Tecnologías Blockchain y sus aplicaciones

Survey Blockchain technology and its applications

Mela N., José Luis; Cedeño Herrera, Edwin J.

José Luis Mela N.
jose.mela@up.ac.pa
Universidad de Panamá, Panamá
Edwin J. Cedeño Herrera
edwin.cedenoh@up.ac.pa
Universidad de Panamá, Panamá

Visión Antataura
Universidad de Panamá, Panamá
ISSN: 2309-6373
ISSN-e: 2520-9892
Periodicidad: Semestral
vol. 3, núm. 2, 2019
Luis.rodriguez@up.ac.pa

Recepción: 01 Agosto 2019
Aprobación: 07 Noviembre 2019

URL: http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/225/225971010/index.html

Resumen: En esta investigación se presenta una visión sobre la tecnología Blockchain (BC), se inicia con la definición, su estructura, el escenario actual en que se está trabajando, seguido de las áreas donde se aplica esta tecnología y; finalmente, las implicaciones de su uso. El objetivo de este documento es motivar a la sociedad a conocer la funcionalidad que tiene esta tecnología que hoy día es implementada en diferentes escenarios por países desarrollados, pero a medida que se explora, países de pocos recursos pueden utilizarla con el propósito de aumentar la seguridad, ahorrar tiempo y costo en diferentes procesos. Con el enfoque que se le está dando a Blockchain, en la actualidad, y hacia donde se perfila cada año, la convierte en uno de los grandes pilares tecnológicos en el ámbito de la seguridad y privacidad.

Palabras clave: Blockchain, privacidad, seguridad, tecnología, transacción.

Abstract: This research presents a vision about the Blockchain (BC) technology, starting with its definition, its structure, the current scenario in which it is working, followed by the areas in which this technology is applied and, finally the implications of its use. The objective of this document is to motivate society to learn the functionality of this technology currently implemented by developed countries in different scenarios, but as it is being explored, countries with few resources can use it for the purpose of increasing security, saving time and cost in different processes. With the approaches being currently given to Blockchain and towards where it is being focused every year, it makes it one of the greatest technological pillars in the field of security and privacy.

Keywords: Blockchain, privacy, security, technology, transaction.

1. Introducción

Blockchain día tras día se ha ido convirtiendo en una tecnología potente para implementarse en distintas áreas, a continuación, se describen algunos campos donde está siendo utilizada, actualmente.

El nuevo estilo de vida, siempre en línea, viene con un cambio tan radical en la tecnología que elimina algunos de los riesgos existentes, pero introduce otros (Laurence, 2019). La tecnología Blockchain puede evitar este problema al ofrecer una solución segura, sin la necesidad de una autoridad central confiable, lo que facilita la administración de la información (Jacobovitz, 2016). En este mismo sentido con la implementación de BC, se considera que los altos costos operativos, baja eficiencia y los riesgos de seguridad de almacenamiento de datos en sistemas centralizados tradicionales se puedan solucionar (Yuan y Wang, 2018).

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

PDF generado a partir de XML-JATS4R

Blockchain se ha identificado, especialmente, en países en vías de desarrollo, donde garantizar la confianza es una preocupación importante, por lo que se puede considerar como un componente adicional y muy necesario de internet, que antes carecía de seguridad y confianza (Subhash Patil y Puranik, 2019).

Esta tecnología puede ser implementada en diferentes áreas, por ejemplo, salud, telecomunicaciones, agricultura, internet de las cosas, entre otras; por lo tanto, su uso ayuda a evolucionar en sentido positivo, desde el punto de vista de seguridad, mejorar la eficiencia en los diferentes procesos en la que BC se implemente. Además, se considera como la próxima generación de computación en la nube y se espera que remodele, radicalmente, el modelo de comportamiento de individuos y organizaciones.

2. Blockchain

2.1 Concepto

Blockchain es un sistema de registros para realizar transacciones de valor, de manera peer-to-peer (P2P), lo que significa que no hay necesidad de un intermediario confiable, como bancos, corredores y otros servicios, debido a que esta tecnología de cadenas de bloques permite mantener la seguridad y privacidad en cada proceso de transacción que se haga (Singhal, Dhameja y Sekhar Panda, 2018).

El término Blockchain es un componente tecnológico subyacente a bitcoins como una serie de bloques de datos que están encadenados criptográficamente (Jacobovitz, 2016). Mientras que Wang (n.d.) lo define como una base de datos distribuidas que contiene una cadena de información de bloques, donde cada uno se identifica mediante una firma criptográfica y todos estos bloques están vinculados hacia atrás, es decir, se refiere a la firma del bloque anterior en la cadena, y la misma puede ser rastreada hasta llegar al primer bloque creado.

Blockchain es una tecnología digital emergente que combina la criptografía, gestión de datos, redes y mecanismos de incentivo para apoyar la comprobación, ejecución y registro de transacciones entre las partes (Xu, Weber y Staples, 2019).

2.2 Escenario actual

La tecnología de cadenas de bloques tiene el potencial para revolucionar diversos campos al contribuir a la construcción de sociedades descentralizadas (Agencia NotiPress, 2019). Al inicio solo era un término de informática para estructurar y compartir datos. Actualmente, es aclamado como la quinta evolución de la informática, debido al enfoque que se le está dando, por ejemplo, en base de datos distribuidas, incorporando viejas tecnologías en nuevas formas de controlar, almacenar y compartir información entre un grupo de personas (Laurence, 2019).

Se considera tan atractiva, pero también crítica la tecnología Blockchain, para garantizar seguridad y privacidad para diversas aplicaciones en muchos dominios. Además, en los últimos años se está tratando de incorporar esta tecnología, tanto en el mundo académico como en la industria, aplicando prueba de trabajo (PoW), un enigma criptográfico, el cual desempeña un papel vital para garantizar la seguridad BC en el ámbito de transacciones digitales (Miraz y Ali, 2018).

En la figura 1, hace referencia en la diferencia de Blockchain con el resto de los diseños existentes, el cual incluye cuatro características claves, que son: descentralización, seguridad, auditabilidad y ejecución inteligente (Saberi, Kouhizadeh, Sarkis y Shen, 2018).

PDF generado a partir de XML-JATS4R



FIGURA 1
Pasos en transacciones Blockchain
Saberi, Kouhizadeh, Sarkis y Shen (2018)

Las razones fundamentales y ventajas técnicas de esta tecnología, establece ecosistemas autónomos seguros, confiables y descentralizados para diversos escenarios, Yuan y Wang (2018) proponen un modelo de referencia de seis capas del marco de Blockchain, donde cada una tiene su funcionalidad dentro de la cadena o marco BC.

Para el 2020, el gobierno de Dubái tiene un ambicioso plan, que consiste en trasladar todos los documentos y sistemas del gobierno a BC. Su iniciativa lo convertiría en un líder mundial en tecnología BC y potenciaría la eficiencia en todos los sectores. Dentro de los servicios que se implementará de acuerdo al Dubai's Global Blockchain Council (GBC) son: salud, el comercio de diamante, transferencias de título, registro de negocio, turismo y envío (Laurence, 2019).

Los algoritmos de consenso de BC, se clasifican en dos clases: el primero se basa en votación, que requiere que los nodos de red de BC emitan sus resultados de extracción de un nuevo bloque, antes de agregar el mismo a BC y, el segundo, se basa en prueba, donde solicita que los nodos que se unen a la red BC resuelvan un problema matemático para demostrar que son elegibles para realizar el trabajo de anexión (Pahlajani, Kshirsagar y Pachghare, 2019). La investigación realizada por AlTaei, Al Barghuthi, Mahmoud, Al Barghuthi y Said (2018), trata de un estudio sobre qué piensan los directores de información de BC en Emiratos Árabes y cómo pretenden utilizar la misma en sus organizaciones, en el cual se obtuvo resultados contradictorios de acuerdo a lo que ofrece esta tecnología.

Un sistema de administración de datos personales descentralizado garantiza que los usuarios sean propietarios y controlen sus datos. Esto se logra de acuerdo a Zyskind, Nathan y Pentland (2015) con la implementación de un protocolo que convierte una cadena de bloque en un administrador de control de acceso automatizado que no requiera confianza de un tercero.

La tecnología Blockchain se aplica en una amplia gama de áreas como: activos y acciones digitales, contratos inteligentes, mantenimiento de registros, sistemas de identificación, almacenamiento en la nube, haciendo énfasis en como almacenar, recuperar y compartir archivos en red descentralizadas, utilizando Blockchain (Zikratov, Kuzmin, Akimenko, Niculichev y Yalansky, 2017).

La aplicación de Blockchain en el gobierno de China aportaría mejoras en la calidad y cantidad de servicios gubernamentales, mayor transparencia y accesibilidad de información, desarrollo del intercambio de información entre organizaciones y asistencia para construir un sistema de crédito individual en este país. Sin embargo, la seguridad de la información, el costo y la confiabilidad siguen siendo problemas importantes en la aplicación. Por lo tanto, establecer una plataforma de aplicación general de tecnología BC y desarrollar

PDF generado a partir de XML-JATS4R

estándares de normalización es crucial para promover y aplicar esta tecnología en un gobierno electrónico. La ventaja que proporciona esta tecnología es que los servicios gubernamentales sean más eficientes (Hou, 2017) .

En las referencias presentadas en esta sección del escenario actual de la tecnología Blockchain, hay que resaltar que la misma no solo se aplica a transacciones, sino que cada día que avanza se está implementando en diferentes ambientes, ya que, la eficiencia que proporciona a nivel de seguridad y privacidad son de alta confianza para los usuarios.

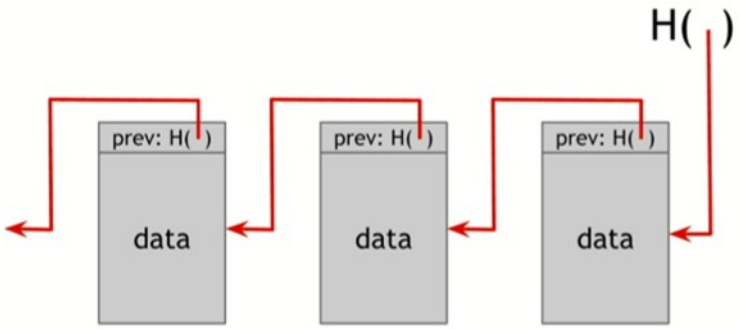


FIGURA 2
Estructura de una cadena de bloques
Narayanan, Bonneau, Felten, Miller y Goldfeder (2016)

Blockchain se puede imaginar como una cadena de bloques que están conectados entre sí. El marco Blockchain se puede dividir en tres capas según Abbas y Sung-Bong (2019), las cuales son: capa de red, capa de datos y capa de aplicación (ver figura 3); donde la primera permite que Blockchain se conecte e interactúe con el entorno y los usuarios; además, descentraliza todo el sistema utilizando la red peer-to-peer y los protocolos IP. La segunda define la estructura de datos y algoritmos, ayudando a que BC sea transparente y descentralizada, y la tercera representa una aplicación diferente que puede usar Blockchain, como contratos inteligentes y criptomoneda como propósito.

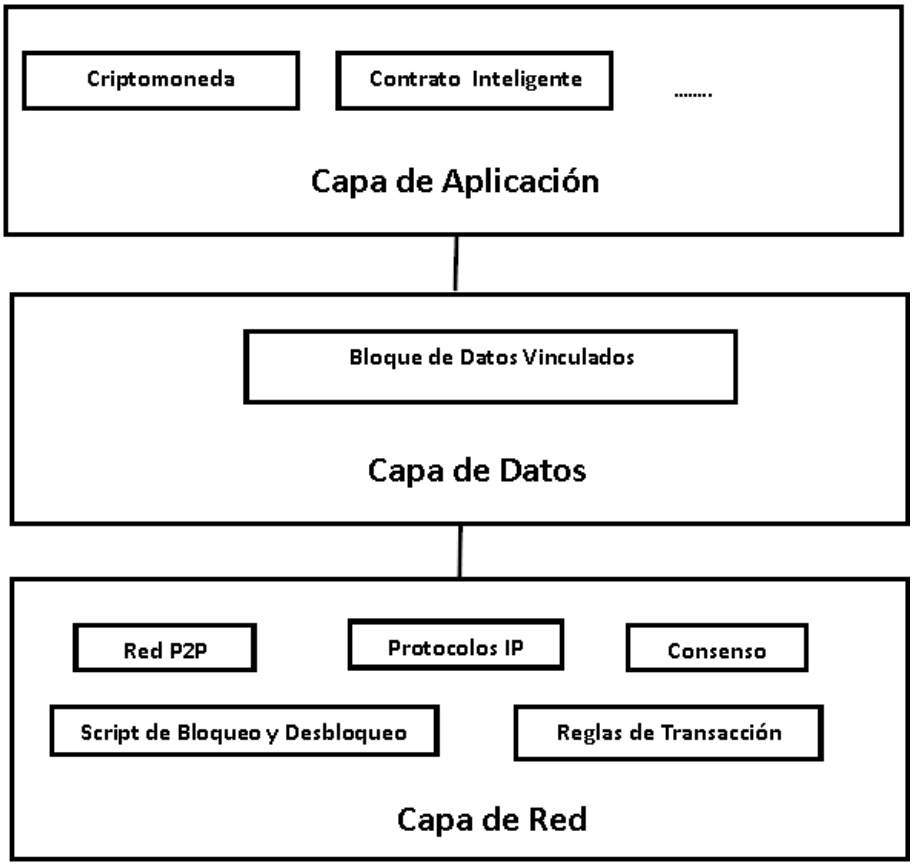


FIGURA 3
Marco Blockchain
Abbas y Sung-Bong (2019)

Es importante comprender que un Blockchain está formado por una transacción y un bloque. La transacción representa la acción desencadenada por el participante, y el bloque es la colección de datos que registra la transacción y otros detalles asociados, tales como la secuencia correcta, el tiempo de creación, entre otros. Además, hay que destacar que un Blockchain puede ser público o privado, esto va a depender de su uso (Subhash Patil y Puranik, 2019). Para tener una operación exitosa de un sistema BC depende de varias características claves que se enumeran a continuación:

a) Criterios apropiados de integridad que deben verificarse para cada transacción y bloque.

b) Corrección del sistema de software y protocolos técnicos.

c) Fuertes mecanismos criptográficos para identificar a las partes y comprobar su autoridad para agregar nuevas transacciones.

d) Un conjunto de mecanismos de incentivo para motivar a los nodos de procesamiento a participar en la comunidad y a comportarse, honestamente, en sus intereses.

2.3 Estructura Blockchain

Los bloques de información BC se enlazan mediante apuntadores hash que conectan el bloque actual con el anterior y así, sucesivamente, hasta llegar al bloque génesis (ver figura 2); cada bloque no solo dice donde estaba el valor anterior, sino que también contiene un resumen de ese valor que permite verificar que dicho valor no ha cambiado (Wang, n.d.; Narayanan, Bonneau, Felten, Miller y Goldfeder 2016).

PDF generado a partir de XML-JATS4R

3. Áreas de aplicación

Blockchain día tras día se ha ido convirtiendo en una tecnología potente para implementarse en distintas áreas, a continuación, se describen algunos campos donde está siendo utilizada, actualmente.

3.1 Financiero

La tecnología BC ayuda en la innovación y transformación de los negocios y sectores a su servicio, haciendo énfasis en que puede mejorar los sistemas bancarios en su integridad, gobernabilidad de auditoria y capacidad de transferencia de propiedad (Hasil-E-Hayaat, Khatri y Dixit, 2018). En ese mismo sentido permitiría a empresas pequeñas transformarse, expandir su negocio y proporcionar servicios avanzados.

Mediante la implementación de un modelo de interacción para robot, que permite participar de transacciones financieras similares a las que realiza un humano, es decir, se otorga al agente una billetera de criptomonedas, se define acuerdos bilaterales y multilaterales que pueden automatizarse, como contratos inteligentes en un libro distribuido mediante la implementación de BC (Steve Cardenas y Kim, 2018).

Desde otro punto de vista, pero en este mismo escenario, el amplio uso y coherente de criptomonedas y algoritmos Blockchain para la seguridad y equidad de las operaciones, mediante algoritmos BC y fog computing (computación niebla), representan una gran importancia para las transacciones entre colectivos en diferentes posiciones jerárquicas, ayudando de esta manera a elevar los niveles de integridad y permanencia de la seguridad en los procesos (Pokrovskaia, 2017).

Los requerimientos que debe cumplir un sistema BC en el sector financiero, de acuerdo a Kruglova y Dolbezhkin (2018) son: manejo efectivo, gestión de datos, cumplimiento de los requerimientos reglamentarios, estandarización, marco de identificación, seguridad y defensa cibernética, confiabilidad y escalabilidad.

De manera global, Blockchain en el sector financiero tiene mucha utilidad, ya que, brinda su mayor ventaja y su finalidad es mantener seguro los procesos que se realicen a nivel económico, claramente, tomando en cuenta las diferentes capas de la estructura Blockchain.

3.2 Médica

En cuanto al área médica la tecnología Blockchain está siendo descubierta en diferentes procesos como, por ejemplo, el artículo de Alblooshi, Salah y Alhammadi (2018), presentan desde un enfoque general la capacidad de BC para rastrear las propiedades de dispositivos MIoT (Management for Medical IoT), haciendo énfasis en la arquitectura, diseño y relación de entidad e interacciones propuestas entre todas las partes involucradas, con el fin de satisfacer los objetivos de seguridad generales. Mientras que Dimitrov (2019), proporciona una visión del potencial de la tecnología BC en el sistema de salud, enfocándose en el ámbito de almacenamiento de registros médicos utilizando técnicas Blockchain, a través de los datos personales de pacientes por medio de aplicaciones móviles para la divulgación. Además, Tian, He y Ding (2019) mencionan que los datos médicos son importantes en el diagnóstico, tratamiento, recuperación e investigación de accidentes médicos, por lo tanto, la integridad y disponibilidad de los datos son la garantía básica para el buen funcionamiento de estas actividades. En este sentido, estos autores proponen establecer una clave compartida que pueda ser reconstruida por las partes legítimas antes de que comience el proceso de diagnóstico y tratamiento, cumpliendo con los requisitos de integridad, disponibilidad y privacidad, utilizando Hyperledger Fabric para almacenar datos cifrados.

PDF generado a partir de XML-JATS4R

La privacidad de los pacientes o usuarios en el área médica es fundamental, con el uso de marcos BC se obtiene, basándose en un sistema de preservación de datos para el almacenamiento confiable que garantice la primitividad y verificabilidad de dichos datos (Li, y otros, 2018).

Blockchain busca cada vez más ser incorporada en el área de la salud, con la finalidad de establecer modelos de protección de la información, para garantizar la privacidad de los datos de pacientes y asegurar su integridad.

3.3 Telecomunicaciones

Esta tecnología se perfila como potente auxiliador en cuanto a la seguridad de comunicaciones y redes, tanto para individuos como para instancias gubernamentales, por lo general, se manejan datos sensibles, según la Agencia NotiPress (2019), la cadena de bloques sería de gran ayuda a combatir la corrupción en el manejo de recursos estatales. En este mismo sentido, Blockchain puede proporcionar mayor seguridad en los sufragios, por ejemplo, en el voto electrónico.

El papel de Blockchain en redes es el uso de contrato inteligente, el cual permite reducir costos y aumentar la seguridad en las operaciones comerciales sin incluir a terceros (Orazgaliyev, Lukpanov, Ukaegbu y Kumar Nunna, 2019).

La seguridad del almacenamiento en la nube ha sido, ampliamente, enfocada por la industria y la academia en los últimos años. Wang, Peng, Tian, Chen y Lu (2019), proponen un modelo público para verificar la integridad de los registros de la nube basado en un auditor externo, con el fin de evitar que se manipulen los datos de dicho registro, agregando etiquetas al bloque utilizando la estructura de árbol de hash Merkle y generando un nodo raíz que se almacenará en Blockchain.

De manera general, la tecnología Blockchain permite incorporarse en las telecomunicaciones en distintos escenarios, brindando el soporte de seguridad y privacidad, tanto en procesos, como en las plataformas y aplicaciones que se utilice.

3.4 Internet of Things

Con los avances tecnológicos, el Internet de las Cosas (IoT), está experimentando un crecimiento, exponencialmente, en una gran variedad de casos de usos en escenarios múltiples de aplicación, tales como el cuidado médico, la agricultura, Smart Homes, Smart City, entre otras. La tecnología BC integra características valiosas a nivel de IoT, como: resistencia, integridad, anonimato, descentralización y control autónomo (Ferdou, Biswas, Morshed, Chowdhurye y Muthukkumarasamy, 2019).

Un sistema compartido para almacenar información contable inalterables, agregando inteligencia para ofrecer servicios de intercambio Cyber-Physical, a través de datos IoT, sin necesidad de autoridad central de verificación, es permitido mediante la utilización de marcos BC (Rahman, Rashid, Hossain y Guizani, 2019).

Para utilizar la mayor parte de beneficios de seguridad y privacidad, basado en tecnología BC, que elimine la sobrecarga, se propone una arquitectura segura, privada y ligera para el Internet de las Cosas, utilizando diferentes tipos de modelo BC, como métodos de confianza distribuidos que aseguran una topología descentralizada, proporcionando seguridad y privacidad para las aplicaciones IoT en caso de amenazas (Dorri, Kanhere y Jurdak, 2016).

Blockchain es, especialmente, útil cuando se integra con IoT para ciudades inteligentes. Por ejemplo, el departamento de seguridad nacional de los Estados Unidos está explorando la seguridad de los dispositivos de IoT utilizados por aduanas y protección fronteriza. Además, se menciona que el proyecto Smart Nation de Singapur espera utilizar los teléfonos móviles de sus ciudadanos para medir las condiciones de sus paseos en autobús, y luego analizar los datos para ver cuándo hay que actualizar las carreteras (Laurence, 2019).

PDF generado a partir de XML-JATS4R

Para el caso de la domótica, BC y cloud computing utilizan técnicas de análisis de correlación multivariables, con la finalidad de analizar el tráfico de red e identificar la similitud entre las características del tráfico (Singh, Ra, Meng y Kaur, 2019).

En los últimos años, IoT se ha convertido en una gran innovación tecnológica. Con la integración de estas dos tecnologías se permite tener el control y preservar mucho más la seguridad de la información, ya sea, a nivel personal, empresarial o gubernamental.

3.5 Agricultura

La seguridad alimentaria es un tema cada vez más serio en todo el mundo. Por lo tanto, se necesita sistemas confiables de trazabilidad de alimentos, que permita rastrear y monitorear la vida útil de alimentos, incluyendo los procesos de cultivo, producción, procesamiento, trasporte, almacenamiento y venta (Lin, Shen, Zhang y Chai, 2018). Estos autores proponen un sistema confiable, autoorganizado, abierto y ecológico de trazabilidad de alimentos basado en Blockchain e IoT, que involucra todas las partes de un ecosistema inteligente, utilizando un dispositivo IoT para reemplazar la grabación y verificación manual, lo que permite reducir costos y tiempo.

Blockchain busca aumentar la confianza entre las partes de la cadena agrícola para garantizar la calidad alimentaria, la seguridad y sostenibilidad desde una perspectiva de cadenas de suministros, utilizando tecnología descentralizada (Jahanbin, Wingreen y Sharma, 2019). Estos autores hacen el uso del método Design Science Research, para explorar los requisitos y prioridades importantes en cada etapa de la cadena agrícola de abastecimiento, requerida para la implementación de un sistema BC para trazabilidad en tiempo real. En este mismo sentido la gestión de los productos, paquetes y contenedores de envío puede ser rastreada en cada paso con las etiquetas IoT, utilizando identificación de radiofrecuencia (RFID), sensores, códigos de barras, etiquetas GPS (Global Positioning System) y chips, permitiendo confiabilidad y seguridad tanto en la información como en el producto en tiempo real.

La tecnología BC en el sector agropecuario permite que diferentes partes a lo largo de una cadena de suministros confíen en los datos digitales, de acuerdo a Potts (2019), Blockchain tiene el potencial de reducir los costos de transacción y mejorar la eficiencia en este ámbito al reducir la necesidad de monitoreo y verificación de datos.

Cada año el sector agropecuario se ve afectado por diferentes sucesos, mantener y bajar los niveles en la seguridad es una tarea difícil para los gobiernos. Con esta tecnología se busca establecer un control, utilizando sistemas confiables de trazabilidad alimentaria para asegurar la sostenibilidad alimenticia.

4. Implicaciones

Desde el punto de vista tecnológico Blockchain tiene el potencial para asegurar todos los procesos que se implemente en el mismo. Sin embargo, el problema de la introducción generalizada de las nuevas tecnologías en el ámbito financiero está determinado por la amenaza de disminuir la rentabilidad del negocio. A pesar del desarrollo activo de las criptoinnovaciones, el uso de BC en este sector sigue siendo modesto (Kruglova y Dolbezhkin, 2018).

El uso de BC tiene limitaciones, ya que, se basa en el hecho de que es, matemáticamente, imposible que una sola parte juegue con el sistema debido a la falta de poder de cómputo (Zikratov, Kuzmin, Akimenko, Niculichev y Yalansky, 2017). Sin embargo, con la llegada de la computación cuántica, las claves criptográficas pueden ser fáciles de descifrar mediante el uso de fuerza bruta dentro de un tiempo razonable.

La tecnología Blockchain parecía ser invulnerable siendo implementada en industrias como el sistema financiero y la salud por sus ventajas en pos de la seguridad (Castillero, 2019). Sin embargo, "ESET" compañía

líder en detección proactiva de amenazas, analiza la tecnología y los recientes casos en relación a Blockchain y su seguridad, debido a que la misma, últimamente, ha detectado algunas fallas.

5. Conclusiones

· Esta investigación ayuda a motivar a la sociedad, en general, a tener una visión sobre la tecnología Blockchain, las áreas de aplicación, los problemas que puede solucionar y las implicaciones de su aplicación.

· Está tecnología permite ser adaptada en diferentes áreas, con la finalidad de incluir un nivel de seguridad superior a las que los sistemas tradicionales ofrecen.

· Las propiedades generales de Blockchain: seguridad, privacidad, trazabilidad, procedencia de datos inherente y sellado de tiempo la han llevado a implementarse más allá de su área de aplicación inicial.

· En general, esta tecnología sería de mucha utilidad en países en desarrollo, organizando la información de las diferentes instituciones en un sistema descentralizado Blockchain, con la finalidad de potencializar la eficiencia en los distintos procesos, reducir costos y tiempo, tanto para el estado como para las empresas.

· El Blockchain es una alternativa real y viable, para asegurar el intercambio íntegro de valores, sin tener que incurrir en onerosas comisiones financieras de que se aplican a dichas transacciones por parte de los sistemas financieros actuales.

Referencias bibliográficas

Abbas, Q., Sung-Bong, J. (2019). A Survey of blockchain and its applications. Okinawa, Japan: IEEE. doi:10.1109/ICAIIC.2019.8669067

Agencia NotiPress. (9 de Julio de 2019). *New Press: Noticia y negocios.* (New Press: noticia y negocios). Recuperado de https://www.mypress.mx/negocios/integracion-de-blockchain-a-diferentes-aspectos-de-las-sociedades-5726

Alblooshi, M., Salah, K., Alhammadi, Y. (2018). Blockchain-based ownership management for medical IoT (MIoT) devices. United Arab Emirates: International Conference on Innovations in Information Technology. doi:10.1109/INNOVATIONS.2018.8606032

AlTaei, M., Al Barghuthi, N., Mahmoud, Q., Al Barghuthi, S., Said, H. (2018). *Blockchain for UAE Organizations: Insights from CIOs with opportunities and challenges*. United Arab Emirates: International Conference on Innovations in Inforation Technology. doi:10.1109/INNOVATIONS.2018.8606033

Castillero, V. (3 de Abril de 2019). *La Estrella de Panamá*. Recuperado de http://laestrella.com.pa/vida-cultura/tecnologia/advierten-sobre-problemas-seguridad-alrededor-blockchain/24114525

Dimitrov, D. (2019). *Blockchain applications for healthcare data management*. Bulgaria. doi:10.4258/hir.2019.25.1.51

Dorri, A., Kanhere, S., Jurdak, R. (2016). *Blockchain in internet of things: Challenges and solutions.* ArXiv. Recuperado de https://www.semanticscholar.org/paper/Blockchain-in-internet-of-things%3A-Challenges-and-Dorri- Kanhere/451729b3faedea24771ac4aadbd267146688db9b

Ferdou, S., Biswas, K., Morshed, M., Chowdhurye, N., Muthukkumarasamy, V. (2019). *Integrated platforms for blockchain-enablement*. doi:10.1016/bs.adcom.2019.01.001

Hasil-E-Hayaat, P. A., Khatri, A., Dixit, P. (2018). *Rise of blockchain technology: beyond cryptocurrency. Delhi, India: Springer Nature Singapore*. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-2035-4_25

Hou, H. (2017). *The application of blockchain technology in e-government in China*. Canadá: IEEE. doi:10.1109/ICCCN.2017.8038519

Jacobovitz, O. (2016). *Blockchain for identity management*. Israel. Recuperado de https://www.cs.bgu.ac.il/~frankel/TechnicalReports/2016/16-02.pdf

Jahanbin, P., Wingreen, S., Sharma, R. (2019). *A blockchain traceability information system for trust improvement in agricultural supply chain. Stockholm: European Conference on Information Systems*. doi: 978-1-7336325-0-8

Kruglova, I., Dolbezhkin, V. (2018). *Objective barriers to the implementation of blockchain technology in the financial sector*. Saint-Petersburg: IEEE. doi:10.1109

Laurence, T. (2019). *Blockchain for dummies.* Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. doi:1119555019

Li, H., Zhu, l., Shen, M., Gao, F., Tao, X., Liu, S. (2018). *Blockchain-based data preservation system for medical data.* Springer Nature. doi:https://doi.org/10.1007/s10916-018-0997-3

Lin, J., Shen, Z., Zhang, A., Chai, Y. (2018). *Blockchain and IoT based food traceability for smart agriculture*. Singapore: ICCSE. doi:https://doi.org/10.1145/3265689.3265692

Miraz, M., Ali, M. (2018). *Applications of blockchain technology beyond cryptocurrency.* Bahrain: Annals of Emerging Technologies in Computing. Recuperado de https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1801/1801.03528.pdf

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and cryptocurrency technologies.* New Jersey: Princeton University Press. Recuperado de https://www.criptonoticias.com/criptopedia/que-es-una-cadena-de-bloques-block-chain/

Orazgaliyev, D., Lukpanov, Y., Ukaegbu, I., Kumar Nunna, S. (2019). *Towards the application of blockchain technology for smart grids in Kazakhstan*. Korea: IEEE. doi:10.23919/ICACT.2019.8701996

Pahlajani, S., Kshirsagar, A., Pachghare, V. (2019). *Survey on private blockchain consensus algorithms*. India: International Conference on Innovations in Information and Communication Technology. doi:10.1109/ICIICT1.2019.8741353

Pokrovskaia, N. N. (2017). *Tax, financial and social regulatory mechanisms within the knowledge-driven economy. Blockchain algorithms and fog computing for the efficient regulation*. Saint Petersburg, Russia: IEEE. doi:10.1109/SCM.2017.7970698

Potts, J. (2019). *Blockchain in agriculture*. doi:10.2139/ssrn.3397786

Rahman, A., Rashid, U., Hossain, S., Guizani, M. (2019). *Blockchain and IoT-based cognitive edge framework for sharing economy services in a smart city.* Saudi Arabi: IEEE Access. Recuperado de http://booksdl.org/scimag/get.php?doi:10.1109/ACCESS.2019.2896065&key=S9ZRSUXY0VW25UZ9

Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., Shen, L. (2018). *Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management*. Taylor and Francis Group. doi:10.1080/00207543.2018.1533261

Singh, S., Ra, I.-H., Meng, W., Kaur, M. C. (2019). *SH-BlockCC: A secure and efficient Internet of things smart home architecture based on cloud computing and blockchain technology*. South Korea: Taylor and Francis Group. doi:10.1177/1550147719844159

Singhal, B., Dhameja, G., Sekhar Panda, P. (2018). *Beginning blockchain: A beginner's guide to building blockchain solution*. Apress. doi:978-1-4842-3443-3

Steve Cardenas, I., Kim, J.-H. (2018). *Robot-human agreements and financial transactions enabled by a Blockchain and smart contracts*. Ohio, USA. doi:https://doi.org/10.1145/3173386.3177818

Subhash Patil, S., Puranik, Y. L. (2019). *Blockchain technology. India: International Journal of Trend in Scientific Research and Development*. doi:2456 - 6

Tian, H., He, J., Ding, Y. (2019). *Medical data management on blockchain with privacy*. Springer US. 10.1007/s10916-018-1144-x

Wang, A. (s.f.). *Blockchain technology and its applications*. Recuperado de https://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1020&context=asars

Wang, J., Peng, F., Tian, H., Chen, W., Lu, J. (2019). *Public auditing of log integrity for cloud storage systems via blockchain*. Tianjin, China: Springer Nature Switzerland. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-21373-2_29

Xu, X., Weber, I., Staples, M. (2019). *Architecture for blockchain applications.* Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03035-3

Yuan, Y., Wang, F.-y. (2018). *Blockchain and cryptocurrencies: Model, techniques, and applications*. IEEE: transactions on systems, man, and cybernetic. doi:10.1109/TSMC.2018.2854904

Zikratov, I., Kuzmin, A., Akimenko, V., Niculichev, V., Yalansky, L. (2017). *Ensuring data integrity using blockchain technology*. Petersburg, Russia: Conference of Open Innovations Association. doi:10.23919/FRUCT.2017.8071359

Zyskind, G., Nathan, O., Pentland, A. (2015). *Decentralizing privacy: using blockchain to protect personal dat*. San Jose, CA, USA: IEEE security and privacy workshops. doi:10.1109/SPW.2015.27

PDF generado a partir de XML-JATS4R