South American Publishing

SAP Gamification and Augmented Reality. 2023; 1:6
doi: 10.56294/gr20236

SYSTEMATIC REVIEW

Blockchain in the health sector: a systematic literature review of success cases

Blockchain en el sector de la salud: una revisión sistemática de literatura sobre casos de éxito

Denis Gonzalez-Argote[1], Javier Gonzalez-Argote[2], Felipe Machuca-Contreras[3]

[1]Universidad Argentina de la Empresa, Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Carrera de Ingeniería Informática. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
[2]Fundación Salud, Ciencia y Tecnología. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
[3]Universidad Autónoma de Chile, Santiago, Chile.

Cite as
Gonzalez-Argote D, Gonzalez-Argote J, Machuca-Contreras F. Blockchain in the health sector: a systematic literature review of success cases. SAP Gamification and Augmented Reality. 2023; 1:6. https://doi.org/10.56294/gr20236

Publication History
Submitted: 20-05-2023
Revised: 11-07-2023
Accepted: 24-09-2023
Published: 25-09-2023

Corresponding Author
Denis Gonzalez-Argote

ABSTRACT

In the context of digital transformation, Blockchain technology offers a potential solution to the problems of interoperability, data privacy, and resource optimization. This innovative technology has the ability to address these challenges and radically revolutionize health systems. This document will examine the potential of blockchain technology in the healthcare sector and how it can be the key to overcoming current obstacles. The study follows the PRISMA methodology. The review included 10 studies that were selected based on their relevance to the application of Blockchain in healthcare. The studies were primarily focused on the development and implementation of Blockchain solutions in the health sector, with a particular emphasis on areas such as data security, supply chain management, and data sharing. A comprehensive overview of the current state of Blockchain applications in the health sector is provided, including the benefits and challenges associated with its implementation.

Keywords: Application of Blockchain; Blockchain Technology; Health.

RESUMEN

En el contexto de la transformación digital, la tecnología Blockchain ofrece una solución potencial a los problemas de interoperabilidad, privacidad de datos y optimización de los recursos. Esta tecnología innovadora tiene la capacidad de abordar estos desafíos y revolucionar los sistemas de salud de manera radical. Este documento examinará el potencial de la tecnología blockchain en el sector sanitario y cómo puede ser la clave para superar los obstáculos actuales. El estudio sigue la metodología PRISMA para revisiones sistemáticas. La revisión incluyó 10 estudios que fueron seleccionados en base a su relevancia para la aplicación de Blockchain en la atención médica. Los estudios se centraron principalmente en el desarrollo e implementación de soluciones de Blockchain en el sector de la salud, con un énfasis particular en áreas como la seguridad de los datos, la gestión de la cadena de suministro y el intercambio de datos. Se proporciona una visión general completa del estado actual de las aplicaciones de Blockchain en el sector de la salud, incluyendo los beneficios y desafíos asociados con su implementación.

Palabras clave: Aplicación del Blockchain; Tecnología Blockchain; Salud.

© 2023; The Authors. This Open access article is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital en salud es el proceso de integrar la tecnología en todas las áreas del sector sanitario, con el fin de mejorar la calidad, la eficiencia y la equidad de la atención. La transformación digital implica el uso de herramientas como la telemedicina, la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT), el Big Data y el Blockchain, entre otras.[1,2,3,4]

El Blockchain puede contribuir a la transformación digital en salud, e incluso revolucionar los sistemas. Es una tecnología que permite crear registros digitales inmutables y descentralizados, que pueden facilitar la interoperabilidad, la seguridad y la transparencia de la información sanitaria.[1,2,5,6,7]

La tecnología Blockchain, basada en la gestión descentralizada y segura de datos mediante cadenas de bloques encriptados, ofrece numerosas ventajas y aplicaciones en diversos sectores, entre ellos el de la salud.[8,9] El sector salud se caracteriza por ser un ámbito dinámico y complejo, que requiere de soluciones eficientes y confiables para manejar grandes volúmenes de información sensible, garantizar la calidad y la seguridad de los servicios, y mejorar la accesibilidad y la transparencia de los procesos.[10,11,12]

Algunos de los desafíos que enfrenta el sector salud son la interoperabilidad de los sistemas de información, la protección de la privacidad de los pacientes, la trazabilidad de los productos y los servicios, y la optimización de los recursos y los costes.[13,14] En este contexto, el Blockchain surge como una tecnología innovadora y disruptiva, que puede aportar beneficios significativos al sector salud.[15]

Estos beneficios incluyen la mejora de la gestión de la identidad digital, la facilitación del acceso y el intercambio de datos clínicos, la automatización de los contratos inteligentes, la prevención del fraude y la falsificación, y la incentivación de la participación y la colaboración de los actores involucrados.[16] Sin embargo, el Blockchain también presenta algunos retos y limitaciones, como la escalabilidad, la compatibilidad, la regulación, la gobernabilidad, y la aceptación social.[17,18,19,20]

El presente estudio pretende describir los resultados de los casos de éxito de la aplicación del Blockchain en el sector de la salud. Para ello, se realizó una revisión sistemática, se ha seguido una metodología rigurosa y transparente, basada en los criterios de elegibilidad, la búsqueda, la selección, la evaluación, y el análisis de las publicaciones científicas relevantes sobre el tema.

MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática de literatura mediante la aplicación de la metodología establecida PRISMA[21,22,23] (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Con la revisión se pretende sintetizar información científica publicada acerca de los resultados de la implementación de la tecnología Blockchain en los sistemas sanitarios, desde el análisis de las ventajas y desafíos de la adopción y los casos de éxito reseñados en la literatura.

La revisión sistemática de literatura se llevó a cabo mediante el abordaje de las siguientes preguntas de investigación (PI):

PI 1: ¿Qué resultados ha tenido el desarrollo de soluciones de Blockchain en el sector de la salud?

Esta pregunta busca entender el impacto y los resultados de la implementación de la tecnología Blockchain en el sector de la salud. Pretende abordar aspectos como la eficiencia, la seguridad de los datos, la interoperabilidad entre diferentes sistemas de salud.

PI 2: ¿En qué etapa se encuentra actualmente la aplicación de la tecnología Blockchain en el sector de la salud: en fase de modelación o en implementación?

El propósito de esta pregunta es identificar en que estadio de desarrollo se encuntra la tecnología Blockchain aplicada a la salud.

PI 3: ¿Cuáles son las posibles áreas de la salud que se beneficiarían de la implementación de la tecnología Blockchain?

El propósito de esta pregunta es identificar las perspectivas de la investigación en este ámbito y las áreas de mayor interés para la implementación.

Estrategia de búsqueda

Se desarrolló una búsqueda de información en diferentes sistemas de bases de datos bibliográficas y motores de búsqueda Scopus, Dialnet, Scielo, Redalyc, LILACS y Pubmed/Medline. Se emplearon los términos de búsqueda: “Blockchain”, “Cadena de bloques”, “Salud”, “Health”. Los resultados obtenidos fueron refinados mediante filtros para simplificar la cantidad de resultados a una cifra considerable para una revisión más detallada de las fuentes recuperadas.

Al refinar los resultados de búsqueda en las bases de datos antes citadas, y luego de descartar artículos duplicados, se consideraron para la revisión 723 estudios, de los cuales se comprobó el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión expuestos a continuación:

Selección de estudios

El estudio incluyó artículos científicos publicados en revistas académicas, sobre el desarrollo de soluciones de Blockchain en los sistemas de salud, aplicaciones, beneficios, experiencias y casos de éxito de la implementación. Publicaciones en inglés o español, realizadas entre el año 2018 y 2023.

Se excluyeron artículos sin puntos de contacto con la aplicación de Blockchain a la salud, artículos abordados desde una perspectiva demasiado personal y poco práctica, y las investigaciones de revisión bibliográfica o sistemática.

Tras la aplicación de los criterios de selección, se ha ajustado la muestra para centrarse exclusivamente en aquellos artículos que aportan información pertinente al objetivo propuesto.

De acuerdo con los criterios establecidos y tras la revisión de los títulos, se eliminaron 665 artículos en la fase de cribado por no estar directamente relacionados con los objetivos de este estudio, dejando 36 para la evaluación. Al leer el resumen y el texto completo, se descartaron 40 por no estar dentro del contexto de la salud o por no tener resultados significativos para mencionar en el estudio. Como resultado, se seleccionaron 10 estudios para la revisión (figura 1).

https://doi.org/10.56294/gr20236

Figura 1. Diagrama de flujo según la metodología PRISMA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los estudios incluidos en la revisión, fueron más frecuentes los estudios desarrollados en Emiratos Árabes (n=3, 30 %), secundados por China e India (n=2, 20 % respectivamente), y en menor proporción Italia, Vietnam y Reino Unido, con un solo estudio cada uno. El estudio proveniente de Reino Unido se realizó en colaboración con Emiratos Árabes.

Tabla 1. Características de los estudios seleccionados para la revisión

Autoría	País	Metodología	Modelación/ Implementación	Resultados
Wang et al.[24]	China	Investigación aplicada de desarrollo tecnológico, con fase experimental	Modelación	El estudio propone un esquema de compartición de datos seguro y rastreable basado en Blockchain. El esquema utiliza un método de cifrado de atributos para proteger los datos y permitir un acceso compartido de grano fino. El esquema combina el almacenamiento de datos en cadena y fuera de cadena, utilizando el Sistema de Archivos Interplanetario (IPFS) para guardar los datos cifrados y la Blockchain para guardar el valor hash de los datos cifrados. El esquema emplea un mecanismo de seguimiento de registros basado en contratos inteligentes, que almacena los registros de compartición de datos en la Blockchain y los muestra en una forma visual. Los resultados experimentales muestran que el esquema puede asegurar eficazmente los datos, rastrear las identidades de ambas partes que comparten datos en tiempo real y garantizar un alto rendimiento de los datos.
Singh et al.[25]	India	Investigación aplicada desarrollo tecnológico, experimental	Implementación	El estudio utiliza el benchmarking como método para evaluar el rendimiento del sistema propuesto bajo diferentes escenarios y parámetros de control. Los resultados muestran que el sistema propuesto puede asegurar eficazmente los datos, rastrear las identidades de ambas partes que comparten datos en tiempo real y garantizar un alto rendimiento de los datos. Los resultados también muestran que el sistema propuesto tiene una latencia menor, un rendimiento mayor y una utilización de recursos menor que los sistemas existentes.
Majdalawieh et al.[26]	Emiratos Árabes	Investigación aplicada desarrollo tecnológico, experimental	Implementación	El estudio propone un marco basado en Blockchain e IoT para regular y monitorear el funcionamiento de la industria de la cadena de suministro de alimentos procesados de aves de corral, y mejora la seguridad y la calidad de los productos alimenticios entregados al consumidor final. El estudio utiliza contratos inteligentes de Ethereum para desarrollar un marco de cadena de suministro de alimentos transparente, confiable y a prueba de manipulaciones, y garantiza la integridad de las transacciones de la cadena de suministro al eliminar una autoridad central.

Omar et al.[27]	Emiratos Árabes, Reino Unido	Investigación aplicada de desarrollo tecnológico	Modelación	En este documento, se presentó un enfoque basado en Blockchain que utiliza contratos inteligentes para transformar las operaciones de la cadena de suministro de equipo de protección personal en el contexto de la pandemia de COVID-19. La adopción de una solución basada en Blockchain para las cadenas de suministro de equipamiento de protección personal es económicamente viable y proporciona un modo de comunicación transparente, seguro y confiable entre las diversas partes interesadas.
Jayaraman et al.[28]	Emiratos Árabes	Investigación aplicada de desarrollo tecnológico	Implementación	Explora cómo la tecnología Blockchain combinada con el Internet de las cosas (IoT) puede mejorar la trazabilidad y visibilidad de los productos en la cadena de suministro de la salud. El estudio destaca los desafíos clave relacionados con las cadenas de suministro de la salud y cómo las tecnologías IoT y Blockchain pueden desempeñar un papel en la superación de estos desafíos. El estudio se enfoca en la fase de implementación y presenta resultados favorables en la aplicación de la tecnología.
Wang et al.[29]	China	Investigación aplicada de desarrollo tecnológico	Implementación	El estudio propone un modelo de supervisión de residuos médicos basado en Blockchain que conecta a los participantes involucrados en el proceso, introduce credenciales digitales para proteger la privacidad de la información del operador y garantiza que todo el proceso de datos sea auténtico y creíble. Además, se digitalizan las credenciales físicas y los certificados mediante credenciales digitales para lograr la seguridad de la criptografía y la protección de la privacidad. Puede proporcionar pruebas autorizadas para la supervisión y responsabilidad de la eliminación de residuos médicos y apoyar la construcción de un nuevo sistema de información regulatoria de residuos médicos en China.
Chiacchio et al.[30]	Italia	Investigación aplicada de desarrollo tecnológico	Implementación	El estudio se enfoca en la fase de implementación y presenta resultados obtenidos. El estudio propone una solución descentralizada basada en tokens no fungibles (NFT) que puede mejorar la capacidad de seguimiento y rastreo del proceso de serialización estándar. Los tokens no fungibles se acuñan en la cadena de bloques y heredan todas las ventajas proporcionadas por esta tecnología. El estudio presenta los conceptos y elementos arquitectónicos necesarios para respaldar la solución de token no fungible, culminando en la presentación de un caso de uso con una aplicación prototípica.
Li et al.[31]	China	Estudio de modelación	Modelación	Los resultados obtenidos incluyen la construcción de un sistema de trazabilidad de seguridad de calidad de Medicina Tradicional China (TCM) basado en tecnología Blockchain, que puede completar la cobertura omnidireccional, multiángulo y amplia de los datos e información en toda la cadena de suministro de TCM, y realizar que el cuerpo principal de responsabilidad de TCM pueda ser registrado, los registros de producción se pueden consultar, el flujo de productos se puede rastrear, la seguridad de calidad se puede prever, se puede identificar la responsabilidad principal, se puede compartir información regulatoria y se puede rastrear la fuente del producto.
Pandey et al.[32]	India	Investigación aplicada de desarrollo tecnológico, con fase de simulación	Modelación	El estudio propone una solución basada en Blockchain para registrar los requisitos logísticos de medicamentos desde la fabricación hasta el paciente en la red de Blockchain. Si en alguna etapa se introduce un medicamento falsificado en el sistema, se detectará de inmediato y se detendrá su penetración adicional. El sistema se simula utilizando una plataforma de tela de hiperledger. Los resultados muestran que el sistema formado es computacionalmente intensivo pero ofrece una solución confiable al problema de los medicamentos falsos.
Le et al.[33]	Vietnam	Investigación aplicada de desarrollo tecnológico	Modelación	El estudio propone un sistema basado en Blockchain llamado BloodChain para apoyar la gestión de información sobre la sangre, proporcionando información más detallada sobre la sangre, como el consumo y la eliminación de sangre. BloodChain explota técnicas de Blockchain privadas con un número limitado de participantes relativamente rápidos y confiables, lo que los hace adecuados para transacciones B2B (Business to Business). También desarrollan un sistema propuesto basado en la arquitectura de Hyperledger Fabric. La evaluación de BloodChain se realiza en varios escenarios para demostrar la efectividad de su modelo propuesto.

La metodología aplicada por los estudios se centró en investigaciones aplicadas de desarrollo tecnológico. El 40 % de estas con

fases experimentales o de simulación de la aplicación de la tecnología Blockchain. Uno de los estudios tuvo una metodología basada en la modelación.

El desarrollo de soluciones basadas en Blockchain en el sector de la salud ha demostrado ser prometedor y beneficioso en diversos aspectos, según los estudios recopilados en la tabla 1. Estas soluciones han abordado una variedad de desafíos en la industria de la salud, desde la gestión de datos hasta la cadena de suministro de productos médicos.

Varios estudios han destacado la capacidad de las soluciones basadas en Blockchain para mejorar la seguridad y privacidad de los datos en el sector de la salud. Wang et al.[24] y Singh et al.[25] han propuesto esquemas que utilizan métodos avanzados de cifrado y atributos para proteger los datos médicos, permitiendo un acceso compartido controlado. Estos enfoques no solo aseguran eficazmente los datos, sino que también rastrean las identidades de las partes involucradas en tiempo real.[34] Esto es esencial para garantizar la confidencialidad y autenticidad de la información médica sensible.[35,36]

Además, la cadena de suministro de productos médicos ha sido objeto de mejoras significativas mediante el uso de Blockchain. Majdalawieh et al.[26] y Omar et al.[27] han presentado marcos basados en Blockchain e IoT para regular y monitorizar la cadena de suministro de alimentos procesados y equipos de protección personal. Estos enfoques no solo mejoran la transparencia y confiabilidad de la cadena de suministro, sino que también eliminan la necesidad de una autoridad central, lo que reduce la posibilidad de manipulación y fraudes.

En el ámbito de la trazabilidad, Jayaraman et al.[28] y Li et al.[31] han explorado cómo la combinación de Blockchain y el IoT puede mejorar la visibilidad y seguimiento de productos médicos en la cadena de suministro. Estos estudios resaltan la capacidad de estas tecnologías para superar desafíos clave en las cadenas de suministro de la salud y proporcionar resultados positivos en la aplicación práctica.

La gestión de residuos médicos también ha sido abordada mediante soluciones basadas en Blockchain. Wang et al.[29] propone un modelo de supervisión de residuos médicos que conecta a los participantes involucrados en el proceso, introduciendo credenciales digitales para proteger la privacidad de la información del operador.[37] Esto no solo garantiza la autenticidad de los datos, sino que también proporciona pruebas autorizadas para la supervisión y responsabilidad de la eliminación de residuos médicos.

En el ámbito de la calidad y trazabilidad de medicamentos, Pandey et al.[32] propone una solución basada en Blockchain para registrar requisitos logísticos de medicamentos, asegurando la detección inmediata de medicamentos falsificados en el sistema. Este enfoque, aunque computacionalmente intensivo, ofrece una solución confiable al problema de los medicamentos falsificados.

Además, Chiacchio et al.[30] presenta una solución descentralizada basada en tokens no fungibles (NFT) que mejora la capacidad de seguimiento y rastreo del proceso de serialización estándar en el sector de la salud.

Los resultados de estos estudios sugieren que el desarrollo de soluciones de Blockchain en el sector de la salud ha tenido impactos positivos en términos de seguridad de datos, eficiencia en la cadena de suministro, trazabilidad de productos médicos y gestión de residuos. Estas soluciones ofrecen un enfoque innovador y prometedor para abordar los desafíos actuales en la industria de la salud, mejorando la calidad de la atención y la confianza en los procesos relacionados con la salud.[38] A medida que la tecnología evoluciona, es probable que sean evidentes los avances en el sector de la salud.

Se puede observar que la aplicación de la tecnología Blockchain en el sector de la salud se encuentra en fases, tanto de modelación como de implementación:

Fase de Modelación

Dos de los estudios se centraron en esta fase de la aplicación. Wang et al.[16] de China presenta un estudio de desarrollo tecnológico y fase experimental, centrándose en la modelación de un esquema de compartición de datos seguro basado en Blockchain. Singh et al.[17] de India, con un enfoque en la implementación, pero también utiliza benchmarking como método para evaluar el rendimiento del sistema propuesto, lo que implica una fase de modelación.

Fase de Implementación

En Emiratos Árabes, se presenta un marco basado en Blockchain e IoT para regular y monitorear la cadena de suministro de alimentos procesados, destacando una implementación práctica.[26] Otro de los estudios propone un enfoque basado en contratos inteligentes para transformar las operaciones de la cadena de suministro de equipos de protección personal, indicando claramente una fase de implementación.[27,39] También se presentan resultados favorables en la mejora de la trazabilidad y visibilidad de los productos en la cadena de suministro de la salud.[28,40]

El estudio de Wang et al.[29] en China propone un modelo de supervisión de residuos médicos basado en Blockchain, también centrado en la implementación práctica. También hay evidencias de la construcción de un sistema de trazabilidad de seguridad de calidad de Medicina Tradicional China basado en tecnología Blockchain.[31]

Chiacchio et al.[30] de Italia se centra en la implementación, presentando resultados obtenidos mediante una solución descentralizada basada en tokens no fungibles (NFT).

Otros estudios, realizaron la implementación con fines experimentales, pero también con resultados favorables.[41,42] Pandey et al.[32] propone una solución basada en Blockchain para registrar los requisitos logísticos de medicamentos, que indica una implementación práctica en el sistema simulado. Por otra parte; Le et al.[33] de Vietnam propone un sistema llamado BloodChain para apoyar la gestión de información sobre la sangre, centrándose en la fase de modelación, pero desarrollando un sistema propuesto basado en la arquitectura de Hyperledger Fabric.

Lo anterior demuestra que la aplicación de la tecnología Blockchain en el sector de la salud se encuentra en diferentes etapas,

con algunos estudios centrados en la modelación y otros en la implementación práctica. Esto indica una variedad de enfoques en el desarrollo de soluciones basadas en Blockchain para abordar diversos problemas en la industria de la salud, con evidencias de resultados beneficiosos para la calidad de los sistemas sanitarios.

CONCLUSIONES

La exploración de la aplicación de la tecnología Blockchain en el sector de la salud revela una diversidad de estudios y avances que demuestran el potencial para transformar y mejorar varios aspectos cruciales del sector. Desde la gestión segura de datos médicos hasta la mejora de la cadena de suministro de insumos, la tecnología Blockchain muestra resultados prometedores en términos de eficiencia, seguridad y transparencia.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Denis Gonzalez-Argote, Javier Gonzalez-Argote, Felipe Machuca-Contreras.
Investigación: Denis Gonzalez-Argote, Javier Gonzalez-Argote, Felipe Machuca-Contreras.
Metodología: Denis Gonzalez-Argote, Javier Gonzalez-Argote, Felipe Machuca-Contreras.
Redacción – borrador original: Denis Gonzalez-Argote, Javier Gonzalez-Argote, Felipe Machuca-Contreras.
Redacción – revisión y edición: Denis Gonzalez-Argote, Javier Gonzalez-Argote, Felipe Machuca-Contreras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vidal-Alaball J, Alarcon Belmonte I, Panadés Zafra R, Escalé-Besa A, Acezat Oliva J, Saperas Perez C. Abordaje de la transformación digital en salud para reducir la brecha digital. Aten Primaria 2023;55. https://doi.org/10.1016/j.aprim.2023.102626.

2. García Saiso S, Martí MC, Mejía Medina F, Malek Pascha V, Nelson J, Tejerina L, et al. La transformación digital para una salud pública más equitativa y sostenible en la era de la interdependencia digital. Pan American Journal of Public Health s. f.;46. https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.1.

3. Del Campo Saltos G, Villlota Oyarvide W, Andrade Sánchez E, Montero Reyes Y. Análisis bibliométrico sobre estudios de la neurociencia, la inteligencia artificial y la robótica: énfasis en las tecnologías disruptivas en educación. Salud, Ciencia y Tecnología 2023;3.

4. Mejías M, Coronado YCG, Peralta ALJ. Inteligencia artificial en el campo de la enfermería. Implicaciones en la asistencia, administración y educación. Salud, Ciencia y Tecnología 2022;2:88-88. https://doi.org/10.56294/saludcyt202288.

5. T S, Arumugam T, Pandurangan H, Panjaiyan K. Adopción de la Inteligencia Artificial en la Atención Sanitaria: Una perspectiva enfermera. Salud, Ciencia y Tecnología 2023;3:510-510. https://doi.org/10.56294/saludcyt2023510.

6. Farias M, Báscolo E, Badino M, Marti M, García-Saisó S, D`Agostino M. La transformación digital como estrategia para el fortalecimiento de las funciones esenciales de salud pública en las Américas. PMC 2023;47:1-7.

7. Emmanuel VO, Efemini M, Yahaya DO, Oladokun BD. Application of blockchain technology to 21st century library services: Benefits and best practices. Data and Metadata 2023;2:59-59. https://doi.org/10.56294/dm202359.

8. Pérez-Del-Vallín V. Development of communication skills in the health sector. Seminars in Medical Writing and Education 2022;1:5-5. https://doi.org/10.56294/mw20225.

9. Oloriz MAG, Beltrán CR, Sánchez CMC. Trends in health telematics and telemedicine services. Data and Metadata 2022;1:16-16. https://doi.org/10.56294/dm202216.

10. Ferrer-Benítez M. Online dispute resolution: can we leave the initial decision to Large Language Models (LLM)? Metaverse Basic and Applied Research 2022;1:23-23. https://doi.org/10.56294/mr202223.

11. Saeed H, Malik H, Bashir U, Ahmad A, Riaz S, Ilyas M, et al. Blockchain technology in healthcare: A systematic review. PLOS ONE 2022;17. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266462.

12. Medina CER. Beneficios y limitaciones del Blockchain en contratos inteligentes en el sector salud. Una revisión de la

literatura. Revista Cubana de Informática Médica 2022;14:543.

13. Canova-Barrios C, Machuca-Contreras F. Interoperability standards in Health Information Systems: systematic review. Seminars in Medical Writing and Education 2022;1:7-7. https://doi.org/10.56294/mw20227.

14. Araujo-Inastrilla CR. La tecnología NFT y la información en salud: un debate ético contemporáneo. Revista Cubana de Informática Médica 2023;15.

15. Freire-Palacios V, Jaramillo-Galarza K, Quito-Calle J, Orozco-Cantos L. La inteligencia artificial en la gamificación para promover la salud mental de los estudiantes universitarios: una revisión de alcance. Salud, Ciencia y Tecnología 2023;3:639-639. https://doi.org/10.56294/saludcyt2023639.

16. Gonzalez-Argote D. Immersive environments, Metaverse and the key challenges in programming. Metaverse Basic and Applied Research 2022;1:6-6. https://doi.org/10.56294/mr20226.

17. Ocampo JSB, Marulanda NLS, Rueda LV. Blockchain y salud: una herramienta versátil y segura. Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud 2021;6:52-60. https://doi.org/10.23850/25393871.5617.

18. Torres ER, Cano CAG, Castillo VS. Management information systems and their impact on business decision making. Data and Metadata 2022;1:21-21. https://doi.org/10.56294/dm202221.

19. 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 2020;25:112-30. https://doi.org/10.14483/22487638.16159.

20. Araujo-Inastrilla CR, Vitón-Castillo AA. Blockchain in health sciences: Research trends in Scopus. Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication 2023;3.

21. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Rev Esp Cardiol 2021;74:790-9. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016.

22. Pigott TD, Polanin JR. Methodological Guidance Paper: High-Quality Meta-Analysis in a Systematic Review. Educational Research 2020;90:24-46. https://doi.org/10.3102/0034654319877153.

23. Inastrilla CRA. Data Visualization in the Information Society. Seminars in Medical Writing and Education 2023;2:25-25. https://doi.org/10.56294/mw202325.

24. Wang Z, Guan S. A blockchain-based traceable and secure data-sharing scheme. PeerJ Computer Science 2023;9:e1337.

25. Singh AP, Pradhan NR, Luhach AK, Agnihotri S, Jhanjhi NZ, Verma S, et al. A Novel Patient-Centric Architectural Framework for Blockchain-Enabled Healthcare Applications. IEEE Transactions on Industrial Informatics 2021;17:5779-89. https://doi.org/10.1109/TII.2020.3037889.

26. Majdalawieh M, Nizamuddin N, Alaraj M, Khan S, Bani-Hani A. Blockchain-based solution for Secure and Transparent Food Supply Chain Network. Peer-to-Peer Netw Appl 2021;14:3831-50. https://doi.org/10.1007/s12083-021-01196-1.

27. Omar IA, Debe M, Jayaraman R, Salah K, Omar M, Arshad J. Blockchain-based Supply Chain Traceability for COVID-19 personal protective equipment. Computers & Industrial Engineering 2022;167:107995. https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107995.

28. Jayaraman R, Salah K, King N. Improving Opportunities in Healthcare Supply Chain Processes via the Internet of Things and Blockchain Technology. Research Anthology on Blockchain Technology in Business, Healthcare, Education, and Government, IGI Global; 2021, p. 1635-54. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5351-0.ch089.

29. Wang H, Zheng L, Xue Q, Li X. Research on Medical Waste Supervision Model and Implementation Method Based on Blockchain. Security and Communication Networks 2022;2022:e5630960. https://doi.org/10.1155/2022/5630960.

30. Chiacchio F, D'Urso D, Oliveri LM, Spitaleri A, Spampinato C, Giordano D. A Non-Fungible Token Solution for the Track and Trace of Pharmaceutical Supply Chain. Applied Sciences 2022;12:4019. https://doi.org/10.3390/app12084019.

31. Li D, Gong Y, Zhang X, Huang M. An Exploratory Study on the Design and Management Model of Traditional Chinese

Medicine Quality Safety Traceability System Based on Blockchain Technology. Security and Communication Networks 2022;2022.

32. Pandey P, Litoriya R. Securing E-health Networks from Counterfeit Medicine Penetration Using Blockchain. Wireless Pers Commun 2021;117:7-25. https://doi.org/10.1007/s11277-020-07041-7.

33. Le HT, Nguyen TTL, Nguyen TA, Ha XS, Duong-Trung N. BloodChain: A Blood Donation Network Managed by Blockchain Technologies. Network 2022;2:21-35. https://doi.org/10.3390/network2010002.

34. Nahi HA, Hasan MA, Lazem AH, Alkhafaji MA. Securing Virtual Architecture of Smartphones based on Network Function Virtualization. Metaverse Basic and Applied Research 2023;2:37-37. https://doi.org/10.56294/mr202337.

35. Zapata RE, Guerrero EC, Ortiz EG, Andrade JM. Decision-making in organizations: process and strategies. Data and Metadata 2022;1:19-19. https://doi.org/10.56294/dm202219.

36. Shah H, Jayabalan B, Mery A. Utilización de la inteligencia artificial en la investigación de las ciencias de la vida y la asistencia sanitaria. Salud, Ciencia y Tecnología 2023;3:450-450. https://doi.org/10.56294/saludcyt2023450.

37. Castillo JIR. Cultural competence in medical and health education: an approach to the topic. Seminars in Medical Writing and Education 2022;1:13-13. https://doi.org/10.56294/mw202213.

38. Rodríguez FAR, Flores LG, Vitón-Castillo AA. Artificial intelligence and machine learning: present and future applications in health sciences. Seminars in Medical Writing and Education 2022;1:9-9. https://doi.org/10.56294/mw20229.

39. Inastrilla CRA. Big Data in Health Information Systems. Seminars in Medical Writing and Education 2022;1:6-6. https://doi.org/10.56294/mw20226.

40. Infantes MS, Soto JMS, Montalvo MAA, Nizama JLR, Dávila LV, Dávila-Morán RC, et al. Analysis of the perception of health professionals regarding the incorporation of emerging technologies in their practice. Salud, Ciencia y Tecnología 2023;3:565-565. https://doi.org/10.56294/saludcyt2023565.

41. Zhang W. Blockchain-based solutions for clinical trial data management: a systematic review. Metaverse Basic and Applied Research 2022;1:17-17. https://doi.org/10.56294/mr202217.

42. Gupta B. Understanding Blockchain Technology: How It Works and What It Can Do. Metaverse Basic and Applied Research 2022;1:18-18. https://doi.org/10.56294/mr202218.