áreas del conocimiento relacionadas con la producción científica sobre Blockchain en ciencias de salud. Scopus, 2012-2021

En cuanto al análisis de los términos relacionados con Blockchain, fueron más frecuentes los concernientes a internet de las cosas, los contratos inteligentes, redes de seguridad, criptografía, entre otros, agrupados en el cluster rojo. El cluster azul estuvo relacionado con la aplicación del Blockchain a los sistemas de información en salud (registros electrónicos, descentralización de los datos, seguridad). El cluster verde estuvo relacionado con los sistemas sanitarios, la salud pública y las tecnologías. Tanto el verde como el azul tuvieron gran vinculación con el término principal y establecen el término «humano o humanos» como relevante (Figura 4).

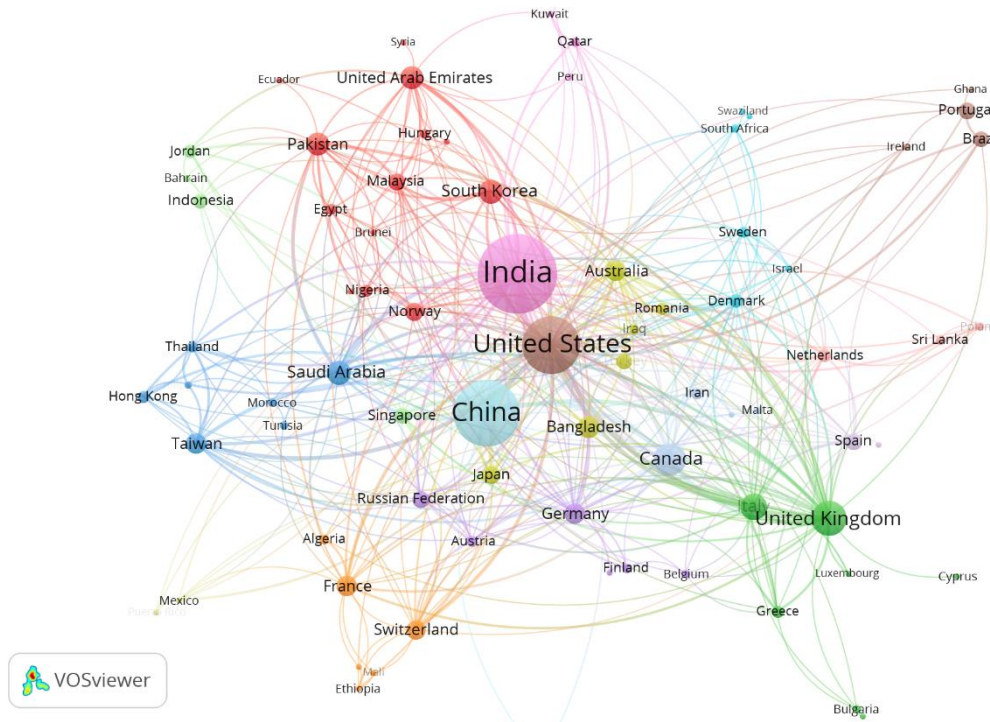


Figura 5. Mapeo de co-ocurrencias según países de la producción científica sobre Blockchain en ciencias de salud. Scopus, 2012-2021

Existió un amplio grupo de autores que realizaron contribuciones acerca del Blockchain y la vinculación a las ciencias de la salud. Predominaron los autores de origen asiático. Se aprecia, además, que algunos cluster mantiene relación con otros cluster mediante autores específicos, que de manera general son los de mayor co-ocurrencia en cada agrupación (Figura 6).

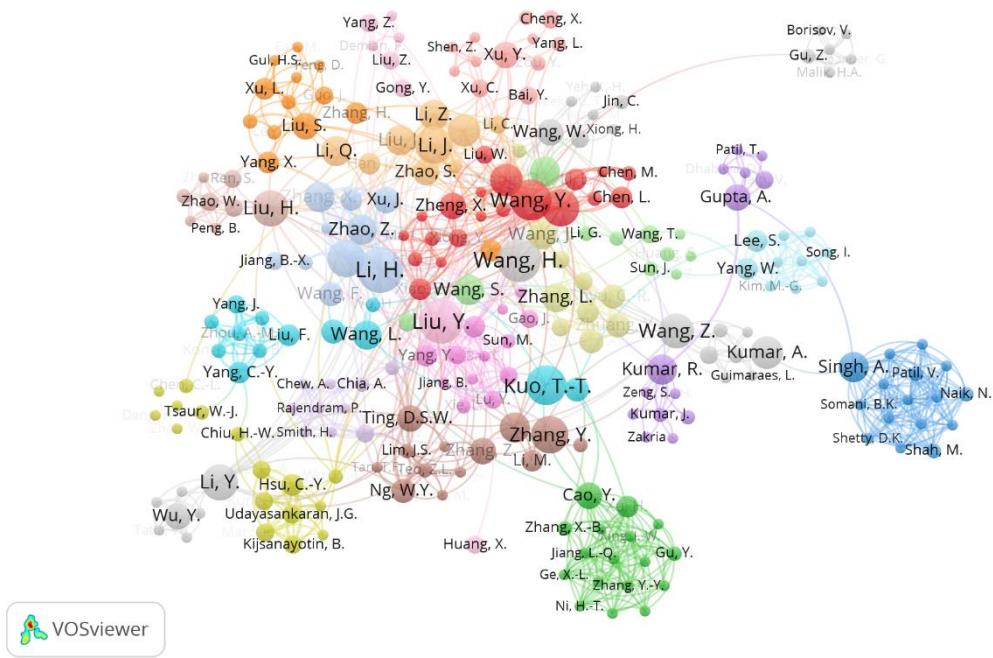


Figura 6. Mapeo de coautoría de la producción científica sobre Blockchain en ciencias de salud. Scopus, 2012-2021

DISCUSIÓN

La tecnología blockchain ha sido objeto de gran interés y atención en los últimos años debido a su capacidad para proporcionar soluciones innovadoras en diversas áreas, desde la seguridad hasta la gestión de datos y la transparencia en las transacciones. Los principales debates han estado situados en las tendencias actuales y futuras de esta tecnología, así como su potencial para transformar la forma en que se llevan a cabo las transacciones y se gestionan los datos en el mundo digital.

De acuerdo con un estudio realizado en 2021, existe un crecimiento casi exponencial de los documentos publicados referentes a Blockchain entre 2014 y 2018. Este incremento se refleja principalmente en el gran número de publicaciones correspondientes a conferencias, lo cual indica la aparición de nuevos desarrollos basados en esta tecnología. No obstante, los artículos científicos mantuvieron una proporción más baja en comparación. ⁽⁹⁾

Otros estudios coinciden, coinciden con lo anterior y con el presente estudio, al atribuir al período del 2016 al 2021 una tendencia al alza en la publicación sobre este tema de forma general. Desde los años 2017 hasta 2019, el número de publicaciones se ha duplicado. Esta tendencia ha continuado, aunque la tasa de crecimiento anual se ha establecido en casi un 35 %. ⁽¹⁰⁾ El aumento significativo en el número de publicaciones se debe al gran interés de las organizaciones en general por implementar la tecnología Blockchain. ^(9,10)

En el caso de la investigación sobre Blockchain, se ha observado que la ley de Lotka se cumple en gran medida, lo que significa que un pequeño número de autores son responsables de la mayoría de las publicaciones en este campo. Esto sugiere que hay una concentración de expertos en Blockchain que están liderando la investigación en esta área.

Un estudio sostiene que los autores de materiales sobre Blockchain han elevado la productividad, sin embargo, se apuesta por que nuevos investigadores contribuyan con sus investigaciones y nuevas perspectivas para mantener en crecimiento este tópico tan importante. ⁽¹¹⁾ En este sentido, es fundamental fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los expertos en la empresa de impulsar el desarrollo de esta tecnología y sus aplicaciones en el sector de la salud.

La producción científica sobre Blockchain en ciencias de la salud, indexada en Scopus ha presentado patrones similares a los de la producción científica sobre Inteligencia de Negocios. Ambas temáticas han sido objeto de un creciente interés en la investigación científica. Sin embargo, las publicaciones sobre esta última han sido menos frecuentes en Q1 y Q2, incluso, algunas no se corresponden a ningún cuartil. ⁽¹²⁾ Esto puede indicar que esta área de investigación aún no ha alcanzado el mismo nivel de impacto y relevancia que las investigaciones sobre Blockchain en ciencias de salud.

El análisis bibliométrico realizado con anterioridad, reveló que los temas con el mayor número de citas relacionados con Blockchain, corresponden a las ciencias computacionales aplicadas, seguido de software, mientras que los menos citados son interacción persona-ordenador, gráficos por computadora y diseño asistido por computadora. ⁽¹³⁾

Además, se realizó un análisis de correlación entre los temas en el área de sistemas, donde la mayor asociación se dio entre la ciencia computacional aplicada y los sistemas de información, lo que sugiere que estos dos temas están estrechamente relacionados y que la investigación en estos temas genera influencia sobre la producción científica sobre Blockchain. ⁽¹³⁾ Estos resultados son importantes para entender la evolución de las ciencias de la computación y cómo se ha estado relacionando con las ciencias de la salud, en el contexto de la sociedad digital y de la información.

El estudio de García-Pastor et al. ⁽⁹⁾ mostró la expansión de la tecnología Blockchain a otras áreas según la clasificación de Scopus. Los resultados de este artículo coinciden con los del presente estudio, al destacar las ciencias de la computación, las matemáticas y la ingeniería entre las disciplinas más frecuentes abarcadas por las publicaciones sobre el tema en cuestión. Este artículo denotó, que con el curso del tiempo otras disciplinas se han incorporado, como ha sido el caso de las ciencias de la salud, sin embargo, no ha sido de las más sobresalientes.

Al igual que en el presente, otros estudios han medido los términos más frecuentes en las investigaciones sobre Blockchains. Destacan el Internet de las cosas (IoT), almacenamiento digital, seguridad, seguridad de red, contratos inteligentes, inteligencia artificial (IA), tecnología blockchain, tecnología de libro mayor distribuido (DLT), entre los términos que más co-ocurren. ⁽¹⁰⁾

En el mapeo de las co-ocurrencias de los términos, García-Pastor et al.⁽⁹⁾ no presenta clústeres claros, lo que indica la interrelación entre los tipos de aplicación independiente del área de utilización. Al aplicar un algoritmo de agrupación este hecho se confirma, incluso si se eliminan las relaciones con las tres áreas principales: ciencias de la computación, ingeniería y matemática.

La literatura expresa que la no existencia de agrupaciones puede indicar que las aplicaciones tecnológicas de Blockchain son compartidas entre todas las áreas de utilización. Esto ocurre cuando se habla de tecnologías transversales que afectan a fundamentos generales. De esta manera, la tecnología se desliga de aplicaciones específicas orientadas exclusivamente a soluciones o nichos concretos.⁽⁹⁾

En los estudios métricos concernientes a los Registros Electrónicos de Salud (EHR, por sus siglas en inglés) y la tecnología Blockchain, se ilustra la correlación entre la producción científica de EHR y las publicaciones sobre privacidad y seguridad enfocados a la portabilidad. Además, se aprecia una alta frecuencia de los términos seguridad y privacidad, portabilidad, telemedicina, computación en la nube, estándares, acceso y diseminación de información entre los más relacionados con Blockchain, similar al presente estudio.⁽¹⁴⁾

En términos de distribución geográfica, según López-Robles⁽¹²⁾ los resultados reflejan en cierta forma la capacidad productiva en términos académicos y empresariales, que tienen actualmente países como Estados Unidos, China, India, Reino Unido, entre otros que destacan por ser los más productivos en temáticas afines como la Inteligencia de Negocios, un tema que se nutre del Blockchain.

En el estudio de Martínez-Pulido et al.⁽¹⁴⁾, relacionado con los EHR se realiza un análisis de la cantidad de producción según el territorio. Se reitera la posición que ocupan Estados Unidos, India, Reino Unido y China, entre los países que han publicado la mayor cantidad de documentos científicos respecto al tema de los registros clínicos.

De la conjunción de Blockchain y ciencias de la salud, los países que lideran la investigación en este campo son China, India y Estados Unidos, lo cual coincide con los estudios citados con anterioridad. Estos países pueden estar avanzando con preeminencia en la implementación de esta tecnología dentro de los sistemas sanitarios.

En el contexto suramericano, el país con el mayor número de publicaciones en las diferentes áreas de las ciencias computacionales es Brasil, seguido de Chile, Colombia y Argentina. La nación con menor participación fue Bolivia. ⁽¹³⁾ Estos resultados se asemejan a los del presente caso, ya que Brasil es el país con un mayor nodo en el mapeo de co-ocurrencias por países. El resto de las naciones suramericanas no han desarrollado tanto la literatura sobre la temática de estudio.

Los autores abarcados en este estudio coinciden en cierta medida con los referidos por Remolina-Medina ⁽¹⁵⁾ en una revisión de literatura, como los autores que han realizado las contribuciones más significativas en cuanto a la temática de Blockchain y los Smart contract, y las ventajas y beneficios de estos. De igual manera sucede con las investigaciones de Kuzior et al. ⁽¹⁰⁾, Martínez-Martínez ⁽¹⁶⁾ y Shinde et al. ⁽¹⁷⁾

Los requisitos para protección de EHR corresponden a una amplia lista de aspectos por cumplir en los sistemas de salud en materia organizacional, técnica y tecnológica. Por lo tanto, esto propicia la concentración de esfuerzos en la producción científica y académica para fundamentar estrategias integradoras para generar un modelo que abarque los requisitos de seguridad y privacidad estipulados a nivel normativo y reglamentario. De esta manera, se facilita la implementación de sistemas de información desde una base científica.

La expansión que se ha apreciado a lo largo de estos años del Blockchain a diferentes sectores, y con especial interés en el área de la salud, demuestra ser una tecnología disruptiva que tiene las potencialidades para revolucionar los sistemas de información en salud. Este hecho muestra la importancia de realizar una vigilancia dinámica de las investigaciones sobre esta tecnología, así como de aquellas que pueden resultar interesantes para garantizar la integridad, disponibilidad y la confiabilidad de la información en salud.

Las perspectivas de la producción científica acerca de esta temática apuntan a una mayor generalización de los conocimientos sobre las formas de garantizar la calidad y la eficiencia en los servicios de salud. En gran medida, esto ocurrirá desde la experiencia de los países más desarrollados en el ámbito económico, los cuales han liderado las principales aplicaciones de esta tecnología al contexto de la salud.

CONCLUSIONES

La producción científica sobre la tecnología Blockchain en ciencias de la salud ha experimentado un crecimiento acentuado, por el potencial demostrado para transformar los sistemas sanitarios. Las investigaciones realizadas hasta el momento revelan el interés de la comunidad científica por desarrollar las facilidades de esta tecnología en cuestiones de seguridad, gestión y trazabilidad de los datos médicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mariscal J. Estudio sobre TIC y salud pública en América Latina: la perspectiva de e-salud y m-salud. ITU. <https://www.itu.int:443/en/publications/ITU-D/Pages/publications.aspx>.
2. OMS. Proyecto de estrategia mundial sobre salud digital 2020–2025. Hospitecnia. <https://hospitecnia.com/tecnologia/hospital-digital/estrategia-mundial-salud-digital-2020-2025/>
3. Bermúdez-Ocampo JS, Salazar-Marulanda NL, Vélez-Rueda L. Blockchain y salud: una herramienta versátil y segura. Ciencia, Tecnología e Innovación en salud. 2021.
4. Pava-Díaz RA, Pérez-Castillo JN, Niño-Vásquez LF. Perspectiva para el uso del modelo P6 de atención en salud bajo un escenario soportado en IoT y blockchain. Tecnura. 2021;25(67):112-130. <https://doi.org/10.14483/22487638.16995>
5. Remolina-Medina CE. Beneficios y limitaciones del Blockchain en contratos inteligentes en el sector salud. Una revisión de la literatura. Revista Cubana de Informática Médica. 2022;14(2):e543.
6. ECD. Opportunities and Challenges of Blockchain Technologies in Health Care. 2020.
7. Hasselgren A, Kralevska K, Gligoroski D, Pedersen SA, Faxvaag A. Blockchain in healthcare and health sciences-A scoping review. Int J Med Inform. 2020;134:104040.
8. Restrepo-Betancur LF. Evaluación del número de publicaciones en ciencias de la computación en Suramérica en un periodo de veinte años. Tecnura. 2022;26(74):149-164. <https://doi.org/10.14483/22487638.17080>
9. García-Pastor I, Sánchez-Fuente F, Otegi-Olaso JR. Metodología para la definición de tendencias de aplicación en tecnologías emergentes: Blockchain como caso de estudio. Revista Española de Documentación Científica. 2021;44(4):e310. <https://doi.org/10.3989/redc.2021.4.1771>
10. Kuzior A, Sira M. A Bibliometric Analysis of Blockchain Technology Research Using VOSviewer. Sustainability. 2022;14(8206). <https://doi.org/10.3390/su14138206>

11. Shuai Z, Xiaochun N, Yong Y, Fei-Yue W. A Bibliometric Analysis of Blockchain Research. IEEE. 2018. <https://doi.org/10.1109/IVS.2018.8500606>
12. López-Robles JR, Otegi-Olaso JR, Porto-Gómez I, Gamboa-Rosales H, Gamboa-Rosales NK. La relación entre Inteligencia de Negocio e Inteligencia Competitiva: un análisis retrospectivo y bibliométrico de la literatura de 1959 a 2017. Revista Española de Documentación Científica. 2020;43(1):e256. <https://doi.org/10.3989/redc.2020.1.1619>
13. Restrepo-Betancur LF. Evaluación del número de publicaciones en ciencias de la computación en Suramérica en un periodo de veinte años. Tecnura. 2022;26(74):149-164. <https://doi.org/10.14483/22487638.17080>
14. Martínez-Pulido JP, Castrillón-Cobo HY, López-Guitierrez DM. Seguridad y privacidad para Registros Clínicos Electrónicos Portables apoyado en tecnología Blockchain: análisis bibliométrico. RISTI. 2021;41(2).
15. Remolina-Medina CE. Beneficios y limitaciones del Blockchain en contratos inteligentes en el sector salud. Una revisión de la literatura. Revista Cubana de Informática Médica. 2022;14(2):e543.
16. Martínez-Martínez M. Blockchain en los servicios públicos. Un análisis sistemático. Cantabria: Universidad de Cantabria; 2020.
17. Shinde R, Patil S, Kotecha K, Ruikar K. Blockchain for Securing AI Applications and Open Innovations. J. Open Innov. Technol. Mark. Complex. 2021;7(189). <https://doi.org/10.3390/joitmc7030189>

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla, Adrián Alejandro Vitón-Castillo.

Curación de datos: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla, Adrián Alejandro Vitón-Castillo.

Análisis formal: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla.

Investigación: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla.

Metodología: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla.

Administración del proyecto: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla.

Supervisión: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla, Adrián Alejandro Vitón-Castillo.

Visualización: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla, Adrián Alejandro Vitón-Castillo.

Redacción – borrador original: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla.

Redacción – revisión y edición: Carlos Rafael Araujo-Inastrilla, Adrián Alejandro Vitón-Castillo.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores no declaran conflictos de interés.

FINANCIACIÓN

No se recibió.