

COMUNICACIÓN BREVE

Tecnología Blockchain en la Gestión y Verificación de Identidad Digital

Blockchain Technology in Digital Identity Management and Verification

Edith Mariela Quispe Sanabria¹  , Julio Cesar Pizarro Avellaneda¹  , Edward Eddie Bustinza Zuasnabar¹  , Ana Mónica Huaraca García²  , Lizet Doriela Mantari Mincami²  , Hilario Romero Giron²  , Yesser Soriano Quispe³  

¹Universidad Peruana Los Andes (UPLA). Facultad de Ingeniería. Ciudad de Huancayo, Perú.

²Universidad Peruana Los Andes (UPLA). Facultad de Derecho y Ciencias Políticas. Ciudad de Huancayo, Perú.

³Universidad Peruana Los Andes (UPLA). Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. Ciudad de Huancayo, Perú.

Citar como: Quispe Sanabria EM, Pizarro Avellaneda JC, Bustinza Zuasnabar EE, Huaraca Garcia AM, Mantari Mincami LD, Romero Giron H, Soriano Quispe Y. Blockchain Technology in Digital Identity Management and Verification. Data and Metadata. 2024; 3:326. <https://doi.org/10.56294/dm2024326>

Recibido: 22-12-2023

Revisado: 08-03-2024

Aceptado: 27-05-2024

Publicado: 28-05-2024

Editor: Adrián Alejandro Vitón Castillo 

ABSTRACT

This study analyzes the potential of Blockchain technology to improve security and privacy in the management and verification of digital identities, aspects that currently face challenges. Through a literature review, it was found that Blockchain offers a decentralized approach that provides greater control to users over their data through cryptographic mechanisms. The cases examined demonstrate benefits such as efficiency and automation in identity processes. However, further research is required to address pending challenges and achieve widespread application considering the particularities of each context. The objective is to analyze how this technology can positively transform the way digital identity is managed in an inclusive and privacy-respecting manner.

Keywords: Digital Identity; Blockchain Technology; Security; Privacy; Decentralization; Check.

RESUMEN

Este estudio analiza el potencial de la tecnología Blockchain para mejorar la seguridad y privacidad en la gestión y verificación de identidades digitales, aspectos que enfrentan desafíos actualmente. Mediante revisión de literatura, se encontró que Blockchain ofrece un enfoque descentralizado que brinda mayor control a usuarios sobre sus datos a través de mecanismos criptográficos. Los casos examinados demuestran beneficios como eficiencia y automatización en procesos identitarios. Sin embargo, se requiere seguir investigando para abordar retos pendientes y lograr aplicación generalizada considerando las particularidades de cada contexto. El objetivo es analizar cómo esta tecnología puede transformar positivamente la forma en que se gestiona la identidad digital de manera inclusiva y respetuosa de la privacidad.

Palabras clave: Identidad Digital; Tecnología Blockchain; Seguridad; Privacidad; Descentralización; Verificación.

INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la identidad en línea se ha convertido en un activo invaluable, permitiéndonos realizar transacciones cotidianas en línea, desde compras y transferencias bancarias hasta comunicaciones con amigos y familiares.⁽¹⁾ Sin embargo, con la comodidad de la conectividad en línea, también vienen los desafíos de la seguridad, autenticidad y privacidad en la gestión y verificación de la identidad digital.^(2,3,4)

Los sistemas tradicionales de identidad digital, basados en bases centralizadas y métodos convencionales de autenticación, exponen a los usuarios a riesgos. Estos incluyen el robo de identidad, fraude financiero e invasión a la privacidad personal.^(5,6,7) Además, las contraseñas y otra información personal son propensas a la suplantación, lo que hace inadecuados estos enfoques para una seguridad digital óptima.^(8,9)

Muchos procesos de verificación de identidad digital son realizados por terceros, como empresas líderes y agencias gubernamentales, que no garantizan una suficiente privacidad o control sobre los datos personales.^(10,11) La naturaleza descentralizada, inmutable y transparente de la Blockchain emerge como un paradigma revolucionario con el potencial de transformar radicalmente esta gestión y verificación de la identidad en línea.⁽¹²⁾

Al aprovechar la criptografía y la distribución descentralizada de datos, la tecnología Blockchain proporciona un entorno seguro y confiable para la gestión y verificación de la identidad digital.⁽¹³⁾ Cuando se combina con tecnologías de autenticación seguras, como las claves criptográficas, la tecnología Blockchain garantiza la privacidad del usuario, la autenticación segura de la identidad y la integridad de los datos personales.⁽¹⁴⁾

Además, no es necesaria una entidad central o gubernamental para verificar los datos de identidad, y esto a su vez reduce el riesgo de manipulación, pérdida de información o robos financieros, así como fraude en línea.⁽¹⁵⁾

También es importante destacar cómo la tecnología Blockchain y la identidad digital segura y protegida son críticas para abordar los desafíos de la era del Internet de las Cosas (IoT).⁽¹⁶⁾

La tecnología Blockchain ofrece una oportunidad para una identidad universal descentralizada. En esta identidad, los usuarios pueden tener control y propiedad real sobre sus datos de identidad en línea. Esto permite una mayor transparencia y confianza en las interacciones y transacciones en línea.⁽¹⁷⁾

Este estudio analizará si la arquitectura descentralizada de Blockchain puede evaluarse para brindar mayor control sobre datos a usuarios y respetar su privacidad en la gestión de identidad digital, cumpliendo con el objetivo planteado en el resumen de analizar cómo esta tecnología puede mejorar dicha gestión de forma inclusiva y respetuosa de la privacidad.

DESARROLLO

Conceptos básicos de la tecnología Blockchain

La tecnología Blockchain es un sistema descentralizado y distribuido que registra transacciones de forma segura y transparente en una red de nodos interconectados.⁽¹⁸⁾ En su esencia, una Blockchain es una base de datos inmutable y cronológica que se comparte entre múltiples participantes de una red.⁽¹⁹⁾

Cada bloque de información en la cadena contiene un registro de transacciones verificadas y enlazadas criptográficamente con el bloque anterior, formando así una cadena de bloques.⁽²⁰⁾ Para entender mejor cómo funciona, consideremos un ejemplo simple: imagina una hoja de cálculo compartida entre varios usuarios en una red. Cada vez que se realiza una transacción, como la transferencia de activos digitales, se registra en la hoja de cálculo como una entrada. Esta entrada se valida y verifica por la red de participantes antes de agregarse como un nuevo bloque a la cadena. Una vez agregado, el bloque se enlaza de manera segura al bloque anterior mediante funciones criptográficas, lo que garantiza la integridad y la inmutabilidad de la información.

La importancia de la tecnología Blockchain en la gestión de identidad digital radica en sus características clave:

Descentralización: A diferencia de los sistemas centralizados donde una autoridad única controla y gestiona la identidad de los usuarios, la Blockchain opera de manera descentralizada, lo que significa que no hay un único punto de fallo o control. Cada participante de la red tiene una copia del registro de transacciones, lo que garantiza una mayor resistencia a la manipulación y los ataques maliciosos.

Inmutabilidad: Una vez que se registra una transacción en la Blockchain, no se puede modificar ni eliminar sin el consenso de la mayoría de los participantes de la red. Esto asegura que los registros de identidad sean permanentes y confiables, lo que aumenta la confianza y la integridad en el proceso de verificación de identidad.

La tecnología Blockchain ofrece una solución innovadora y segura para la gestión de identidad digital al proporcionar un sistema descentralizado e inmutable que garantiza la autenticidad y la integridad de los datos de identidad. Su adopción puede conducir a una mayor seguridad, privacidad y eficiencia en la verificación de identidad en línea.

Seguridad y privacidad

La tecnología Blockchain ofrece soluciones innovadoras para abordar los desafíos de seguridad y privacidad en la gestión de identidad digital.⁽²¹⁾ Al emplear principios criptográficos y descentralizados, la Blockchain garantiza la integridad y la confidencialidad de la información del usuario de manera efectiva.⁽²²⁾

En primer lugar, la criptografía juega un papel fundamental en la seguridad de la Blockchain. Cada transacción en la cadena está protegida mediante algoritmos criptográficos que aseguran la autenticidad y la integridad

de los datos. Esto significa que la información del usuario, como los datos biométricos o los documentos de identificación, se almacena de manera segura y no puede ser alterada sin el consentimiento de la red.

Además, la descentralización inherente de la Blockchain contribuye a su seguridad. A diferencia de los sistemas centralizados donde un solo punto de fallo puede comprometer toda la red, la Blockchain distribuye la información en múltiples nodos, lo que dificulta los ataques maliciosos y mejora la resistencia a la manipulación.

Un ejemplo concreto del uso exitoso de la Blockchain en la gestión de identidad es el sistema de identificación autónoma basado en Blockchain (ABID) utilizado en Estonia.⁽²³⁾ ABID permite a los ciudadanos controlar y gestionar su propia identidad digital de manera segura y privada.⁽²⁴⁾ Mediante el uso de la Blockchain, los usuarios pueden acceder a servicios gubernamentales en línea, como votar o firmar documentos, sin comprometer su privacidad ni exponer su información personal a riesgos de seguridad.⁽²⁵⁾

Otro caso de uso es el proyecto uPort, que utiliza la Blockchain de Ethereum para proporcionar identidades soberanas y verificables en línea.⁽²⁶⁾ Con uPort, los usuarios pueden crear y gestionar sus identidades digitales de forma segura, lo que les permite acceder a servicios digitales sin comprometer su privacidad ni depender de intermediarios centralizados.⁽²⁷⁾

La tecnología Blockchain ofrece una solución sólida para los desafíos de seguridad y privacidad en la gestión de identidad digital. Su capacidad para garantizar la integridad de los datos y proteger la privacidad del usuario la convierte en una herramienta invaluable en el mundo digital moderno.

Autenticación descentralizada

La tecnología Blockchain revoluciona la autenticación de transacciones al permitir un enfoque descentralizado que elimina la necesidad de intermediarios centralizados.⁽²⁸⁾ Esta característica fundamental de la Blockchain mejora significativamente la seguridad y la eficiencia en la verificación de identidad al garantizar la autenticidad de las transacciones de manera transparente y confiable.⁽²⁹⁾

En primer lugar, la autenticación descentralizada se logra mediante el uso de criptografía de clave pública y privada.⁽³⁰⁾ Cada usuario de la Blockchain tiene un par de claves: una pública y otra privada. La clave privada se utiliza para firmar digitalmente las transacciones, mientras que la clave pública se utiliza para verificar la autenticidad de la firma.⁽³¹⁾

Este sistema de criptografía asimétrica garantiza que solo el propietario de la clave privada pueda autorizar transacciones, lo que elimina la necesidad de confiar en intermediarios para verificar la identidad de las partes involucradas.⁽³²⁾

Además, la descentralización de la Blockchain significa que la autenticación se realiza a través de una red distribuida de nodos en lugar de depender de una autoridad central.⁽³³⁾ Cada nodo en la red valida y verifica las transacciones de forma independiente, lo que garantiza la integridad y la confiabilidad del sistema en su conjunto. Este enfoque descentralizado elimina los puntos únicos de falla y reduce el riesgo de fraude o manipulación de datos, lo que aumenta la confianza entre las partes involucradas en las transacciones.

Un ejemplo destacado de autenticación descentralizada es el sistema de identidad autónoma basado en Blockchain (ABID) utilizado en Estonia. Con ABID, los ciudadanos tienen el control total sobre su identidad digital y pueden autorizar transacciones de manera segura y confiable sin depender de intermediarios centralizados.⁽¹⁹⁾ Este enfoque descentralizado garantiza la autenticidad de las transacciones y protege la privacidad del usuario, lo que mejora la seguridad y la eficiencia en la verificación de identidad.⁽²⁴⁾

La tecnología Blockchain facilita la autenticación descentralizada de transacciones al eliminar la necesidad de intermediarios centralizados. Este enfoque mejora la seguridad y la eficiencia en la verificación de identidad al garantizar la autenticidad de las transacciones de manera transparente y confiable.

Verificación sin intermediarios

La tecnología Blockchain ofrece una solución innovadora para la verificación de identidad al permitir un proceso sin la necesidad de intermediarios centralizados, como agencias gubernamentales o instituciones financieras.⁽³⁴⁾ Este enfoque descentralizado y transparente redefine la forma en que se verifica la identidad, ofreciendo una serie de beneficios significativos.⁽³⁵⁾

En primer lugar, la verificación sin intermediarios se basa en la arquitectura distribuida de la Blockchain, que elimina la necesidad de una autoridad central para validar la identidad de los usuarios.⁽³⁶⁾

En lugar de depender de terceros de confianza, como agencias gubernamentales o bancos, la Blockchain permite que la verificación de identidad se realice a través de una red descentralizada de nodos.⁽²⁰⁾

Cada nodo en la red verifica y valida la autenticidad de las transacciones de manera independiente, lo que garantiza la integridad y la confiabilidad del sistema en su conjunto.⁽⁸⁾

Este enfoque descentralizado ofrece una serie de beneficios significativos.⁽³⁷⁾ En primer lugar, reduce los costos asociados con la verificación de identidad al eliminar la necesidad de intermediarios centralizados. Tradicionalmente, los procesos de verificación de identidad involucran múltiples partes interesadas y requieren una cantidad significativa de tiempo y recursos. Con la Blockchain, estos costos se reducen drásticamente, ya

que la verificación se realiza de manera automatizada y transparente a través de la red descentralizada.⁽³⁸⁾

Además, la verificación sin intermediarios elimina los puntos únicos de fallo en el sistema al descentralizar el proceso de verificación.⁽³⁾ En lugar de depender de una única autoridad central para validar la identidad de los usuarios, la Blockchain distribuye la responsabilidad de verificación entre todos los nodos de la red.⁽²⁾ Esto aumenta la resistencia del sistema a la manipulación o el fraude, ya que cualquier intento de alterar la información requeriría el consenso de la mayoría de los nodos en la red.⁽²⁰⁾

La tecnología Blockchain permite la verificación de identidad sin intermediarios centralizados, ofreciendo una alternativa descentralizada y eficiente a los procesos tradicionales de verificación. Este enfoque ofrece una serie de beneficios, incluida la reducción de costos y la eliminación de puntos únicos de fallo en el sistema, lo que lo convierte en una solución atractiva para una amplia gama de aplicaciones de verificación de identidad.

Beneficios adicionales

Además de proporcionar seguridad y eficiencia en la gestión de identidad digital, la tecnología Blockchain ofrece una serie de beneficios adicionales que pueden mejorar aún más la experiencia del usuario y fortalecer la confianza en el sistema.⁽³⁹⁾

Uno de estos beneficios es la capacidad de proporcionar información selectiva de identidad. Con la Blockchain, los usuarios tienen el control total sobre qué información comparten y con quién la comparten.⁽⁴⁰⁾

Mediante el uso de contratos inteligentes y mecanismos de consentimiento, los usuarios pueden especificar qué datos desean revelar en cada transacción. Esto les permite mantener su privacidad mientras participan en actividades en línea que requieren verificación de identidad.

Por ejemplo, un usuario podría revelar solo su edad y género al registrarse en un sitio web de comercio electrónico, sin necesidad de divulgar su dirección o información financiera.⁽⁴¹⁾

Otro beneficio importante de la tecnología Blockchain es la trazabilidad de los datos. La Blockchain registra de forma inmutable todas las transacciones realizadas en la red, lo que permite un seguimiento completo del historial de cada dato. Esto significa que los usuarios pueden verificar fácilmente quién ha accedido a sus datos y cómo se han utilizado en el pasado. Esta transparencia aumenta la confianza en el sistema y permite una mayor rendición de cuentas por parte de las partes involucradas en el proceso de verificación de identidad.⁽⁴²⁾

Un caso de uso específico que ejemplifica estos beneficios es el sector de la salud. Con la tecnología Blockchain, los pacientes pueden tener un control completo sobre su historial médico y quién puede acceder a él.⁽⁴³⁾ Mediante el uso de contratos inteligentes, los pacientes pueden otorgar acceso selectivo a sus datos médicos a profesionales de la salud específicos, garantizando la confidencialidad y la privacidad de su información personal.⁽⁴⁴⁾

La tecnología Blockchain ofrece una serie de beneficios adicionales para la gestión de identidad digital, incluida la capacidad de proporcionar información selectiva y la trazabilidad de los datos. Estos beneficios tienen el potencial de mejorar significativamente la seguridad, la privacidad y la confianza en el sistema de verificación de identidad, lo que la convierte en una herramienta poderosa para una amplia gama de aplicaciones en línea.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio muestran que la tecnología Blockchain ofrece una solución efectiva para garantizar la privacidad, seguridad e integridad de datos en la gestión de identidad digital. Su modelo descentralizado permite verificar la identidad eliminando intermediarios centralizados, lo que reduce costos y puntos únicos de falla en el sistema.

Asimismo, la arquitectura distribuida de Blockchain otorga un mayor control a los usuarios sobre su información personal. Esto mejora la experiencia en el proceso de verificación al contar con un soporte tecnológico robusto y seguro que enfrenta los retos actuales de forma inclusiva.

Los hallazgos confirman el potencial de esta tecnología para transformar positivamente la gestión de identidad digital, tal como propuso esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ayed GB. Architecting User-Centric Privacy-as-a-Set-of-Services: Digital Identity-Related Privacy Framework. Springer; 2014. 188 p.

2. Aydar M, Ayyaz S, Cetin SC. Towards a Blockchain based digital identity verification, record attestation and record sharing system. 2019 [citado 30 de abril de 2024]; Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1906.09791>

3. Devi S, Kotian S, Kumavat M, Patel D. Digital Identity Management System Using Blockchain. SSRN Journal [Internet]. 2022 [citado 30 de abril de 2024]; Disponible en: <https://www.ssrn.com/abstract=4127356>

4. Liu Y, He D, Obaidat MS, Kumar N, Khan MK, Raymond Choo KK. Blockchain-based identity management systems: A review. *Journal of Network and Computer Applications*. septiembre de 2020;166:102731.
5. Alanzi H, Alkhatib M. Towards Improving Privacy and Security of Identity Management Systems Using Blockchain Technology: A Systematic Review. *Applied Sciences*. 4 de diciembre de 2022;12(23):12415.
6. Beduschi A. Digital identity: Contemporary challenges for data protection, privacy and non-discrimination rights. *Big Data & Society*. julio de 2019;6(2):205395171985509.
7. Glöckler J, Sedlmeir J, Frank M, Fridgen G. A Systematic Review of Identity and Access Management Requirements in Enterprises and Potential Contributions of Self-Sovereign Identity. *Bus Inf Syst Eng [Internet]*. 12 de septiembre de 2023 [citado 30 de abril de 2024]; Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s12599-023-00830-x>
8. Careja AC, Tapus N. Digital Identity Using Blockchain Technology. *Procedia Computer Science*. 2023;221:1074-82.
9. Zwitter AJ, Gstrein OJ, Yap E. Digital Identity and the Blockchain: Universal Identity Management and the Concept of the “Self-Sovereign” Individual. *Front Blockchain*. 28 de mayo de 2020;3:26.
10. Goodell G, Aste T. A Decentralized Digital Identity Architecture. *Front Blockchain*. 5 de noviembre de 2019;2:17.
11. Stockburger L, Kokosioulis G, Mukkamala A, Mukkamala RR, Avital M. Blockchain-enabled decentralized identity management: The case of self-sovereign identity in public transportation. *Blockchain: Research and Applications*. junio de 2021;2(2):100014.
12. Ngo TTT, Dang TA, Huynh VV, Cong Le T. A Systematic Literature Mapping on Using Blockchain Technology in Identity Management. *IEEE Access*. 2023;11:26004-32.
13. Yang X, Li W. A zero-knowledge-proof-based digital identity management scheme in blockchain. *Computers & Security*. diciembre de 2020;99:102050.
14. Grech A, Sood I, Ariño L. Blockchain, Self-Sovereign Identity and Digital Credentials: Promise Versus Praxis in Education. *Front Blockchain*. 30 de marzo de 2021;4:616779.
15. Sullivan C. “Blockchain-Based Identity: The Advantages and Disadvantages”. En: Reddick CG, Rodríguez-Bolívar MP, Scholl HJ, editores. *Blockchain and the Public Sector [Internet]*. Cham: Springer International Publishing; 2021 [citado 30 de abril de 2024]. p. 197-218. (Public Administration and Information Technology; vol. 36). Disponible en: https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-55746-1_9
16. Dixit A, Smith-Creasey M, Rajarajan M. A Decentralized IIoT Identity Framework based on Self-Sovereign Identity using Blockchain. En: 2022 IEEE 47th Conference on Local Computer Networks (LCN) [Internet]. Edmonton, AB, Canada: IEEE; 2022 [citado 30 de abril de 2024]. p. 335-8. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9843700/>
17. Gugueoth V, Safavat S, Shetty S, Rawat D. A review of IoT security and privacy using decentralized blockchain techniques. *Computer Science Review*. noviembre de 2023;50:100585.
18. Yuan Y, Wang FY. Towards blockchain-based intelligent transportation systems. En: 2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) [Internet]. Rio de Janeiro, Brazil: IEEE; 2016 [citado 30 de abril de 2024]. p. 2663-8. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7795984/>
19. Ølnes S, Ubacht J, Janssen M. Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly*. septiembre de 2017;34(3):355-64.
20. Zheng Z, Xie S, Dai HN, Chen X, Wang H. Blockchain challenges and opportunities: a survey. *IJWGS*. 2018;14(4):352.

21. Preukschat A, Reed D. Self-Sovereign Identity. Manning Publications; 2021. 502 p.
22. Sunny J, Undralla N, Madhusudanan Pillai V. Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration. *Computers & Industrial Engineering*. diciembre de 2020;150:106895.
23. Semenzin S, Rozas D, Hassan S. Blockchain-based application at a governmental level: disruption or illusion? The case of Estonia. *Policy and Society*. 26 de julio de 2022;41(3):386-401.
24. Casino F, Dasaklis TK, Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*. marzo de 2019;36:55-81.
25. Htet M, Yee PT, Rajasekera JR. Blockchain based Digital Identity Management System: A Case Study of Myanmar. En: 2020 International Conference on Advanced Information Technologies (ICAIT) [Internet]. Yangon, Myanmar: IEEE; 2020 [citado 30 de abril de 2024]. p. 42-7. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9261785/>
26. Garzo Pérez J. Sistema de Identidad Soberana basada en Blockchain sobre Dispositivos Móviles [Internet] [Tesis de Licenciatura]. [Zaragoza, España]: Universidad San Jorge; 2020 [citado 30 de abril de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.usj.es/handle/123456789/424>
27. Lindner R, Schmudde M, González AJ, Acuña JL, Blind K. Analyzing the Standardization Landscape for Identity Management in Public Services - A Standards Review for the IMPULSE Project. *JICTS* [Internet]. 18 de noviembre de 2023 [citado 30 de abril de 2024]; Disponible en: <https://journals.riverpublishers.com/index.php/JICTS/article/view/22349>
28. Zheng Z, Xie S, Dai H, Chen X, Wang H. An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends. En: 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress) [Internet]. Honolulu, HI, USA: IEEE; 2017 [citado 30 de abril de 2024]. p. 557-64. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8029379/>
29. Gilani K, Ghaffari F, Bertin E, Crespi N. Self-sovereign Identity Management Framework using Smart Contracts. En: NOMS 2022-2022 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium [Internet]. Budapest, Hungary: IEEE; 2022 [citado 30 de abril de 2024]. p. 1-7. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9789831/>
30. Sahoo S, Fajge AM, Halder R, Cortesi A. A Hierarchical and Abstraction-Based Blockchain Model. *Applied Sciences*. 7 de junio de 2019;9(11):2343.
31. Nguyen GT, Kim K. A Survey about Consensus Algorithms Used in Blockchain. *Journal of Information Processing Systems*. 28 de febrero de 2018;14(1):101-28.
32. Dunphy P, Petitcolas FAP. A First Look at Identity Management Schemes on the Blockchain. *IEEE Secur Privacy*. julio de 2018;16(4):20-9.
33. Yue X, Wang H, Jin D, Li M, Jiang W. Healthcare Data Gateways: Found Healthcare Intelligence on Blockchain with Novel Privacy Risk Control. *J Med Syst*. octubre de 2016;40(10):218.
34. World Economic Forum. Strategic Intelligence. 2023 [citado 30 de abril de 2024]. Strategic Intelligence | World Economic Forum. Disponible en: <https://intelligence.weforum.org>
35. Mühle A, Grüner A, Gayvoronskaya T, Meinel C. A survey on essential components of a self-sovereign identity. *Computer Science Review*. noviembre de 2018;30:80-6.
36. Shuaib M, Hassan NH, Usman S, Alam S, Bhatia S, Mashat A, et al. Self-Sovereign Identity Solution for Blockchain-Based Land Registry System: A Comparison. Podda S, editor. *Mobile Information Systems*. 4 de abril de 2022;2022:1-17.
37. Seyam H, Habbal A. A Systematic Review of Blockchain-based Identity Management Solutions. *ICRAS*. 18

de mayo de 2023;1:246-53.

38. Ebert F, Finn C, Lee AX, Levine S. Self-Supervised Visual Planning with Temporal Skip Connections. 2017 [citado 30 de abril de 2024]; Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1710.05268>

39. Khan MZ, Kumar A, Sahu AK. Blockchain applications in supply chain management: a systematic review of reviews. GKMC [Internet]. 29 de marzo de 2023 [citado 30 de abril de 2024]; Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/GKMC-12-2022-0296/full/html>

40. Shamsan Saleh AM. Blockchain for secure and decentralized artificial intelligence in cybersecurity: A comprehensive review. Blockchain: Research and Applications. febrero de 2024;100193.

41. Yang H, Li Y. A Blockchain-Based Anonymous Authentication Scheme for Internet of Vehicles. Procedia Computer Science. 2022;201:413-20.

42. Javaid M, Haleem A, Singh RP, Suman R, Khan S. A review of Blockchain Technology applications for financial services. BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations. julio de 2022;2(3):100073.

43. Belguith S, Kaaniche N, Laurent M, Jemai A, Attia R. Accountable privacy preserving attribute based framework for authenticated encrypted access in clouds. Journal of Parallel and Distributed Computing. enero de 2020;135:1-20.

44. Azaria A, Ekblaw A, Vieira T, Lippman A. MedRec: Using Blockchain for Medical Data Access and Permission Management. En: 2016 2nd International Conference on Open and Big Data (OBD) [Internet]. Vienna, Austria: IEEE; 2016 [citado 30 de abril de 2024]. p. 25-30. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7573685/>

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Edith Mariela Quispe Sanabria, Julio Cesar Pizarro Avellaneda.

Curación de datos: Julio Cesar Pizarro Avellaneda, Edward Eddie Bustinza Zuasnabar.

Análisis formal: Julio Cesar Pizarro Avellaneda, Ana Mónica Huaraca García, Hilario Romero Giron.

Investigación: Lizet Doriela Mantari Mincami, Edward Eddie Bustinza Zuasnabar.

Metodología: Ana Mónica Huaraca García, Lizet Doriela Mantari Mincami.

Redacción - borrador original: Lizet Doriela Mantari Mincami, Yesser Soriano Quispe.

Redacción - revisión y edición: Yesser Soriano Quispe, Edith Mariela Quispe Sanabria, Julio Cesar Pizarro Avellaneda.