

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v7i13edespmar.0173>

TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN COMO MECANISMO DISRUPTIVO Y MODERNIZACIÓN EN LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTORAL DE ECUADOR

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AS A DISRUPTIVE MECHANISM AND MODERNIZATION IN ECUADOR'S ELECTORAL CONTROL SYSTEM

Macías-Mero Angelo Steeven¹; Quimiz-Moreira Mauricio Alexander²;
Mero-García Kelvin Armando³

¹ Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: amacias7686@utm.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-5503-4468>

² Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: mauricio.quimiz@utm.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5430-0215>

³ Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: kelvin.mero@utm.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1806-1989>

Resumen

Las elecciones nacionales, principalmente en los países en vías de desarrollo, se caracterizan por tener limitaciones en la transparencia de estos procesos, y por ende existen problemas de confianza en los resultados; ante esto, es importante encontrar herramientas que ayuden a fortalecer la democracia. Blockchain es una tecnología novedosa con el potencial de solventar estos problemas, por lo que se han desarrollado numerosos estudios sobre sistemas electorales basados en esta tecnología, no obstante, esta aún no se ha consolidado como una herramienta totalmente fiable. Por tal motivo, se conduce a una revisión de 43 estudios con el objetivo de identificar los factores a considerar y las técnicas que se emplean para hacer que blockchain sea funcional para las votaciones, a la vez que se señalan los beneficios y las desventajas que se pueden presentar al llevar a cabo esta idea en Ecuador. Encontrando que, aunque brinda aportes como la autenticación de los votantes, el anonimato y la privacidad de la información, presenta desafíos sustanciales que pueden complicar su implementación, ligados principalmente a la infraestructura tecnológica, las brechas digitales y a la aceptación social. Con base en esto, se infiere que actualmente en Ecuador no se podría aplicar un sistema de votaciones basado en blockchain, pero existe posibilidad de adaptar los beneficios que aporta esta herramienta gradualmente en trabajos futuros hasta conseguir los resultados deseados.

Palabras clave: blockchain, sistema de votaciones, e-voting, sistema electoral tradicional, aportes, desafíos.

Abstract

National elections, especially in developing countries, were characterized by limitations in the transparency of these processes, leading to trust issues in the results. In response, it became crucial to find tools that could strengthen democracy. Blockchain emerged as an innovative technology with the potential to address these problems. Numerous studies have been conducted on electoral systems based on this technology; however, it has not yet fully solidified as a completely reliable tool. To address this, a review of 43 studies was undertaken with the aim of identifying the factors to consider and the techniques employed to make blockchain functional for voting. Simultaneously, the benefits and disadvantages of implementing this idea in Ecuador were explored. It was found that, while blockchain contributes elements such as voter authentication, anonymity, and information privacy, it presents substantial challenges that could complicate its

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 19 de diciembre de 2023.

Fecha de aceptación: 13 de febrero de 2024.

Fecha de publicación: 26 de marzo de 2024.



implementation. These challenges are primarily linked to technological infrastructure, digital divides, and social acceptance. Based on these findings, it can be inferred that a blockchain-based voting system may not currently be applicable in Ecuador. However, there is the possibility of gradually adapting the benefits offered by this tool in future efforts until the desired results are achieved.

Keywords: blockchain, voting system, e-voting, traditional electoral system, contributions, challenges.

1. Introducción

Las elecciones democráticas son un proceso que valida el derecho de la ciudadanía a elegir a sus representantes políticos, llevadas a través papeletas y votantes reunidos en recintos electorales. Aunque los procesos electorales han sido eficientes, la desconfianza y la susceptibilidad a la manipulación de los resultados generan notables desafíos. En los últimos años, los modelos democráticos han sido invariables, en contraste a la sociedad que se ha visto envuelta en diversos cambios, principalmente a raíz de la digitalización, por lo que se necesita una revisión en la implementación de estos modelos (Benítez Martínez, 2021).

Concretamente, en la logística, las elecciones ecuatorianas generan altos gastos para el estado, como la impresión de papeletas, la contratación de personal,

autorizaciones legales en cada ciudad, la organización de las juntas receptoras del voto y la obligación a los miembros de juntas a presentarse, provocando inconvenientes de índole social y económico (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021). Por tal motivo, es de importancia plantear mecanismos que agilicen y transparenten los procesos electorales, y con el uso de internet como medio accesible para todas las personas, se plantea el desarrollo de herramientas que puedan suplir los inconvenientes del método tradicional (Lahane et al., 2020).

La idea de emplear tecnologías como blockchain que garanticen seguridad a la información almacenada y así se generen confiabilidad y credibilidad en la democracia desde la perspectiva ciudadana, se postula como una solución potencial para abordar

problemas como el gasto excesivo, el malestar social, la corrupción y la posibilidad de fraudes en los procesos electorales ecuatorianos. No obstante, en países en vías de desarrollo no se maneja una cultura digital con el primer mundo, por ende, existen desafíos para el desarrollo de esta propuesta (Lahane et al., 2020).

El presente estudio tiene como objetivo principal realizar un análisis sistemático sobre los factores a considerar en la implementación de blockchain en los procesos electorales, de forma que se ayude a determinar la viabilidad de su aplicación en el contexto democrático, centrándonos en Ecuador, un país en vías de desarrollo. A pesar de la limitada información disponible sobre el tópico en el país la investigación es complementada con estudios generales cuyos resultados serán acoplados a la situación ecuatoriana. Además, es sustancial destacar que, aunque el enfoque estará con base en el contexto ecuatoriano, la naturaleza de la investigación permite que las prácticas identificadas, las conclusiones

obtenidas y las recomendaciones puedan tener implicaciones adicionales.

Cuerpo

En los años más recientes los desafíos en procesos democráticos han destacado la importancia de abordar problemas relacionados con la protección de datos, la transparencia y la integridad de los votos, que son principios básicos para la credibilidad ante los votantes y las organizaciones políticas (Solano, 2024), a partir de lo cual blockchain cobra relevancia.

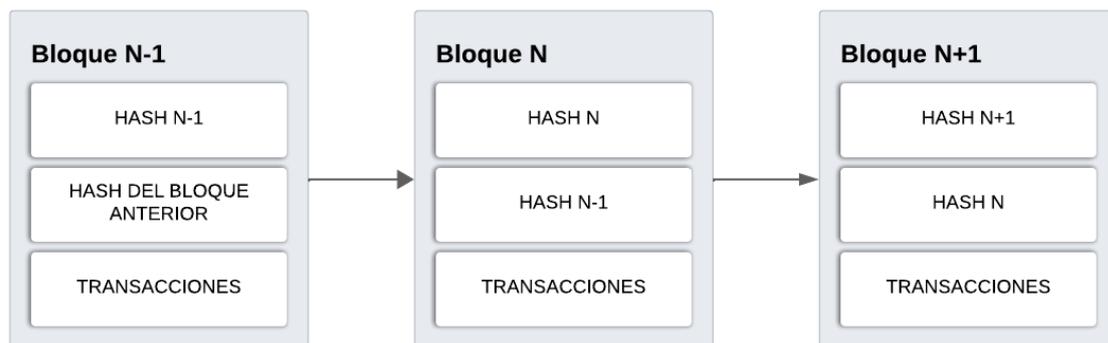
Blockchain

La tecnología blockchain es un libro de contabilidad distribuido que opera en red tipo peer-to-peer (P2P) (Monrat et al., 2019), que permite el almacenamiento de datos mediante bloques o listas de registros que crean una estructura de cadenas formada por los mismos bloques, que al ser inherentes no sufren modificaciones (Welfare, 2019). La estructura es descentralizada, y permite combinar algoritmos para el consenso en el registro de nuevos datos, brindando mayor seguridad y garantizando transparencia (Vladucu

et al., 2023). El uso de esta herramienta se ha ampliado más allá de las criptomonedas, por lo que es cada vez más común ver sus aplicaciones en campos como la salud, la agricultura y las

telecomunicaciones; generando un impacto positivo en la evolución tecnológica principalmente en seguridad y eficiencia (N & Herrera, 2019).

Figura 1: Estructura básica de blockchain



Elaborado por: Autores

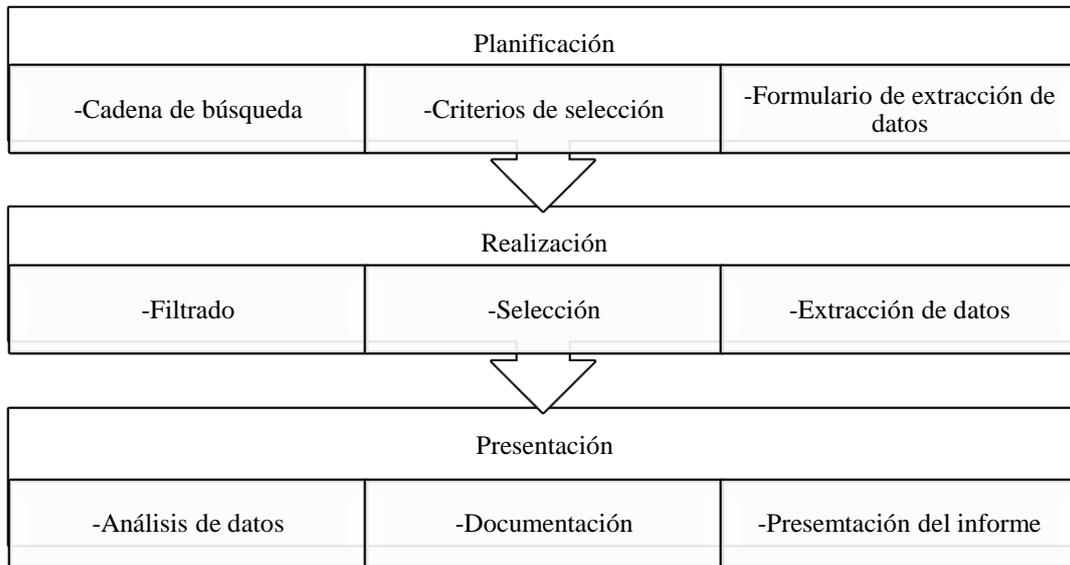
Voto electrónico

Con base en (McCorry et al., 2021), la implementación de un sistema de votaciones electrónicas, remotas y descentralizadas con la aplicación de blockchain es posible, lo que ayudaría en la agilización del proceso. El proceso consiste en el ingreso de los ciudadanos registro validado a una red distribuida con la posibilidad de ejercer la votación de forma remota, segura y verificable.

2. Materiales y métodos

Este estudio fue desarrollado mediante una revisión bibliográfica sobre el aporte de blockchain en el sistema electoral mediante una adaptación del modelo PRISMA (Page et al., 2021), misma que nos ayudó a definir las pautas del proceso de investigación. En conjunto se empleó la herramienta web Parsifal (<https://parsif.al>), de ayuda significativa en la trazabilidad del análisis. Este proceso contó con tres fases esenciales: Planificación, Realización y Presentación (Figura 1), detallada en el siguiente:

Figura 2: Proceso de revisión



Elaborado por: Autores

Planificación

En esta fase se definen los pasos a seguir a lo largo de la revisión. Para empezar, definimos los términos clave en base al método PICOC, Tabla 1; con esto, se determinó la lista de estas palabras y sus sinónimos para conformar la cadena de búsqueda que nos permitió hallar

los trabajos a usar en la investigación, dada a continuación: ("e-voting" OR "e-vote" OR "voting" OR "voting system" OR "electoral systems") AND ("blockchain" OR "Blockchain technology" OR "block-chain") AND ("traditional electoral system" OR "advantages" OR "challenges" OR "disadvantages" OR "opportunities" OR "solutions").

Tabla 1: Términos clave PICOC

| Término | Palabra clave |
|--------------|---------------------------------|
| Población | sistema de votaciones, e-voting |
| Intervención | blockchain |
| Comparación | sistema electoral tradicional |

Elaborado por: Autores

Por otra parte, los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 2), han sido considerados de esta forma:

Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión

| Criterios de inclusión | Criterios de exclusión |
|---|--|
| Artículos que respondan al menos una pregunta de investigación. | Artículos de aplicaciones de blockchain en otros campos |
| Artículos de revista indexadas | Artículo que no están dentro del contexto de sistema electoral |
| Periodo de publicación: 2018-2024 | Capítulos de libros |
| Idioma: inglés | Duplicados |
| | Editoriales |
| | Documento de conferencia inconclusos |

Elaborado por: Autores

Además de esto, se procedió definiendo el formulario para la extracción de datos, por lo que se

definieron los aspectos claves a extraer de los trabajos, esto se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Formulario de extracción de datos

| Descripción | Tipo de dato |
|--------------------------------|--------------|
| ID | INT |
| Referencia | STRING |
| Publicación (Año) | INT |
| Factores | STRING |
| Técnicas o Herramientas | STRING |
| Aporte (s) | STRING |
| Desafío (s) | STRING |

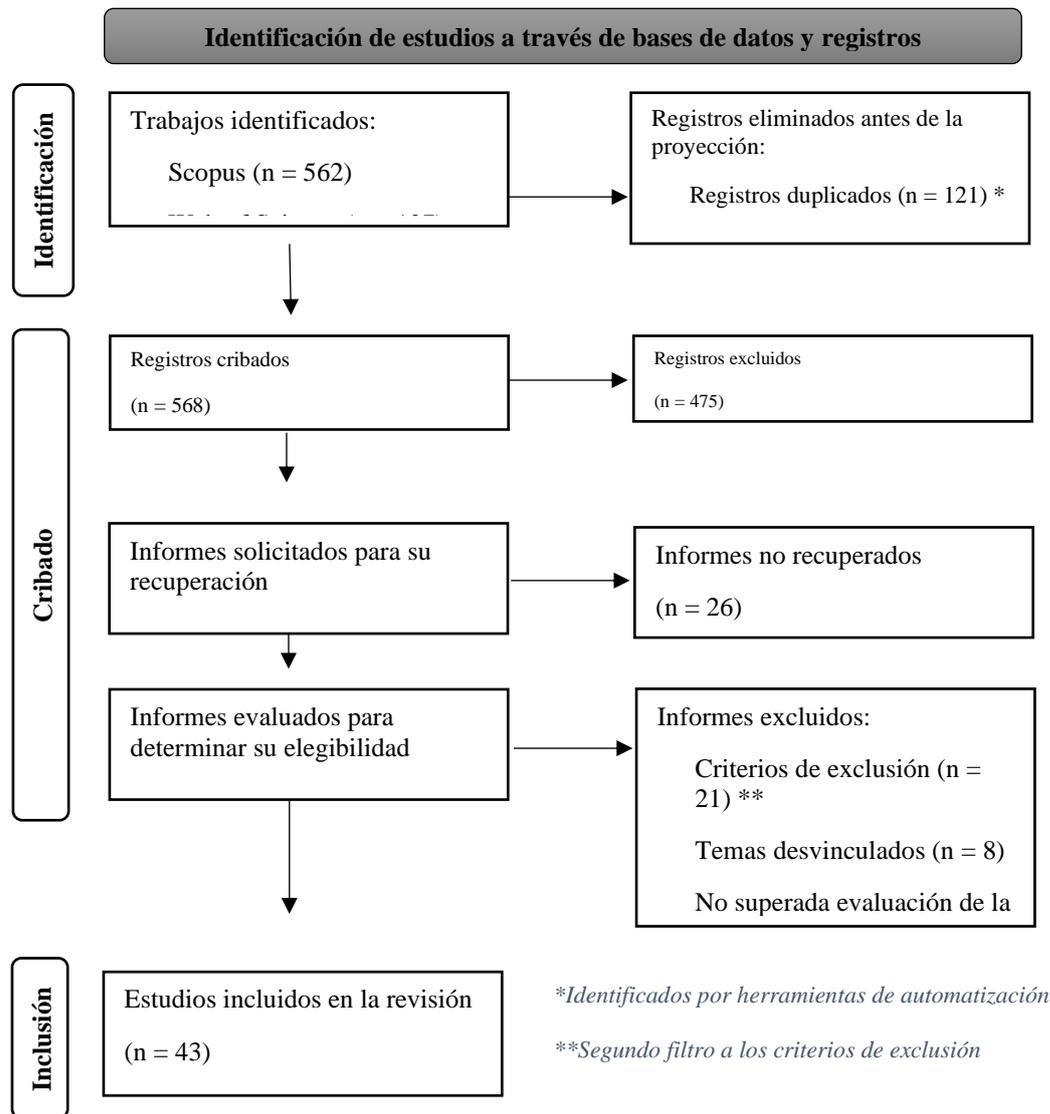
Elaborado por: Autores

Realización

Para la revisión se ha usado dos bases de datos, Scopus y Web of Science (WoS). En la Figura 2, se presenta el flujo del proceso de selección de los trabajos. Comenzando con la identificación, se obtuvo el número de trabajos por fuente y se eliminaron los registros duplicados. Luego, se llevó a cabo el cribado o screening, la fase más extensa, donde se detectaron registros que cumplían las condiciones de búsqueda, se

determinaron las publicaciones a las que se podía acceder y se procedió a una evaluación más profunda de los estudios. Durante esta evaluación, se excluyeron aquellos que cumplían con los criterios de exclusión más minuciosos, los que no están alineados con la investigación o presentan temas no pertinentes, y aquellos que no superan la evaluación de la calidad. Finalmente, se logró la inclusión de los estudios que formarán la base de la revisión.

Figura 3: Flujograma Método PRISMA 2020



Elaborado por: Autores

Presentación

Con la extracción de datos en los trabajos incluidos para la revisión, se realizó el análisis correspondiente, este abarca las metodologías y herramientas con mayor empleo en la implementación de blockchain, los

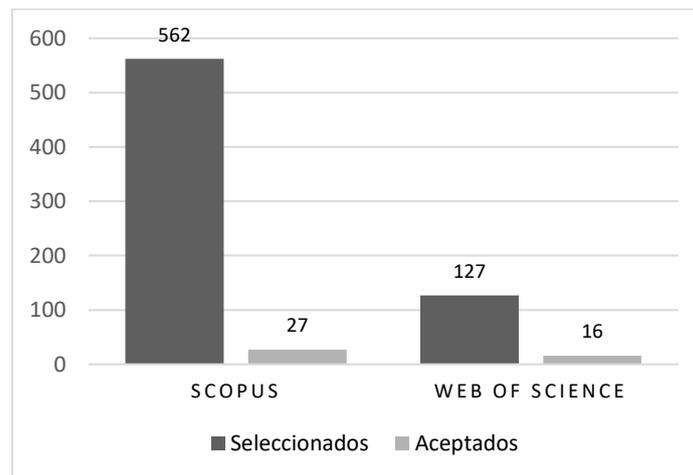
factores a tener en cuenta y se identificaron las ventajas generales y las desventajas o limitaciones en el contexto ecuatoriano. Una vez realizado esto, se efectuó la redacción del informe a presentar.

3. Resultados y discusión

En la figura 3, se muestra la relación entre las dos bases de datos exploradas, donde Scopus genero el 82% de los trabajos frente al 18% de

los trabajos de Web of Science (WoS). Se remarca que relación 2 a 1 en correspondencia a los trabajos aceptados de Scopus a Web of Science (WoS).

Figura 3: Artículos seleccionados y aceptados por fuente

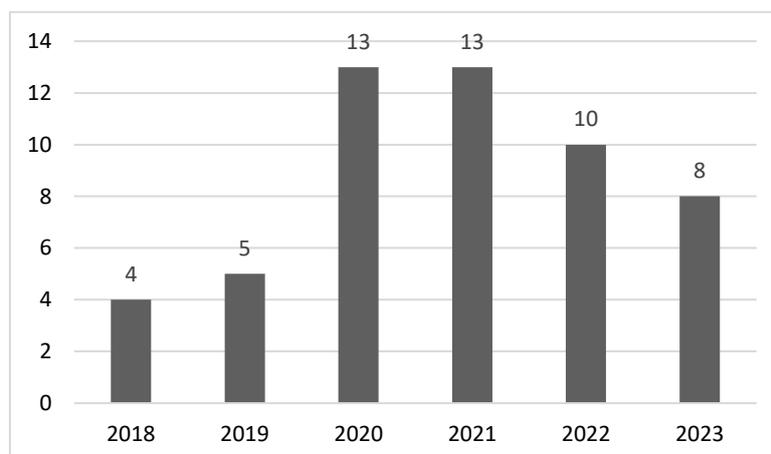


Elaborado por: Autores

Referente a la distribución de trabajos a través de los años en la figura 4, existe una tendencia entre los años 2020 y 2021, con esto se infiere el auge de la necesidad de

digitalizar los procesos electorales debido a la emergencia sanitaria a raíz de la pandemia del Covid-19 (Annunziata et al., 2021).

Figura 4: Número de artículos por año



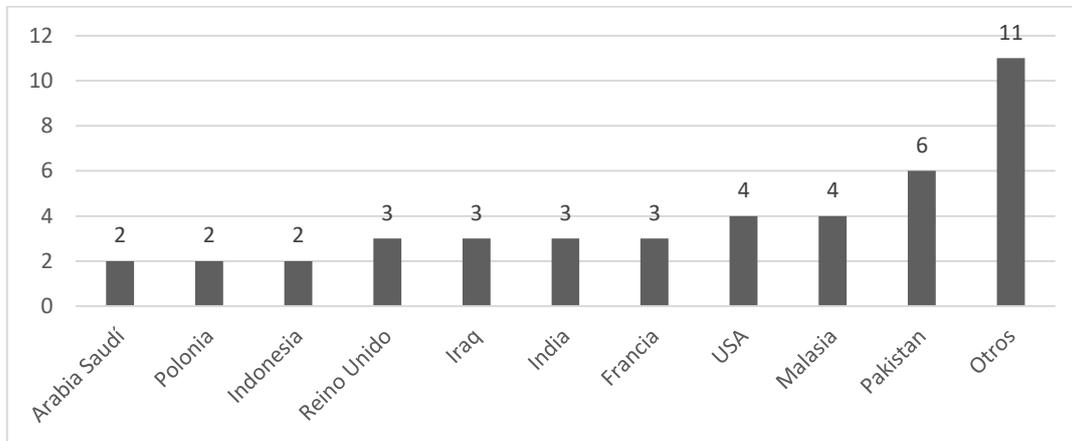
Elaborado por: Autores

En la figura 5 indica el país con mayor frecuencia de publicaciones,

donde se destaca Pakistán con un 13%. Además, hay 11 países que

solo tienen un trabajo que se agrupan en Otros.

Figura 5: Publicaciones seleccionadas por países



Elaborado por: Autores

Discusión

Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura sobre la viabilidad de aplicación de blockchain en el sistema electoral, identificándose 689 documentos potenciales de los cuales se han seleccionado 43. Obteniendo 4 tipos de factores principales que pueden categorizarse, 39 herramientas, 25 aportes sustanciales, y 21 desafíos identificados.

Factores a considerar para implementar blockchain en el sistema electoral

Se identificaron diversos factores que influyen en la viabilidad de la implementación de blockchain en un sistema electoral nacional. Por parte

de los autores (Baudier et al., 2021; Pawlak & Poniszewska-Marańda, 2021; Shahzad & Crowcroft, 2019) y con base en la acepción encontrada en cada aspecto, se ha categorizado 4 factores a tener en cuenta para la implementación de blockchain en procesos electorales; gubernamentales y/o políticos, sociales, tecnológicos y económicos. El 28,57% de estos factores se atribuyen al ámbito gubernamental o político, el 22,86% se relaciona con consideraciones sociales, el 40% destaca la tecnología como un aspecto fundamental, y el restante 8,57% está vinculado al ámbito económico. Se observa una clara tendencia hacia la importancia de los factores tecnológicos inherentes

para la viabilidad de la implementación de blockchain en este contexto. El rendimiento computacional (Daramola & Thebus, 2020; Saeed et al., 2022) emerge como la necesidad técnica más frecuente, según lo señalan los autores como un determinante crucial para el éxito de un modelo basado en blockchain. En este sentido, se puede establecer una conexión con los aspectos económicos, especialmente en términos de los costos asociados (Burhanuddin et al., 2018) con la adquisición de la infraestructura necesaria para garantizar un rendimiento computacional óptimo (Huang et al., 2021; Zayed & Placide, 2020).

Además, se destacan otros factores, como la aceptación social, la cultura tecnológica nacional (Kshetri & Voas, 2018) y las brechas digitales (Vladucu et al., 2023). Aunque estos elementos no han sido ampliamente abordados en los trabajos existentes, especialmente en países en vías de desarrollo como Ecuador, podrían ser significativos debido a las posibles limitaciones de accesibilidad. Por otra parte, en el ámbito gubernamental y político, la

legislación (Jafar et al., 2021) y las regulaciones (Alabri et al., 2022) son aspectos cruciales para respaldar un modelo tecnológico basado en blockchain. Los autores sostienen que una demostración funcional del modelo ante las autoridades correspondientes puede ser determinante para la aprobación y legitimación de las entidades prudentes.

Herramientas o técnicas que facilitan cumplir los requisitos de la democracia

El 79% de los trabajos seleccionados contribuyen a esta interrogante. En primer lugar, destaca el extenso uso de contratos inteligentes (Sallal et al., 2023; Taş & Tanrıöver, 2020) para la ejecución de acuerdos o términos contractuales basados en las políticas definidas en el modelo. En el ámbito de la gestión de identidades, se emplearon diversas técnicas y herramientas, como biométricos (Khan et al., 2018; Mitra & Chowdhury, 2020), firma digital (Leune & Punjwani, 2021), tarjetas inteligentes (Seftyanto et al., 2019) y el número nonce (Alam et al., 2020). Entre ellas, la biométrica fue la más recurrente, asegurando la verificación de la identidad del

votante, es decir, corrobora que sea el votante inscrito quien se presenta.

Asimismo, uno de los requisitos más fundamentales de la democracia es la no divulgación de los votos. Para abordar este aspecto están los protocolos de cifrado (Pereira et al., 2023), pruebas de conocimiento cero (Damavandi & Nogoorani, 2022; Song et al., 2021) y técnicas de hash.

De acuerdo con la privacidad del votante (anonimato), se emplean firmas ciegas, de anillo (Huang et al., 2021), redes mixtas (Sallal et al., 2023) y biohash (Vladucu et al., 2023), todas diseñadas para ocultar la identidad del emisor del voto. Además, se destacan principios como: técnicas para garantizar que el gasto computacional no sea un inconveniente, la publicación de resultados (abordada en pocas investigaciones), el consenso de validación de votos (con múltiples técnicas, pero sin relevancia oportuna) y la forma de almacenar o estructurar los resultados.

Estos hallazgos indican la capacidad de adaptación de la tecnología blockchain para colaborar con otras herramientas, augurando un proceso

electoral acorde a los principios establecidos en la definición de democracia.

Aportes de blockchain en un sistema electoral

Los estudios seleccionados resaltan los aportes de blockchain como herramienta aplicada en sistemas de votación. La autenticación de los votantes (Kumar & Sharma, 2019; Shahzad & Crowcroft, 2019), identificada en un 62,79%, el anonimato (Ahmed et al., 2020; Imperial, 2021), presente en el 58,14% de los documentos, y la verificabilidad (Kshetri & Voas, 2018), con una frecuencia del 51,16%, destacan como los tres aportes más mencionados. Estos resultados subrayan el impacto significativo de la aplicación de blockchain en la transparencia del proceso electoral.

La autenticación de los votantes, minimiza el riesgo de que votantes no inscritos o legalizados emitan votos, así como previene la posibilidad de que un mismo votante participe más de una vez, que se relaciona con la unicidad (Farooq et al., 2022; Leune & Punjwani, 2021), presente en el 37,21%. La tecnología

blockchain también respalda el anonimato y la integridad (Wahab et al., 2022), y con el apoyo de otras técnicas o herramientas, garantiza la salvaguarda de la identidad de los votantes, protegiéndola del acceso público. Asimismo, potencia la verificabilidad, permitiendo que todas las partes interesadas conozcan de manera eficiente y segura los resultados sin comprometer los demás principios.

Además de estos aportes destacados, existen beneficios identificados en menor medida que con una adecuada gestión del modelo de votación, muchos de estos aportes pueden incorporarse entre sí, resaltando así la notable potencialidad de esta tecnología.

Desafíos de blockchain en el proceso electoral de Ecuador

En este caso, además de la revisión se considera el contexto específico del país; el 67,44% de los estudios revisados contribuyen a la identificación de los desafíos significativos en la implementación de un sistema de votación basado en blockchain.

Los resultados claves revelan que el 44,83% de los estudios señalan que

los ataques a la seguridad de los datos (AlAbri et al., 2022; Benabdallah et al., 2022; Pawlak & Poniszewska-Marañda, 2021) son el principal desafío, donde grupos políticos deshonestos pueden adulterar los resultados para sus intereses, y explotar las vulnerabilidades de un proceso digitalizado para afectar la disponibilidad del sistema o manipular los votos. Es importante mencionar que actualmente en Ecuador se aplica el voto electrónico para los emigrantes, y en las votaciones de febrero de 2023, el Consejo Nacional Electoral (CNE, 2023), informó sobre ataques que afectaron la disponibilidad del servicio, lo cual es un aspecto fundamental que coincide con la principal preocupación de la revisión de la literatura (Zapata, 2023).

Por otra parte, el 37,93% de los estudios mencionan la escalabilidad del modelo (Jafar et al., 2022), que está intrínsecamente vinculada al rendimiento computacional (Ibrahim et al., 2021) necesario para un proceso eficiente, aspecto considerado un desafío en el 31,03% de los trabajos revisados. La capacidad de manejar un aumento

en el número de votantes es crucial para un sistema electoral nacional, y aunque la capacidad tecnológica del país puede presentar desafíos, la descentralización inherente a la tecnología blockchain podría facilitar el procesamiento distribuido.

Entre otros aspectos a considerar se tienen algunos antecedentes; en el 2020, durante la emergencia sanitaria que se enfrentó por el Covid-19 se planteó digitalizar el balotaje, ante esto salieron a relucir consideraciones económicas y sociales (Morocho et al., 2020); hubo dos ideas contrapuestas, el vicepresidente del CNE, Enrique Pita, sostuvo que la votación telemática produciría un ahorro de 50 millones de dólares, mientras que Wilma Andrade, representante del partido Izquierda Democrática, afirma que la infraestructura tecnológica del país no es apta para acoger este método electoral, pues la conectividad de la población total es alrededor a un 37% (NOTIMUNDO, 2020), situación que violenta los principios de la participación democrática. En cuanto a la inmadurez tecnológica de la que se presume en los estudios de la

revisión, se considera que Ecuador no es completamente neófito en el uso de blockchain aplicado en procesos electorales, en febrero del 2023, las elecciones seccionales se apoyaron en blockchain para darle una identidad digital a las actas y otorgar trazabilidad y por ende transparencia al proceso electoral (Zapata, 2023).

4. Conclusiones

Las publicaciones relacionadas con la aplicación de blockchain en el contexto electoral son un campo muy explorado en la actualidad, sin embargo, dentro de la zona geográfica latinoamericana, concretamente en Ecuador, la investigación del tema es limitada ya que existen implementaciones de este tipo, pero no están documentadas.

Por otra parte, mediante una exploración sobre el modelo electoral ecuatoriano, la realidad tecnológica del país describe ventajas como; el gasto económico, mejora en la gestión de identidades y eficiencia de conteo. Sin embargo, sustituir el modelo actual presenta

limitantes como; la inmadurez de la tecnología, la falta de estandarización, la infraestructura socio-técnica del país y la aceptación inhibida por las brechas digitales existentes en Ecuador, debido a consecuencias desfavorables en lo que respecta a la participación de clases sociales bajas y una mayor vulnerabilidad de los datos, dos aspectos fundamentales para la preservación de la democracia.

Bibliografía

- Ahmed, M. R., Javed Mehedi Shamrat, F. M., Ali, M. A., Mia, M. R., & Khatun, M. A. (2020). The future of electronic voting system using blockchain. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), 4131-4134. Scopus.
- AlAbri, R., Shaikh, A. K., Ali, S., & Al-Badi, A. H. (2022). Designing an E-Voting Framework Using Blockchain Technology: A Case Study of Oman. *International Journal of Electronic Government Research (IJEGR)*, 18(2), 1-29. <https://doi.org/10.4018/IJEGR.298203>
- Alam, M., Yusuf, M. O., & Sani, N. A. (2020). Blockchain technology for electoral process in Africa: A short review. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, 12(3), 861-867. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s41870-020-00440-w>
- Annunziata, R., Arena, E., & Basualdo Franchino, U. (2021). ¿Giro digital?: Desafíos de los presupuestos participativos argentinos frente a la pandemia de Covid-19. <https://doi.org/10.5354/0719-5338.2021.61609>
- Baudier, P., Kondrateva, G., Ammi, C., & Seulliet, E. (2021). Peace engineering: The contribution of blockchain systems to the e-voting process. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120397. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120397>
- Benabdallah, A., Audras, A., Coudert, L., El Madhoun, N., & Badra, M. (2022). Analysis of Blockchain Solutions for E-Voting: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 10, 70746-70759. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3187688>
- Benítez Martínez, F. L. (2021). Un modelo de gobernabilidad para procesos de eDemocracia basados en una red neuronal de blockchain. Universidad de Granada.

- <https://digibug.ugr.es/handle/10481/65422>
- Burhanuddin, N. S., Zaman, F. H. K., Yassin, A. I. M., & Tahir, N. M. (2018). Blockchain in voting system application. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(4), 156-162. Scopus. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.11.20793>
- CNE. (2023). CNE - Consejo Nacional Electoral—Construyendo Democracia—Ecuador. <https://www.cne.gob.ec/cne/>
- Damavandi, S., & Nogoorani, S. D. (2022). An Electronic Voting Scheme Based on Blockchain Technology and Zero-Knowledge Proofs. *ISecure*, 14(3 Special Issue), 123-133. Scopus. <https://doi.org/10.22042/isecure.2022.14.3.13>
- Daramola, O., & Thebus, D. (2020). Architecture-Centric Evaluation of Blockchain-Based Smart Contract E-Voting for National Elections. *Informatics*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/informatics7020016>
- Farooq, M. S., Iftikhar, U., & Khelifi, A. (2022). A Framework to Make Voting System Transparent Using Blockchain Technology. *IEEE Access*, 10, 59959-59969. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3180168>
- Huang, J., He, D., Obaidat, M. S., Vijayakumar, P., Luo, M., & Choo, K.-K. R. (2021). The Application of the Blockchain Technology in Voting Systems: A Review. *Encuestas de Computación ACM*, 54(3), 60:1-60:28. <https://doi.org/10.1145/3439725>
- Ibrahim, M., Ravindran, K., Lee, H., Farooqui, O., & Mahmoud, Q. H. (2021). ElectionBlock: An Electronic Voting System using Blockchain and Fingerprint Authentication. *2021 IEEE 18th International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C)*, 123-129. <https://doi.org/10.1109/ICSA-C52384.2021.00033>
- Imperial, M. (2021). The Democracy to Come? An Enquiry Into the Vision of Blockchain-Powered E-Voting Start-Ups. *Frontiers in Blockchain*, 4, 587148. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2021.587148>
- Jafar, U., Ab Aziz, M. J., Shukur, Z., & Hussain, H. A. (2022). A Systematic Literature Review and Meta-Analysis on Scalable Blockchain-Based Electronic Voting Systems. *Sensors*, 22(19), Article 19.

- <https://doi.org/10.3390/s22197585>
- Jafar, U., Aziz, M. J. A., & Shukur, Z. (2021). Blockchain for Electronic Voting System—Review and Open Research Challenges. *Sensors*, 21(17), 5874. <https://doi.org/10.3390/s21175874>
- Khan, K. M., Arshad, J., & Khan, M. M. (2018). Secure Digital Voting System Based on Blockchain Technology. *International Journal of Electronic Government Research (IJEGR)*, 14(1), 53-62. <https://doi.org/10.4018/IJEGR.2018010103>
- Kshetri, N., & Voas, J. (2018). Blockchain-Enabled E-Voting. *IEEE Software*, 35(4), 95-99. <https://doi.org/10.1109/MS.2018.2801546>
- Kumar, K., & Sharma, A. (2019). E-voting in India using blockchain and its modus operandi. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 16(9), 3774-3777. Scopus. <https://doi.org/10.1166/jctn.2019.8249>
- Lahane, A. A., Patel, J., Pathan, T., & Potdar, P. (2020). Blockchain technology based e-voting system. *ITM Web of Conferences*, 32, 03001. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20203203001>
- Leune, K., & Punjwani, J. (2021). Enhancing Electronic Voting With A Dual-Blockchain Architecture. *Ledger*, 6. <https://doi.org/10.5195/ledger.2021.199>
- McCorry, P., Mehrnezhad, M., Toreini, E., Shahandashti, S. F., & Hao, F. (2021). On Secure E-Voting over Blockchain. *Digital Threats: Research and Practice*, 2(4). Scopus. <https://doi.org/10.1145/3461461>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). Ministerio de Economía y Finanzas transfiere USD 3,6 millones para logística de FF.AA. en proceso electoral. [Estatal]. <https://www.finanzas.gob.ec/ministerio-de-economia-y-finanzas-transfiere-usd-36-millones-para-logistica-de-ff-aa-en-proceso-electoral/>
- Mitra, M., & Chowdhury, A. (2020). A modernized voting system using fuzzy logic and blockchain technology. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 12(3), 17-25. Scopus. <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2020.03.03>

- Monrat, A. A., Schelén, O., & Andersson, K. (2019). A Survey of Blockchain From the Perspectives of Applications, Challenges, and Opportunities. *IEEE Access*, 7, 117134-117151. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936094>
- Morocho, N., Mosquera, R., Pacheco Molina, A., & Campuzano, J. (2020). La tecnología blockchain y sus posibilidades de uso en la provincia de El Oro. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(Extra 6-1), 314-327.
- N, J. L. M., & Herrera, E. J. C. (2019). Tecnologías Blockchain y sus aplicaciones. *Visión Antataura*, 3(2), Article 2.
- NOTIMUNDO. (2020, abril 26). CNE ya debate ideas para que voto sea virtual en Ecuador. <https://notimundo.com.ec/cne-ya-debate-ideas-para-que-voto-sea-virtual-en-ecuador/>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pawlak, M., & Poniszewska-Marańda, A. (2021). Trends in blockchain-based electronic voting systems. *Information Processing & Management*, 58(4), 102595. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102595>
- Pereira, B. M. B., Torres, J. M., Sobral, P. M., Moreira, R. S., Soares, C. P. de A., & Pereira, I. (2023). Blockchain-Based Electronic Voting: A Secure and Transparent Solution. *Cryptography*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/cryptography7020027>
- Saeed, S. H., Hadi, S. M., & Hamad, A. H. (2022). Iraqi Paradigm E-Voting System Based on Hyperledger Fabric Blockchain Platform. *Ingenierie Des Systemes d'Information*, 27(5), 737-745. Scopus. <https://doi.org/10.18280/isi.270506>
- Sallal, M., de Fréin, R., & Malik, A. (2023). PVPBC: Privacy and Verifiability Preserving E-Voting Based on Permissioned Blockchain. *Future Internet*, 15(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/fi15040121>

- Seftyanto, D., Amiruddin, A., & Hakim, A. R. (2019). Design of Blockchain-Based Electronic Election System Using Hyperledger: Case of Indonesia. 2019 4th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE), 228-233. <https://doi.org/10.1109/ICITISSE48480.2019.9003768>
- Shahzad, B., & Crowcroft, J. (2019). Trustworthy Electronic Voting Using Adjusted Blockchain Technology. *IEEE Access*, 7, 24477-24488. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2895670>
- Solano, C. (2024). Blockchain, más allá de las criptomonedas. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/53465>
- Song, J.-G., Moon, S.-J., & Jang, J.-W. (2021). A Scalable Implementation of Anonymous Voting over Ethereum Blockchain. *Sensors*, 21(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/s21123958>
- Taş, R., & Tanrıöver, Ö. Ö. (2020). A Systematic Review of Challenges and Opportunities of Blockchain for E-Voting. *Symmetry*, 12(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/sym12081328>
- Vladucu, M.-V., Dong, Z., Medina, J., & Rojas-Cessa, R. (2023). E-Voting Meets Blockchain: A Survey. *IEEE Access*, 11, 23293-23308. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3253682>
- Wahab, Y. M., Ghazi, A., Al-Dawoodi, A., Alisawi, M., Abdullah, S. S., Hammood, L., & Nawaf, A. Y. (2022). A Framework for Blockchain Based E-Voting System for Iraq. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(10), 210-222. Scopus. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i10.30045>
- Welfare, A. (2019). Introduction to Blockchain Technology (pp. 7-35). <https://doi.org/10.1002/9781119578048.ch1>
- Zapata, V. (2023, febrero 6). Ecuador utilizó tecnología blockchain en elecciones seccionales. *BeInCrypto*. <https://es.beincrypto.com/ecuador-utilizo-tecnologia-blockchain-elecciones-seccionales/>
- Zayed, K., & Placide, R. (2020). Advocating for a blockchain voting system in the USA. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 12(3), 306-315. Scopus. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2020.107985>