

Escalabilidad y Sostenibilidad en Implementaciones de Blockchain para Auditoría Informática: Retos y Soluciones Futuras

Scalability and Sustainability in Blockchain Implementations for IT Audit: Challenges and Future Solutions.

Ricardo Pinto^[0009-0003-0325-9544]

Universidad Autónoma del Estado de México: Toluca, México, MX

ricar.pinto@gmx.com, <https://orcid.org/>

CITA EN APA:

Pinto, R. (2023). Escalabilidad y Sostenibilidad en Implementaciones de Blockchain para Auditoría Informática: Retos y Soluciones Futuras. Technology Rain Journal, 2(1), e14. <https://technologyrain.com.ar/index.php/trj/article/view/14>

Recibido: 01 de Septiembre 2022

Aceptado: 14 de Noviembre 2022

Publicado: 01 de Enero 2023

Technology Rain Journal
ISSN: 2953-464X



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen. El artículo aborda los conceptos de escalabilidad y sostenibilidad en las implementaciones de blockchain para auditoría informática. Se examinan las definiciones de escalabilidad, considerando factores como el rendimiento de la red y la capacidad de procesamiento, así como la variabilidad según el tipo de blockchain utilizado. Asimismo, se analizan las dimensiones económicas, medioambientales y sociales de la sostenibilidad, destacando la importancia de reducir el consumo energético y garantizar la inclusión social en el acceso a la tecnología blockchain. El artículo propone una revisión sobre enfoques en los retos y soluciones para abordar los desafíos identificados en la implementación de la tecnología Blockchain en la auditoría informática.

Palabras Clave: Escalabilidad, sostenibilidad, blockchain, auditoría informática

Abstract. The article addresses the concepts of scalability and sustainability in blockchain implementations for computer auditing. Definitions of scalability are examined, considering factors such as network performance and processing capacity, as well as variability according to the type of blockchain used. It also discusses the economic, environmental and social dimensions of sustainability, highlighting the importance of reducing energy consumption and ensuring social inclusion in blockchain technology access. The article proposes a review on approaches to challenges and solutions to address the challenges identified in the implementation of blockchain technology in IT auditing.

Keywords: Scalability, sustainability, blockchain, computer audit.

1. INTRODUCCIÓN

En ocasiones, al abordar el tema de la auditoría, se suelen asociar conceptos equivocados, entre ellos, la percepción de que es un proceso orientado a encontrar responsables de errores en una organización o empresa. Sin embargo, esta noción, si bien tiene cierta validez, va más allá de la mera detección de irregularidades empresariales. Es importante destacar que los conceptos e ideas en torno a la auditoría evolucionan constantemente con el tiempo, al igual que las ramificaciones que surgen de ella (Imbaquingo et al., 2020). La velocidad del progreso en el mundo moderno impulsa a las sociedades

a cuestionar de manera continua los métodos tecnológicos empleados en diversas industrias. Esta aceleración se refleja en las tecnologías innovadoras que generan una nueva red de valor y que, eventualmente, interrumpen el mercado existente en un corto plazo de tiempo o incluso décadas, reemplazando así tecnologías anteriores.

En el ámbito de la auditoría informática, se ha identificado un desafío significativo relacionado con la escalabilidad y sostenibilidad en las implementaciones de blockchain. A medida que la tecnología blockchain se ha convertido en una herramienta clave para garantizar la seguridad y la integridad de los datos, surge la necesidad de evaluar cómo esta tecnología puede adaptarse eficientemente al crecimiento de las transacciones, considerando el rendimiento de la red y el tipo de blockchain utilizado. Además, es importante considerar los aspectos económicos, medioambientales y sociales asociados con la implementación de blockchain en auditoría informática. En este contexto, se requiere una comprensión sólida del marco conceptual que sustenta la aplicación de blockchain en auditoría informática, así como la exploración de soluciones prácticas para abordar estos desafíos y mejorar la eficiencia y efectividad de las auditorías basadas en blockchain.

La Auditoría Informática surge como una nueva rama, con el avance de la innovación tecnológica, según (Vasarhelyi & Halper, 2018) tiene la responsabilidad de examinar los procesos de tecnología de la información en una organización con el fin de identificar errores y hallazgos que ayuden al auditado a mejorar dichos procesos y alcanzar sus objetivos. Además, (Aditya et al., 2018) afirman que la Auditoría de TI también se encarga de evaluar la seguridad de la información manejada tanto dentro como fuera de una empresa. (Thomé et al., 2018) señalan que las vulnerabilidades en los sistemas web plantean graves amenazas a la seguridad y la privacidad, tales como violaciones de la privacidad de los datos, violaciones de la integridad de los datos y denegaciones de servicio.

Los sistemas computacionales comunes y en especial los sistemas bancarios, por su alta transaccionalidad, tienen la necesidad de tener un registro auditable e íntegro, para que su nivel de confiabilidad sea alto. Año a año gran parte de estos sistemas han sido vulnerados, repercutiendo en su confiabilidad. Un ejemplo de esto según (Wilson Steven, 2017) es el Jackpotting, un famoso software para hackear cajeros automáticos. Desde su origen en 2009, la tecnología blockchain ha experimentado un impresionante avance en su diversidad de usos en diversas industrias. Con atributos inherentes como la transparencia garantizada, la integridad de la red, la seguridad de las transacciones, la privacidad y la descentralización del poder, entre otros aspectos (Tapscott y Tapscott, 2017). La implementación de la tecnología blockchain provoca una transformación radical en el rol del auditor, generando una prometedora perspectiva de crecimiento profesional que demandará la adquisición de habilidades y conocimientos actualizados, así como la posibilidad de formar equipos

interdisciplinarios. Asimismo, conlleva un cambio en la estrategia, planificación y estructura de las actividades de auditoría.

El objetivo principal de este artículo es realizar un análisis exhaustivo y una evaluación detallada de los desafíos relacionados con la escalabilidad y sostenibilidad en las implementaciones de blockchain para la auditoría informática. En este sentido, se busca examinar las soluciones actuales y futuras propuestas en la literatura científica y en la industria con el fin de abordar de manera efectiva estos desafíos. El enfoque se centra en una revisión de soluciones que permitan mejorar tanto la escalabilidad como la sostenibilidad de las implementaciones de blockchain en el ámbito de la auditoría informática. El propósito es contribuir significativamente al avance del conocimiento en este campo, aportando recomendaciones prácticas para la implementación de soluciones que aborden de manera efectiva los desafíos mencionados. El logro de estos objetivos tendrá un impacto positivo en la eficiencia y efectividad de las auditorías informáticas basadas en blockchain, generando beneficios sustanciales tanto para los investigadores como para los profesionales del sector en términos de seguridad, confianza y verificación de datos en los procesos de auditoría.

El artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección de metodología se describe el enfoque utilizado en el estudio. Posteriormente, en la sección de contextualización se establece el marco teórico y se proporciona el contexto relevante del problema investigado. En la sección de resultados se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis de los datos. A continuación, en la sección de discusión se analizan e interpretan los resultados en relación con la literatura existente. En la sección de conclusiones se resumen los principales hallazgos y se presentan las implicaciones y recomendaciones prácticas derivadas de la investigación. Por último, se incluyen las referencias bibliográficas utilizadas en el artículo para respaldar los argumentos y afirmaciones realizadas.

2. METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca en una revisión de literatura exhaustiva. En esta investigación los datos fueron principalmente primarios y secundarios los cuales se obtienen a través de la recopilación y análisis de artículos científicos provenientes de diversas revistas académicas.

Los artículos fueron obtenidos de bases de datos en línea especializadas, utilizando criterios de búsqueda basados en palabras clave relevantes, tales como "escalabilidad", "sostenibilidad", "implementaciones de blockchain", "auditoría informática" y otros términos relacionados. Este enfoque permite examinar críticamente los trabajos previos existentes, identificar tendencias, enfoques metodológicos y soluciones propuestas, y establecer una base sólida para abordar los desafíos planteados en este estudio.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

Escalabilidad en la implementación de Blockchain

Después de realizar una exhaustiva revisión de la literatura existente, se han encontrado múltiples definiciones de escalabilidad en el ámbito de las implementaciones de blockchain para la auditoría informática. Los estudios previos resaltan la importancia de tomar en cuenta diversos factores, como el rendimiento de la red, la capacidad de procesamiento y la gestión efectiva de un volumen creciente de transacciones. Sin embargo, también podemos encontrar casos de uso a la inversa, es decir, casos donde se utiliza la tecnología blockchain para mejorar procesos en el entorno big data. En este sentido, la blockchain puede proporcionar robustez, seguridad, transparencia y escalabilidad a grandes sistemas de datos, lo que permite hacer frente a un amplio abanico de amenazas (C. Dolader et al, 2020) .

Diversos investigadores han propuesto a la escalabilidad como una métrica a medir para evaluarlo en razón a su carga de trabajo, funcionalidad versus la de un sistema tradicional donde solo se puede escalar en el mismo equipo virtual limitándolo a las características del equipo físico, adicional la escalabilidad se midió a nivel costo beneficio, en un sistema Cloud como Azure, dando como resultado que es mucho más beneficioso comprar varios equipos con mayor GPU y poder transaccionar sin inconveniente en un sistema Blockchain a diferencia de un equipo o servidor de alto valor donde utiliza CPU o varios equipos en un sistema con Blockchain no es beneficios a tener más GPU porque es más costoso (Chambo, 2022).

Estos hallazgos subrayan la importancia de abordar adecuadamente la escalabilidad en las implementaciones de blockchain para la auditoría informática. A través de una revisión exhaustiva de la literatura, se ha identificado que la escalabilidad es un factor crítico que debe considerarse en términos de rendimiento de la red, capacidad de procesamiento y gestión de transacciones en constante aumento. Además, se ha observado que la tecnología blockchain puede proporcionar soluciones efectivas en entornos de big data, ofreciendo robustez, seguridad, transparencia y escalabilidad para abordar diversas amenazas. Los investigadores han propuesto métricas para medir la escalabilidad en relación con la carga de trabajo y la funcionalidad, considerando también el aspecto del costo-beneficio en sistemas basados en la nube. Estos hallazgos destacan la necesidad de evaluar y mejorar la escalabilidad en las implementaciones de blockchain, con el objetivo de optimizar la eficiencia y el rendimiento de los sistemas de auditoría informática.

Sostenibilidad en la implementación de Blockchain

En relación con la sostenibilidad en las implementaciones de blockchain para auditoría informática, se ha observado un enfoque multidimensional en la literatura académica. Además de los aspectos

económicos y medioambientales, se ha constatado que la sostenibilidad también abarca consideraciones sociales y éticas. A continuación, haremos una revisión más profunda de los aspectos de la sostenibilidad de blockchain

- Aspectos económicos: Para la sostenibilidad económica, gracias a la naturaleza descentralizada, las cadenas de bloques pueden reducir los costes y los tiempos de transacción, reduciendo los residuos en los procesos de fabricación y producción, por ejemplo, la cadena de suministro (Kouhizadeh et al., 2019). Las blockchains también proporcionan comunicaciones en tiempo real, pagos rápidos con tarifas de transacción reducidas, bajos costes de los productos y plazos de entrega reducidos (Saberri et al., 2019). Construye un modelo de negocio innovador y contribuye a una economía sostenible.
- Aspecto social: En cuanto al aspecto social de la sostenibilidad, las blockchains podrían resolver la desigualdad con la garantía de los derechos humanos y los actos éticos (Kshetri, 2018). Las blockchains también pueden permitir la equidad, por ejemplo, un número de productos recogidos en un período de tiempo se registra de forma inmutable para un pago específico.
- Aspecto medioambiental: Junto con el desarrollo tecnológico, también deben tenerse en cuenta las cuestiones relacionadas con el medio ambiente. Debido a los datos inmutables registrados en blockchains, los vehículos que emiten el mayor nivel de gases de efecto invernadero pueden ser identificados para tomar medidas repentinas (Tang & Veelenturf, 2019). Además, se utilizaron blockchains y contratos inteligentes para una supervisión constante, lo que evita que los conductores conduzcan más rápido (lo que aumenta las emisiones y el consumo de combustible) y ahorra recursos energéticos (Kouhizadeh & Sarkis, 2018). La técnica de blockchain también se utilizó para identificar materiales y productos que utilizan una cantidad significativa de recursos no renovables (Kouhizadeh et al., 2019), agilizando así el proceso de preservación del medio ambiente.

Estos hallazgos evidencian que la sostenibilidad en las implementaciones de blockchain para auditoría informática abarca aspectos económicos, sociales y medioambientales. Desde el punto de vista económico, las blockchains ofrecen reducción de costos, tiempos de transacción más rápidos y eficiencia en la cadena de suministro, contribuyendo así a una economía sostenible. En el ámbito social, las blockchains pueden promover la equidad y garantizar los derechos humanos, permitiendo un registro inmutable de transacciones y pagos. En cuanto al aspecto medioambiental, las blockchains pueden ayudar a identificar y abordar problemas como las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso de recursos no renovables, facilitando una supervisión constante y promoviendo prácticas

más sostenibles. Estos aspectos destacan la importancia de considerar la sostenibilidad en las implementaciones de blockchain, ya que pueden generar beneficios significativos tanto para la auditoría informática como para el medio ambiente y la sociedad en general

4. RESULTADOS

Retos en la implementación de Blockchain en la Auditoría Informática

La revolución tecnológica en la que nos encontramos va a implicar la creación de nuevos modelos de negocio y la formación de un sistema interempresarial cada vez más conectado y digitalizado que va a acabar por afectar a todos los sectores y, para el caso de la contabilidad, y en particular para el ejercicio de los auditores, no va a ser menos. Una tecnología tan disruptiva como es blockchain va a plantear el siguiente gran paso en la contabilidad y va a suponer un impacto de calado en la auditoría, que se verá en la necesidad de evolucionar y adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas. A pesar de su crecimiento y evolución constante aún existen desafíos que deben abordarse para garantizar una adopción amplia y sin inconvenientes tecnológicos; como son, la baja conciencia y comprensión por parte de las organizaciones y del público en general, falta de estándares y definiciones de mejores prácticas y una reinante incertidumbre regulatoria y legal que reconozca las aplicaciones de BC (Argañaraz et al., 2019).

Aunque el concepto y la tecnología de blockchain tuvieron su origen con la moneda bitcoin, su potencial va mucho más allá. La verdadera capacidad de la tecnología blockchain radica en su habilidad para crear registros de transacciones distribuidos de manera segura, sin necesidad de una autoridad central. Esto abre la posibilidad de eliminar instituciones, burocracia ineficiente y regulaciones excesivas. Estas tecnologías tienen numerosos campos de aplicación, y la forma en que los registros de transacciones quedan documentados tendrá importantes implicaciones en la creación, almacenamiento y gestión de documentos en el futuro (García Morales, 2019). A lo largo de su evolución, blockchain ha atravesado diversas etapas caracterizadas por la exploración de posibilidades, la formación de su estructura y contenido, y finalmente, alcanzando un estado de madurez en el que su utilidad práctica es definida por el mercado. En la actualidad, esta tecnología se encuentra tecnológicamente madura, lo que ha llevado a las empresas desarrolladoras a fortalecer sus intenciones de utilizar blockchain y enfrentarse a nuevos desafíos técnicos y organizacionales.

- Personal especializado en blockchain: Entre estos desafíos, se observa una tendencia al exceso en la aplicación de la tecnología, con muchas empresas deseando utilizar o afirmar que utilizan blockchain sin necesitarlo realmente. Además, existe una escasez de profesionales técnicos

especializados en blockchain, lo que se vuelve aún más desafiante al buscar expertos que también tengan conocimiento en el ámbito de auditoría informática (Cepal, 2021).

- **Costos de implementación:** Está el alto costo de implementar soluciones basadas en blockchain, que incluye no solo el hardware y la capacidad de almacenamiento, sino también los servicios de consultoría necesarios para desarrollar y brindar soporte a las aplicaciones que utilizan esta tecnología (Cepal, 2021). A modo de ilustrar la cantidad de recursos informáticos que requiere el blockchain, podemos utilizar la analogía del bitcoin como un ejemplo válido debido a su volumen transaccional, tiempo de desarrollo y experiencia de uso. En este caso, la criptomoneda bitcoin ha experimentado un considerable desarrollo y el tamaño total de su blockchain ha crecido de manera exponencial. En agosto de 2020, dicho tamaño alcanzó los 288 GB, y a finales de marzo de 2021, se elevó a 335 GB. Esto implica que cada bloque completo de bitcoin requiere, como mínimo, dicho espacio de almacenamiento en cada nodo. Para junio de 2020, se estimaba que existían alrededor de 45,000 nodos (según Blockchain.com, 2020).
- **Cambios en la ejecución de las auditorías:** La adopción de los sistemas blockchain generará cambios en la práctica de la auditoría tal como la conocemos en la actualidad. Según la Norma Internacional de Auditoría 200 (NIA 200), el objetivo de una auditoría es aumentar la confianza de los usuarios de los estados financieros. Esto se logra a través de la opinión que el auditor debe expresar sobre si los estados financieros de la entidad han sido preparados, en todos los aspectos materiales, de acuerdo con el marco de información financiera aplicable. Para que el auditor pueda emitir su opinión, será necesario obtener una seguridad razonable de que los estados financieros en su conjunto, ya sea debido a fraude o error, están libres de incorrecciones materiales. Sin embargo, hasta ahora ha sido difícil para el auditor verificar la totalidad de la información contable, por lo que se trabaja con un nivel de seguridad razonable. La auditoría externa se lleva a cabo en diferentes etapas, durante las cuales el auditor busca obtener la evidencia suficiente y adecuada para emitir su opinión sobre el estado de las cuentas de una empresa. Para lograr esto, es necesario obtener evidencia suficiente de si los estados financieros del periodo auditado presentan una imagen fiel del patrimonio y cumplen con los principios contables aplicables. La suficiencia de la evidencia se determina en función de la materialidad.

Durante la fase de planificación, el auditor calcula la materialidad y evalúa los riesgos de encontrar incorrecciones, lo que le permite determinar los tipos de pruebas y procedimientos que se aplicarán, así como su alcance. La materialidad es el parámetro que el auditor utiliza

para determinar a partir de qué magnitud un error en la información contable es significativo y puede afectar su opinión. Este parámetro guía al auditor en la selección de los procedimientos a realizar y los datos a examinar, ya que no tiene sentido dedicar mucho tiempo al análisis de cuentas que, aunque incorrectas, tengan poca relevancia en el contexto general de los estados financieros y no afecten la formación de la opinión del auditor (León Torres, A. D. 2020).

- Nuevos requerimientos en la formación de los auditores: Además de los cambios mencionados previamente que se esperan con la adopción de la tecnología blockchain en la profesión de los auditores, los cuales afectarán la forma en que se realizan las pruebas y procedimientos pertinentes, también se plantea la necesidad implícita de que los profesionales de la auditoría adquieran conocimientos y desarrollen nuevas habilidades relacionadas con blockchain para poder trabajar con estas tecnologías. Los registros distribuidos basados en blockchain serán el nuevo entorno en el que los auditores deberán desenvolverse, por lo tanto, es crucial que los auditores comprendan el funcionamiento de blockchain y los efectos que esta tecnología puede tener en el sector (León Torres, A. D. 2020). Para llevar a cabo su labor de manera adecuada y actualizada, los auditores deben estar constantemente atentos a los cambios en las normativas contables y de auditoría aplicables. Sin embargo, en la era digital en la que nos encontramos, caracterizada por la revolución de la inteligencia artificial y el big data, también es necesario que los auditores se mantengan actualizados en términos de la evolución y los cambios tecnológicos.

Aunque tecnologías como blockchain aún se encuentren en desarrollo y su adopción se limite principalmente a grandes corporaciones en la actualidad, sería un error para los profesionales contables, auditores y reguladores quedarse al margen y no aprovechar las oportunidades que estas tecnologías emergentes ofrecen.

Cuando se menciona el concepto de blockchain, se abarca un ámbito muy amplio en el que el auditor puede desempeñar su labor. Sin embargo, lo que es seguro es que la implementación de estas tecnologías requerirá la formación de equipos de trabajo transversales y multidisciplinarios. Estos equipos no solo deben incluir expertos contables y fiscales, sino también especialistas en informática, por ejemplo, para el manejo del big data (Monllau Jaques, 2018). Con relación a esto, ya existen organismos como la Sindicatura de Cuentas de Valencia y la Cámara de Cuentas de Andalucía, que han convocado plazas con contenido técnico y han certificado a técnicos informáticos para colaborar con los auditores en el análisis de sistemas de información (Benítez Palma, 2017).

5. DISCUSIÓN

Los diferentes autores presentan enfoques, desafíos y soluciones similares en cuanto a la implementación de blockchain en la auditoría informática, centrándose en los beneficios potenciales de esta tecnología y en la necesidad de adaptarse a los nuevos desafíos que plantea. Sin embargo, existen algunas diferencias en el énfasis que cada autor pone en ciertos aspectos. A continuación, en la Tabla 1 se presenta un análisis comparativo de los enfoques de cada autor:

Tabla 1: Enfoques de implementación de Blockchain en la Auditoría Informática

Autores	Enfoques	Desafíos	Soluciones
Argañaraz Agustín, Mazzuchelli, Agostina, Albanese Diana y López, María de los Ángeles	<p>Enfoque descriptivo: El enfoque de este autor se basa en una revisión bibliográfica exhaustiva sobre blockchain para comprender su funcionamiento y características fundamentales.</p> <p>Implicancias en contabilidad y auditoría: Identifica las áreas que requieren mayor desarrollo en términos de conocimientos y normativas en relación con la implementación de blockchain en el ámbito de la contabilidad y la auditoría. Desafíos y oportunidades: Menciona los desafíos y oportunidades que presenta blockchain para la auditoría, aunque no se enfoca en la implementación específica de la tecnología en la práctica de auditoría.</p>	<p>Evaluación de riesgos y controles: Destacan la necesidad de abordar nuevos enfoques en estas áreas debido al uso de blockchain en la auditoría.</p> <p>Obtención de evidencias y confirmaciones externas: Analizan cómo las tecnologías de contabilidad distribuida impactan en la obtención de evidencias y las confirmaciones externas en las tareas de auditoría.</p> <p>Seguridad y pruebas sustantivas: Consideran los desafíos relacionados con la seguridad y la realización de pruebas sustantivas en el contexto de blockchain.</p> <p>Oportunidades de mejora: Aunque mencionan los desafíos, también resaltan las oportunidades que ofrece blockchain para mejorar la seguridad, eficiencia y transparencia en las transacciones y reducir las posibilidades de fraude.</p>	<p>Conciencia y comprensión: Destacan la necesidad de generar una mayor conciencia y comprensión sobre blockchain en las organizaciones y en el público en general para facilitar su adopción.</p> <p>Estándares y mejores prácticas: Señalan la importancia de establecer estándares y definiciones de mejores prácticas en el uso de blockchain en la auditoría para orientar su implementación.</p> <p>Incertidumbre regulatoria y legal: Mencionan la necesidad de abordar la incertidumbre regulatoria y legal para reconocer las aplicaciones de blockchain y facilitar su adopción en el ámbito de la auditoría.</p>
Alberto De León Torres	<p>Mejora de eficiencia, transparencia y seguridad: El autor destaca que la implementación de blockchain puede mejorar estos aspectos en los procesos de auditoría.</p> <p>Adaptación y actualización de conocimientos: Se enfatiza la necesidad de que los</p>	<p>Formación de equipos multidisciplinares: Destaca la necesidad de formar equipos con especialistas en contabilidad y tecnología, como el manejo de big data, para abordar los desafíos de la adopción de blockchain en la auditoría.</p>	<p>Actualización de conocimientos y habilidades: El autor sugiere que los profesionales de la auditoría deben estar abiertos a la adopción de nuevas tecnologías y actualizar constantemente</p>

	profesionales de la auditoría se adapten y actualicen sus conocimientos y habilidades para aprovechar los beneficios de blockchain.	Adquisición de nuevos conocimientos y habilidades: Señala que los auditores deben adquirir conocimientos y habilidades en blockchain para trabajar con esta tecnología. Ahorro de tiempo y análisis de grandes cantidades de información: Destaca que la implementación de blockchain puede ahorrar tiempo al automatizar procesos y analizar grandes cantidades de información de manera confiable.	sus conocimientos y habilidades para enfrentar los desafíos de la transformación digital en la auditoría.
D. Ricardo Antonio Vergel Vergel	Mejorar la verificación de la información contable: El enfoque principal de este autor es la mejora de la verificación de la información contable a través de la implementación de blockchain. Adaptación a la nueva realidad de los mercados: Se resalta la importancia de adaptarse a los cambios y desafíos que los mercados actuales presentan.	Integridad y seguridad de los datos: El autor destaca el desafío de garantizar la integridad y seguridad de los datos en la plataforma blockchain utilizada en la auditoría.	Investigación y desarrollo de la tecnología: Propone seguir investigando y desarrollando la tecnología blockchain para mejorar su aplicación en la auditoría y garantizar la seguridad y la integridad de los datos en la plataforma.
Cra. Eva Mota Sánchez, Cra. Virginia Fraile, Cr. Diego Balbi	Auditoría en tiempo real: Se plantea la posibilidad de transformar la auditoría tradicional en una auditoría en tiempo real mediante la combinación de blockchain con otras herramientas tecnológicas como IA, digitalización y Big Data. Mayor garantía y eficiencia: Se argumenta que estas tecnologías pueden aumentar tanto la garantía como la eficiencia de las actividades de auditoría.	Verificación de legalidad y cumplimiento normativo: Resaltan el desafío de verificar la legalidad y el cumplimiento normativo en el contexto de blockchain y criptomonedas. Control del funcionamiento del sistema: Mencionan la necesidad de controlar el funcionamiento del sistema blockchain para cumplir con los estándares legales, de seguridad y transparencia y evitar el fraude. Especialización y capacitación continua: Destacan la importancia de la especialización y capacitación continua de los auditores en blockchain, con equipos de trabajo transversales que incluyan expertos contables, fiscalistas e informáticos.	Soluciones jurídicas: Mencionan que es necesario abordar cuestiones jurídicas relacionadas con la regulación de la identidad digital, el derecho al olvido y la responsabilidad de la red para facilitar la adopción de blockchain en la auditoría. Reflexión sobre implicaciones profundas: Proponen que la complejidad de blockchain debe ser un estímulo para reflexionar sobre sus implicaciones más profundas y encontrar soluciones adecuadas.

.Elaborado por : El autor

El enfoque en la implementación de blockchain en la auditoría informática se centra en comprender su funcionamiento y características fundamentales, así como en los beneficios potenciales que ofrece, como la mejora en la eficiencia, transparencia y seguridad de los procesos. Sin embargo, este avance tecnológico presenta desafíos, como la necesidad de adaptarse a nuevos enfoques, actualizar conocimientos y habilidades, garantizar la integridad y seguridad de los datos, y abordar la incertidumbre regulatoria y legal. Para superar estos desafíos, se proponen soluciones como generar conciencia y comprensión, establecer estándares y mejores prácticas, fomentar la investigación y desarrollo de la tecnología, y buscar soluciones jurídicas. La adopción amplia y exitosa de blockchain en la auditoría requerirá la colaboración y el esfuerzo conjunto de profesionales, reguladores y organizaciones para aprovechar al máximo los beneficios y superar los obstáculos que surjan en el camino.

6. CONCLUSIONES

El artículo destaca los beneficios potenciales de esta tecnología, como la mejora en la eficiencia, transparencia y seguridad de los procesos de auditoría. Sin embargo, se identifican desafíos significativos, como la necesidad de adaptación y actualización de conocimientos, la garantía de integridad y seguridad de los datos, la falta de estándares y regulaciones claras, y la concientización general sobre blockchain. Para abordar estos desafíos, se proponen soluciones, como la formación de equipos multidisciplinarios, la actualización constante de conocimientos, la investigación y desarrollo de la tecnología y la búsqueda de soluciones jurídicas. La adopción exitosa de blockchain en la auditoría requerirá un enfoque estratégico y colaborativo para aprovechar al máximo los beneficios que ofrece esta tecnología y superar los obstáculos que puedan surgir en el proceso de implementación.

Este artículo ha proporcionado un análisis exhaustivo de los desafíos relacionados con la implementación de blockchain en la auditoría informática. A través de la revisión de la literatura científica existente, se han identificado enfoques diversos y soluciones propuestas para abordar la escalabilidad y sostenibilidad en las implementaciones de blockchain. Los autores han resaltado la importancia de actualizar y formar continuamente a los profesionales de la auditoría informática, así como evaluar la seguridad de la información y abordar las vulnerabilidades en los sistemas web. Asimismo, se ha enfatizado en los atributos de la tecnología blockchain, como la transparencia y la descentralización, que pueden transformar el rol del auditor. Para lograr una implementación exitosa, es necesario considerar una combinación de enfoques, que incluyan la atención a la seguridad y privacidad, el aprovechamiento de las ventajas de la tecnología blockchain y la exploración de soluciones prácticas. Este estudio contribuye significativamente al avance del conocimiento en el

campo de la auditoría informática y proporciona recomendaciones prácticas para mejorar la eficiencia y efectividad de las auditorías basadas en blockchain, generando beneficios tanto para los investigadores como para los profesionales del sector en términos de seguridad, confianza y verificación de datos en los procesos de auditoría.

Trabajos a Futuro

A medida que la tecnología blockchain continúa evolucionando y su adopción se expande en el campo de la auditoría informática, es importante considerar las soluciones futuras que pueden abordar los desafíos de escalabilidad y sostenibilidad. A continuación, se presentan los resultados de los aspectos que podrían marcar el camino a seguir según el estudio de (Chillo, 2022) en el que sí hizo un análisis comparativo de un sistema de auditoría tradicional y un sistema de auditoría Blockchain e IPFS:

- **Eficiencia:** En la aplicación con IPFS se llevó la ventaja debido a que en IPFS si se sube el mismo archivo consecutivamente, no lo vuelve a subir, revisa si lo tiene en base y si ya lo tiene solo anexa el mismo Hash. En el caso del sistema tradicional, sube el archivo tantas veces sea sin verificación de que si existe o no. Se evidencia este modo de subir archivos a la nube en la tabla 1, al comparar los tiempos de subida, es más eficiente Blockchain con una ventaja de casi 350 veces más rápido.
- **Seguridad:** La aplicación de auditoria tiene como vulnerabilidad principal en el sistema centralizado, se realizaron pruebas con un nivel de encriptación a nivel de base de datos para tener seguridad de data TDE, pero esto afectó la velocidad aumentando de un 5% a un 10% desenscriptando la información teniendo como resultados variables. Se define como vulnerabilidad si la persona encargada tiene el código fuente o conocimiento de base de datos para alterar la información del sistema de auditoria no obstante haber usado secuenciales como clave primaria. A diferencia del sistema tradicional el sistema de auditoria con Blockchain e IPFS, no tiene esos problemas porque para alterar un dato de la cadena se alteraría toda la cadena futura y el uso de secuenciales es reemplazado por el flujo de la cadena lo cual no ha sido posible alterarlo.
- **Performance:** Al utilizar la herramienta ANTS se puede concluir que a nivel de performance consumen la misma cantidad de recursos en un solo equipo, menos del 5% de CPU del equipo, al utilizar otro nodo en El blockchain esta carga se divide a 2.5% por equipo, el problema principal del blockchain radica en que si la cadena es muy grande y hay pocos equipos el performance se deterioraría drásticamente.

- Escalabilidad: La escalabilidad como costo beneficio, podemos concluir que es mucho más beneficioso comprar varios equipos con mayor GPU y poder transaccionar sin inconveniente en un sistema blockchain a diferencia de un equipo o servidor de alto valor donde utiliza CPU o varios equipos con alto CPU en un sistema con Blockchain no es beneficioso a tener más GPU porque es más costoso.

Las aplicaciones del sistema blockchain ofrecen numerosas ventajas debido a sus características intrínsecas y su adaptabilidad en diversos modelos de negocios e industrias. Entre los beneficios destacados se encuentra la simplificación del proceso de transmisión de datos, lo que conlleva una mayor velocidad de trabajo y elimina intermediarios. Asimismo, el sistema blockchain brinda transparencia al proporcionar una visión clara de la procedencia de las transacciones, facilitando el rastreo de la información y asegurando un registro permanente de su historial. Al combinar estas ventajas, se obtiene una mayor seguridad al salvaguardar los intercambios de datos y garantizar la integridad de todos los involucrados, gracias a la descentralización de la información y su inmutabilidad. Esto brinda oportunidades para futuras aplicaciones y motiva a emprender en esta innovadora tecnología, con el fin de obtener la máxima ventaja en términos de eficiencia, confiabilidad y seguridad (Chillo, 2022).

REFERENCIAS

- Argañaraz, Á., Mazzuchelli, A., Albanese, D., & López, M. (2019). Blockchain: un nuevo desafío para la contabilidad y auditoría. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5135>
- Astill, J, Dara, M.; Campbell, J, Transparency in Food Supply Chains: A Review of Enabling Technology Solutions, Trends in Food Science & Technology, Vol. 91, pp. 240-247, September 2019.
- Benítez, E. (2017). Sindicatura de Comptes de Catalunya. Blockchain, auditoría pública y confianza: un triángulo no equilátero. Recuperado de: http://www.sindicatura.org/es/web/guest/inici?p_auth=g8OFNjAC&p_p_auth=r9MVhxn4&p_p_id=20&p_p_lifecycle=1&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&_20_struts_action=%2Fdocument_library%2Fget_file&_20_groupId=523211&_20_folderId=606604&_20_name=40863
- Blockchain.com (2020), Gráficos de Blockchain [en línea] <https://www.blockchain.com/charts>. Brownworth, Anders (2016), “Blockchain 101: Una demostración visual” MIT, Boston, Massachusetts, USA noviembre [en línea] <http://blockchain.mit.edu/how-blockchain-works>.
- Cepal (2021). Facilitación, comercio y logística en américa latina y el caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47098/1/S2100365_es.pdf
- Chillo, C. (2022). Análisis comparativo del sistema de auditoría tradicional y un sistema de auditoría Blockchain e IPES (Bachelor's thesis). UTB-FAFI.

- Gavilán, A. J., Zalazar, J. J., Achával, B. F., & Balbi, D. D. (2021). Auditoría en la blockchain: desafíos y oportunidades para los auditores. XVII Simposio Regional de Investigación Contable (Modalidad virtual, 2 de diciembre de 2021)
- Gupta, R., Garg, D., & Yadav, N. (2020). Scalability analysis of blockchain networks: A review. In 2020 12th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN) (pp. 1-5). IEEE.
- Imbaquingo, D., Díaz, J., Saltos, T., Arciniega, S., De La Torre, J., & Jesús, J. (2020). Análisis de las principales dificultades en la auditoría informática: una revisión sistemática de literatura. [Analysis of the main difficulties in Computer Auditing: Systematic literature review] *Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologías De Informação*, 427-440
- Kouhizadeh, M, Sarkis,J.(2018). Blockchain Practices, Potentials, and Perspectives in Greening Supply Chains, *Sustainability*, Vol. 10, No. 10, Article No. 3652.
- Kouhizadeh, M., Sarkis, Q. (2019) At the Nexus of Blockchain Technology, the Circular Economy, and Product Deletion, *Applied Sciences*, Vol. 9, No. 8, Article No. 1712.
- Kshetri, N.(2018). Blockchain's Roles in Meeting Key Supply Chain Management Objectives, *International Journal of Information Management*, Vol. 39, pp. 80-89.
- León Torres, A. D. (2020). Blockchain: características y estado actual. Posible efecto sobre la auditoría.
- Monllau J, T. M.^a. (2018). La blockchain, una oportunidad para el auditor. *Revista de Contabilidad y Dirección*. Vol. 27, 61-70.
- Mota, S., Fraile, V., & Balbi, D. (2020). Blockchain, criptoactivos e inteligencia artificial (BCIA): desafíos para la contabilidad y la auditoría 4.0. In XVI Simposio Regional de Investigación Contable y XXVI Encuentro Nacional de Investigadores Universitarios del Área Contable (Modalidad virtual, 3 de diciembre de 2020).
- Saberi, S., Kouhizadeh, M.(2019). Blockchain Technology and Its Relationships to Sustainable Supply Chain Management, *International Journal of Production Research*, Vol. 57, No. 7, pp. 2117-2135.
- Tang, C., Veelenturf, L.(2019). The Strategic Role of Logistics in the Industry 4.0 Era, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 129, pp. 1-11.
- Vasarhelyi, M. A., & Halper, F. B. (2018). The continuous audit of online systems. En *Continuous Auditing* (pp. 87–104). Emerald Publishing Limited.
- Vergel V, R. A. (2019). Blockchain: auditoría, contabilidad y normativa.
- Wilson S (2017). Cashing in on ATM Malware: A Comprehensive Look at Various Attack Types