INVESTIGACIÓN

Blockchain, una tecnología disruptiva hacia el Internet de generación de valor

Blockchain, a disruptive technology towards the Internet that conveys values

Ing. Ricardo Maceo Herrera[1]

Recibido: 05/2021 Aceptado 07/2021

Palabras clave

Blockchain
Criptomonedas
Nodo
Algoritmo hash

Resumen

Blockchain es un paradigma de trabajo en las redes que viene a realizar un cambio revolucionario en Internet. Ha sido desde su surgimiento fuente infinita de información, convirtiéndose además, en esta última década, en una fuente de generación de valor, hecho que fue posible con la aparición de las criptomonedas, principalmente con el *Bitcoin* en el 2009. *Blockchain* aparece para darle legitimidad y seguridad a esta criptomoneda. Con el tiempo se han encontrado mayores potencialidades en su uso, abarcando distintos ámbitos, desde su escenario primario: el financiero, hasta lo político, militar, entornos de salud, llegando al IoT —Internet de las Cosas—. En este artículo se pretende describir los fundamentos básicos de una red *Blockchain*, la manera de funcionar de la misma y los distintos tipos que existen exponiendo las principales ventajas y desventajas, centrándose en los distintos usos que tienen a nivel internacional. Se finaliza con las ventajas que traería una implementación a pequeña escala de este paradigma de redes en distintos sectores de la sociedad, para el desarrollo de los proyectos de informatización en Cuba.

Keywords

Blockchain
Cryptocurrencies
Node
Hash algorithm

Abstract

Blockchain is a working paradigm on networks encouraging a revolutionary change in the Internet. Since its origin, it has been a timeless source of information, also becoming, in this last decade, a source of value generation, a fact that was made possible with the appearance of cryptocurrencies, mainly with Bitcoin in 2009. Blockchain appears to give legitimacy and security to this cryptocurrency, but, over time, greater potentialities in its use have been found, covering different areas, from its primary scenario: the financial, to the political, military, health environments, reaching the IoT -Internet of Things-. This article aims at describing the basic fundamentals of a Blockchain network, the way it

1* Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. ETECSA. ricardo.maceo@etecsa.cu

works and the different existing types, exposing the main advantages and disadvantages, while focusing on the different uses they have at the international level. It ends with the advantages that would bring in a small-scale implementation of this network paradigm in different areas of society, for the development of the computerization projects in Cuba.

Introducción

El surgimiento de *blockchain* está estrechamente vinculado a la contabilidad por lo que para su comprensión es preciso remontarse a finales del siglo XV cuando la familia de banqueros florentinos, los Médici, popularizó un sistema contable más robusto y fiable, el de doble entrada, sustituyendo al de entrada única utilizado hasta ese momento. En él, cada transacción implica una contrapartida, de tal manera que siempre se verán afectadas como mínimo dos cuentas; en los registros de una empresa: una con el débito y otra con el crédito. Es decir, un origen y un destino, de forma que toda aquella persona o entidad que vaya a auditar las cuentas del negocio pueda identificar rápidamente aquello que no cuadre y saber por qué (Preukschat, Kuchkovsky, Gómez y Díez, 2017). Este método también requiere tres actuadores: un origen, un destino y una tercera parte que sirva como validadora entre las dos primeras, la cual cobra comisión por sus servicios.

Desde el Renacimiento la contabilidad ha funcionado de esta manera, pero con el incremento de las operaciones financieras a escala global, este método se ha ido ralentizando por lo que una transacción internacional puede llegar a tardar de dos a cuatro días, si para ello se utiliza la Sociedad para las Comunicaciones Interbancarias y Financieras Mundiales (SWIFT). A todo esto, se suma el hecho que en el comercio electrónico no existe una seguridad infalible pues para realizar una compra *online* se debe dar el número de la tarjeta de crédito, propiciando que en ocasiones se produzcan estafas a los clientes. Todo esto motivó, el surgimiento de un nuevo procedimiento revolucionario de compra *online*, utilizando criptomonedas y con ellas el método de control y seguridad, *blockchain*, en el cual se basan para darle legitimidad a las transacciones realizadas con las mismas. Este método, con el paso del tiempo dejó su rol secundario de servidor y comenzó a captar la atención de la comunidad tecnológica por las grandes ventajas que se han encontrado en los últimos años en la implementación de muchas esferas de la sociedad.

De ahí que, desde su irrupción en el 2009, las empresas, emprendedores y gobiernos de todo el mundo estén realizando inversiones millonarias para desarrollarla y tomar una posición privilegiada en la que podría ser la próxima revolución industrial: el Internet del valor. Encontrándonos aún, en la nueva fase: la de imaginar las posibilidades y los distintos modelos de provecho que finalmente adoptará esta tecnología.

El uso de las criptomonedas es solo la punta del *iceberg*, dentro de las ventajas de la aplicación del *blockchain*. Además de simplificar el tiempo, costo y eliminar la tercera parte como ente de confianza en el proceso en el cual se implemente. El único límite que conoce es la propia imaginación del ser humano.

Materiales y métodos

Se utilizó el Análisis Documental en la revisión de la literatura y documentación especializada contenida en diferentes fuentes de información, estudiando la corriente europea (específicamente los resultados en Alemania y España), así como en las Américas (específicamente en Argentina y Estados Unidos). En cuanto a la estructura de *blockchain*, su funcionamiento y explotación en distintos ámbitos sociales se consultaron publicaciones de la corriente española al respecto. En cuanto al contexto cubano, se analizaron las contribuciones de los autores Doimeadiós-Guerrero, Carmona-Tamayo, Izquierdo-Ferrer y Rafael-Albornoz de 2019.

Asimismo, se empleó el método histórico-lógico para ahondar en la evolución de los diferentes conceptos que se relacionan en el desarrollo y aplicación de la *blockchain,* así como sus diferentes implementaciones. La valoración lógica de los criterios dados por los diferentes autores a lo largo de los años,

ISSN: 1813-5056, RNPS: 0514, Vol. 17, No. 1, enero-junio, 2021, pp. 30 - 41 fono

estrechamente ligados a su contexto histórico-social. El analítico-sintético que favoreció la búsqueda de regu-laridades en lo expuestos por los diferentes autores consultados. El inductivo-deductivo para el análisis de los datos, la información obtenida y las inferencias que permitieron determinar las regularidades y arribar a las conclusiones propuestas.

Resultados y Discusión

¿Qué es una red *blockchain*?

Blockchain es un paradigma que forma parte del ámbito de las tecnologías de registros distribuido o *Distributed Ledger Technologies* (DLT). Permite gestionar datos, órdenes, transacciones, activos y unidad de valor certificada por los integrantes de la red (*tokens*), mediante sistema de registro distribuido anotándose en bloques de información que se encadenan secuencialmente creando una cadena de bloques o registros inmutable, inalterable, compartida colaborativamente entre todos los miembros de la red, los cuales son verificados por los nodos que la componen. De esta forma, se crea un procedimiento de registro, que funciona mediante criptografía consensual, de manera similar a un libro contable, del que existen tantas copias idénticas como nodos tenga la red (Puig, 2018). Partiendo de la autenticidad del contenido consensuado en la mayoría de los nodos, con esta validación se logra suprimir la necesidad de la participación de la tercera parte, pues entre todos se llega a un consenso.

Principio de funcionamiento

El propósito fundamental es brindar seguridad a los datos almacenados en forma de transacciones y la imposibilidad de corromperlos. Dicho objetivo se cumple a través de la combinación e integración de los tres elementos que la componen, estos son:

Criptografía

Estructura

Consenso

Criptografía: utilizando un algoritmo con clave de cifrado, un mensaje es transformado sin atender a su estructura lingüística o significado, de tal forma que sea incomprensible a toda persona que no tenga la clave de descifrado del algoritmo empleado. Dotando de un mecanismo infalible para la codificación segura de las reglas del protocolo que rige el sistema. Es también fundamental para evitar la manipulación, hurto o introducción errónea de información en la cadena de bloques, así como garantizar la generación de firmas e identidades digitales encriptadas.

Estructura: todas han de actuar bajo las mismas reglas o protocolo para dar validez al bloque, y a la información recogida, e incorporarlo a *blockchain*. Una vez realizada esta tarea, la cadena continuará con la emisión del siguiente bloque, permaneciendo inalterable la información registrada a través de la criptografía.

Consenso: es una parte imprescindible entre los usuarios. El cual se sustenta en un protocolo común que verifica y confirma las transacciones realizadas, para asegurar la irreversibilidad de las mismas. De igual modo, este consenso debe proporcionar a todos una copia inalterable y actualizada de las operaciones realizadas (Preukschat, Kuchkovsky, Gómez y Díez, 2017).

Seguridad

Blockchain se basa en un *hash* (algoritmo que transforma cualquier bloque arbitrario de datos en una nueva serie de caracteres con una longitud fija) para certificar cada bloque, el *hash* constituye para los datos como una huella digital. Con el cambio de algún bit de ese dato, el *hash* cambiará.

Un bloque está conformado por un identificador de bloque, las transacciones, una firma digital, su *hash* y el del bloque anterior como se muestra en la figura 1(Allende y Colina, 2018). En este proceso con el fin de determinar el *hash* correspondiente a cada uno de los datos, comenzará él mismo con un código preestablecido por el programador para que sea más difícil una posible modificación del

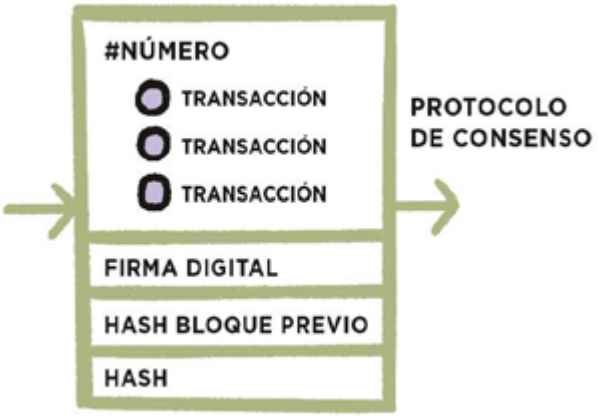

Figura 1. Estructura de un bloque

fono ISSN: 1813-5056, RNPS: 0514, Vol. 17, No. 1, enero-junio, 2021, pp. 30 - 41

hash inherente a un dato. Esto se logra a la hora del minado.

Como se describió anteriormente, un bloque está interconectado con el siguiente. Por lo que en una cadena el tercer bloque tiene su *hash* y depende del *hash* del segundo bloque para autentificar los datos, así el segundo bloque depende del *hash* del primero y del suyo para la autenticación de los datos. Si se cambian los datos del primer bloque esto hará que cambie el *hash* de este bloque, afectando el *hash* previo necesario en el bloque dos para validar sus datos, siendo necesario que se mine nuevamente para autentificar los datos y así sucesivamente en todos los bloques que tenga la cadena. Ahora, si la cadena está conformada por 26545 bloques anteriores al bloque que se quiere modificar y 23040 posteriores, se tendrían que modificar todos los bloques sucesivos para que la cadena se tome como válida. Lo cual sería inútil a la hora del consenso, ya que al comparar la cadena con los restantes nodos estos la verían como corrupta, pues es la única que tiene la modificación de esos bloques. En la figura 2 (Doimeadiós, Carmona, Izquierdo y Albornoz, 2019a) se ejemplifica la información contenida en cada bloque y cómo funciona el *hash* en la identificación de alteraciones de los datos de las transacciones dentro de él.

Todo lo anterior evidencia que tiene que existir entre todos los nodos que conformen la red un mismo protocolo de transferencia y consenso de los datos, ahí es donde radica la robustez de *blockchain*. En caso de cambiar todas las transacciones realizadas en una *blockchain* alojada en un nodo, cuando esta sea contrastada con sus pares, estos llegarían al consenso de que las transacciones realizadas en ella sufrieron alguna alteración, pues los *hashes* difieren al contrastar los datos de los mismos con el resto de los nodos, alcanzando el 51% de estos nodos. Por lo que se llegaría a determinar que esta *blockchain* fue corrompida y se desestimarían los datos con el consenso de las demás (Palomo, 2018).

Tipos y características de *Blockchain*

Básicamente existen cuatro tipos: pública, privada, híbrida o federada y *blockchain* como servicio (BasS) (Gutiérrez, 2019). A continuación se exponen las diferencias de cada tipo de estas cadenas de bloques y su empleo por los gobiernos y las empresas.

***Blockchain* pública:** se trata de una cadena de bloques a la que cualquiera puede acceder y hacer uso de ella. Entre las cuales se encuentran Bitcoin, Ethereum, Litecoin entre otras. Para ello solo basta con descargar una aplicación y conectarse con un

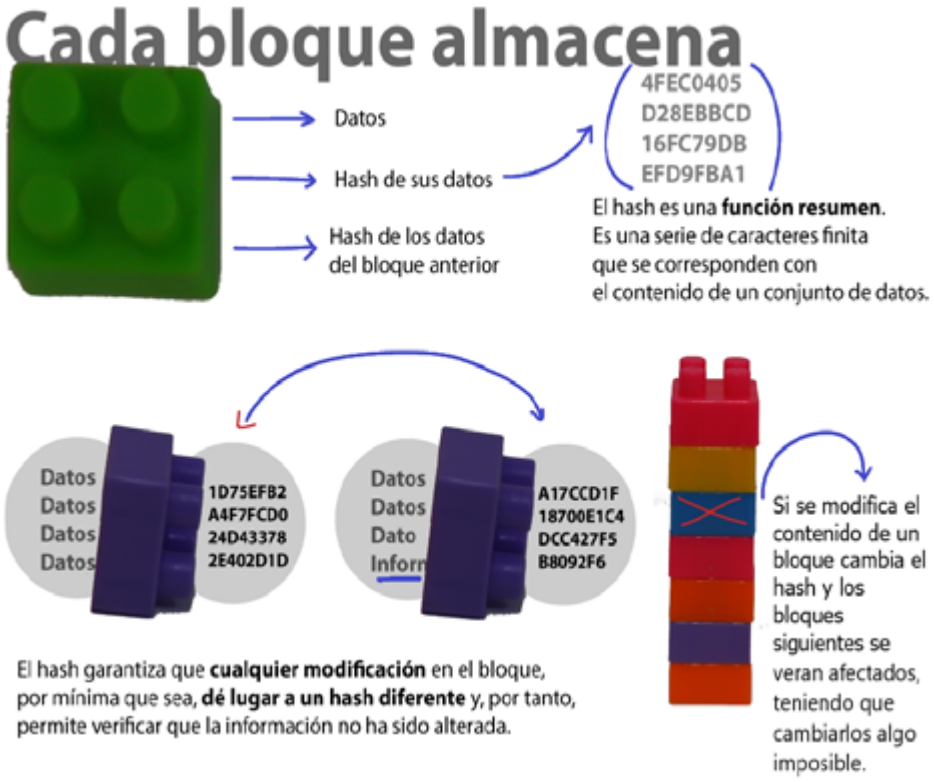

Figura 2. Información contenida dentro de los bloques de una *blockchain*

ISSN: 1813-5056, RNPS: 0514, Vol. 17, No. 1, enero-junio, 2021, pp. 30 - 41 fono

determinado número de nodos. Además, los participantes pueden ganar recompensas minando sus bloques. Se caracteriza por ser transparente (todos pueden ver lo que ocurre en ella), descentralizada (no hay administradores ni jerarquía), distribuida (cada nodo tiene una copia actualizada), consensuada (parte de un acuerdo general) y abierta (permite el acceso de cualquiera) (Puig, 2018), pseudoanónimas (los propietarios de transacciones no son identificables personalmente, pero sus direcciones sí son rastreables debido a su carácter público). Por ello, la mayoría de *blockchains* públicas no pueden ser anónimas, excepto aquellas expresamente diseñadas para serlo (Preukschat, Kuchkovsky, Gómez y Díez, 2017).

***Blockchain* privada:** se trata de la cadena de bloques en la cual se requiere permiso para entrar en ella, no todos los datos inscritos en la misma tienen difusión pública y sólo los participantes o usuarios pueden acceder y consultar todas o algunas de las transacciones realizadas. Muchos usuarios no la consideran *blockchain* porque aquí el control lo ejerce una entidad única, que mantiene la cadena y concede permisos para participar, realizar transacciones y aceptar bloques (Puig, 2019). Se caracterizan por ser cerradas (el protocolo utilizado podrá incluir distintos niveles de acceso a las personas o entidades invitadas, de modo que unos puedan tener la capacidad de registrar información y otros no). Distribuida (el número de nodos que la componen puede estar limitado al número de participantes o a cierto número de ellos) en cualquier caso, todos los nodos se conocen. Teniendo en cuenta esto, este tipo es más propenso a la corrupción de datos. Anónima (se pueden establecer niveles de anonimato para realizar o proteger transacciones) (Preukschat, Kuchkovsky, Gómez y Díez, 2017). Se aloja en servidores centrales los cuales pertenecen a una entidad que se encarga de mantener en funcionamiento la red y no es de acceso público. Las instituciones financieras son las que más han usado este recurso. Ejemplo de ello son Ripple, Chain o Quorum (Gutiérrez, 2019).

Blockchain híbrida: es la empleada por gobiernos, asociaciones y empresas que realizan muchas transacciones. Aunque no está abierta a todo el público, es gestionada por varias entidades. Esta *blockchain* no se asocia a ninguna criptomoneda y tampoco recompensa el minado de bloques (Gutiérrez, 2019). La concepción de la misma surgió en mayor medida para sacar partido a los dos beneficios que poseen cada uno de los tipos anteriores. Seguridad, principalmente definida en las públicas, ya que entre mayor sea la cantidad de nodos más engorroso resulta la alteración de los datos registrados y consensuados en ella. Privacidad y mantenimiento controlado, en las privadas el mantenimiento de los nodos y por ende del sistema es garantizado por una o varias entidades de la red.

***Blockchain* como un servicio (BasS):** está basada en una tecnología *blockchain* al servicio de alguna actividad, pero dispuesta en la nube. Empresas como IBM con la plataforma Hyperledger Fabric, Microsoft; Quorum y la asociación entre Amazon Web Service y Digital Currency Group, que para los clientes de este último brinda una solución *blockchain*. Estos servicios no solo consisten en almacenamiento de información de las transacciones, sino que proporcionan un aumento de la seguridad, al no tener que invertir en *hardware* y la posibilidad de un entorno más amigable con el cual trabajar, pudiendo crear un canal propio de *blockchain* sin necesidad de programar (Rodríguez, 2019).

Véase en la Figura 3, un resumen comparativo de los tipos de *Blockchain* expuestos (Allende y Colina, 2018).

Ventajas y desventajas

La principal ventaja que proporciona *blockchain* es la descentralización de Internet, brindando mayor seguridad a las redes con la réplica de los datos minados en los nodos que la conforman, a pesar que en la *blockchain* no se guardan datos, permite que se garantice la autenticidad de estos.

En su diseño está implícita su esencia, pues brinda la posibilidad de confiar en las transacciones que se realicen de la índole que sea, sin la necesidad de una tercera parte.

Algunos de los inconvenientes para su implementación a gran escala son la necesidad de una infraestructura de telecomunicaciones que provea el servicio entre todos los participantes y una capacidad de almacenamiento para los datos que se procesen. Un ejemplo de lo anterior se ve en el caso de *blockchain.com* donde se habla de un promedio de 2500 transacciones diarias (https://www.blockchain.com).

El mayor desarrollo de las granjas de servidores se tiene en países nórdicos y el primer mundo por la facilidad de enfriamiento que tienen para la capacidad de procesamiento que se necesita, así como la genera-




	Públicos Bitcoin, Ethereum, Litecoin	**Privados** Hyperledger, Corda, Quorum	**Federados** Hyperledger, Corda, Quorum	***Blockchain as a Service*** IBM, Microsoft, Amazon
Cualquiera puede participar	✓	✗	✗	NA
Los participantes actúan, en general, como nodos	✓	✗	✗	NA
Transparencia	✓	~	~	NA
Hay un único administrador	✗	✓	✗	NA
Hay más de un administrador	✗	✗	✓	NA
No hay administradores	✓	✗	✗	NA
Ningún participante tiene más derechos que los demás	✓	✗	✗	NA
Se pueden implementar Smart *Contracts*	✓	✓	✓	NA
Existe recompensa por minado de bloques	~	✗	✗	NA
Soluciona problema de falta de confianza	✓	✗	~	NA
Seguridad basada en protocolos de consenso	✓	✗	~	NA
Seguridad basada en funciones *hash*	✓	~	~	NA
Provee servicios en la nube	NA	NA	NA	✓

Figura 3. Comparación de las fortalezas y debilidades entre los tipos de *blockchain*

ción de electricidad para mantener el funcionamiento de la red. Pero esto no ha impedido que países de Latinoamérica y el Caribe como Costa Rica, Haití y Venezuela comiencen a explotar las posibilidades que brinda este paradigma.

La mayor dificultad está en la visión para poder definir los sectores y esferas donde la implementación de alguna solución *blockchain* traería consigo un aumento en la eficiencia del proceso en cuestión. En este punto los programadores de países nórdicos, por ejemplo, tienen una gran ventaja con respecto al resto, ya que en estos se ha logrado crear una infraestructura donde se pueden desplegar y poner a prueba los progresos alcanzados en las *blockchain* que desarrollan. En la figura 4 (dupress.deloitte.com) se ejemplifican los niveles de usos que tiene la *blockchain* y hacia dónde van encaminadas las implementaciones de

ISSN: 1813-5056, RNPS: 0514, Vol. 17, No. 1, enero-junio, 2021, pp. 30 - 41 fono

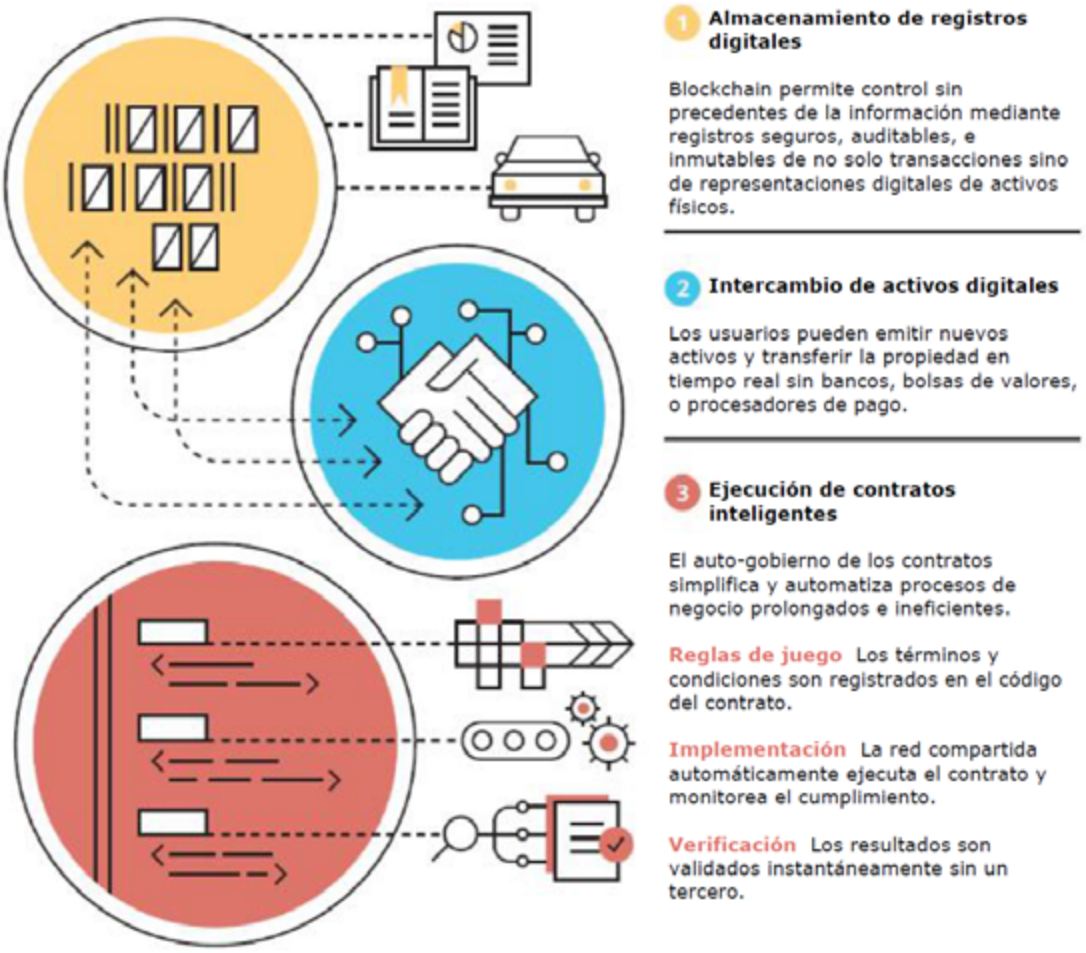

Figura 4. Los 3 niveles de uso de la *blockchain*

desarrollo para solucionar los problemas que los clientes plantean a sus desarrolladores.

Los Smart Contracts & IoT

Los contratos inteligentes —*Smart Contracts*— son muy utilizados en la tecnología *blockchain* ya que establecen cómo, con quién y qué transacciones se pueden llevar a cabo. Estos contratos especifican una serie de cláusulas, cuáles controles cumplir y el pago final acordado en caso que estos se logren. La diferencia con los contratos usuales radica en que estos son incorporados a una *blockchain*, que garantiza su seguridad y proporciona el entorno adecuado para su procesamiento automático.

Internet de las Cosas (IoT) no es más que la red de objetos, instrumentos o dispositivos conectados a Internet, que van desde un sensor de temperatura hasta un automóvil. Estos dispositivos son esenciales como complemento a la tecnología *blockchain*, puesto que permitirán la comprobación automática de cláusulas establecidas en los *Smart Contracts*, desde medir la temperatura hasta realizar reconocimientos faciales. Esto acelerará, abaratará y optimizará la realización de las transacciones y el funcionamiento del *blockchain*.

Los dispositivos inteligentes que envíen información al *blockchain* han de tener una identidad digital que les permita firmar digitalmente dicha información, de no ser así la información no sería de confianza. Es por eso que no cualquier dispositivo conectado a Internet es válido para *blockchain*.

Beneficios de su implementación en distintas esferas de la sociedad

En esencia, cuando un archivo se registra en una red *blockchain*, la autenticidad de la información es garantizada por los numerosos nodos que mantienen la red. Es decir, un "grupo de alegaciones", de múltiples interesados, respalda la validez de todos los datos registrados.

En tal escenario, los nodos de la red pueden ser controlados por agencias autorizadas o instituciones gubernamentales responsables de verificar y validar los registros digitales los cuales pueden ser transacciones financieras, contratos, activos, identidades, prácticamente cualquier cosa que se describa digitalmente. Básicamente, cada nodo puede "emitir un voto" respecto a la autenticidad de los datos, para que así los archivos puedan ser usados como documentos oficiales, pero con unos niveles de seguridad más elevados (Binance Academy, 2019).

La identidad digital constituiría la base para la integración de todos los servicios, la que sería indispensable para ofrecer y recibir los mismos en lugares como hospitales, escuelas, bancos, empresas de electricidad, agua, telecomunicaciones, transporte, etc. Sin embargo, el empleo más conocido de este paradigma es la implementación de criptomonedas y más específicamente con su precursora el *bitcoin*. En la figura 5 (*Financial Times*) se ejemplifica el uso de las mismas en una *blockchain*.

En las transacciones financieras, como se muestra en la figura anterior, se genera un bloque que se distribuye por toda la red compartiéndose con N nodos dentro de la misma, cada uno de ellos aprueba la transacción a realizar, el bloque se une a una cadena que se va creando en la red con todas las características de seguridad que brinda esta (Cuenca, 2019). Esto permite que se puedan ejecutar con mayor celeridad las transacciones con respecto a los tradicionales métodos bancarios. Esta aplicación es la más consolidada de la *blockchain*, pero existen múltiples esferas en las cuales su utilización será trascendental como lo son:

- Automatización de la gestión de pagos y cobros, de forma simultánea con condiciones pre acordadas entre múltiples participantes para prestar un servicio. Inmediatamente después de que un servicio haya sido completado, como sucede en el caso de un espectáculo artístico (conciertos, funciones de teatro, festivales de cine, eventos deportivos, etc.), todos los participantes tendrían registrado en la plataforma de *blockchain* la parte del servicio a disfrutar y las condiciones que podrían activar o no el pago después del evento.

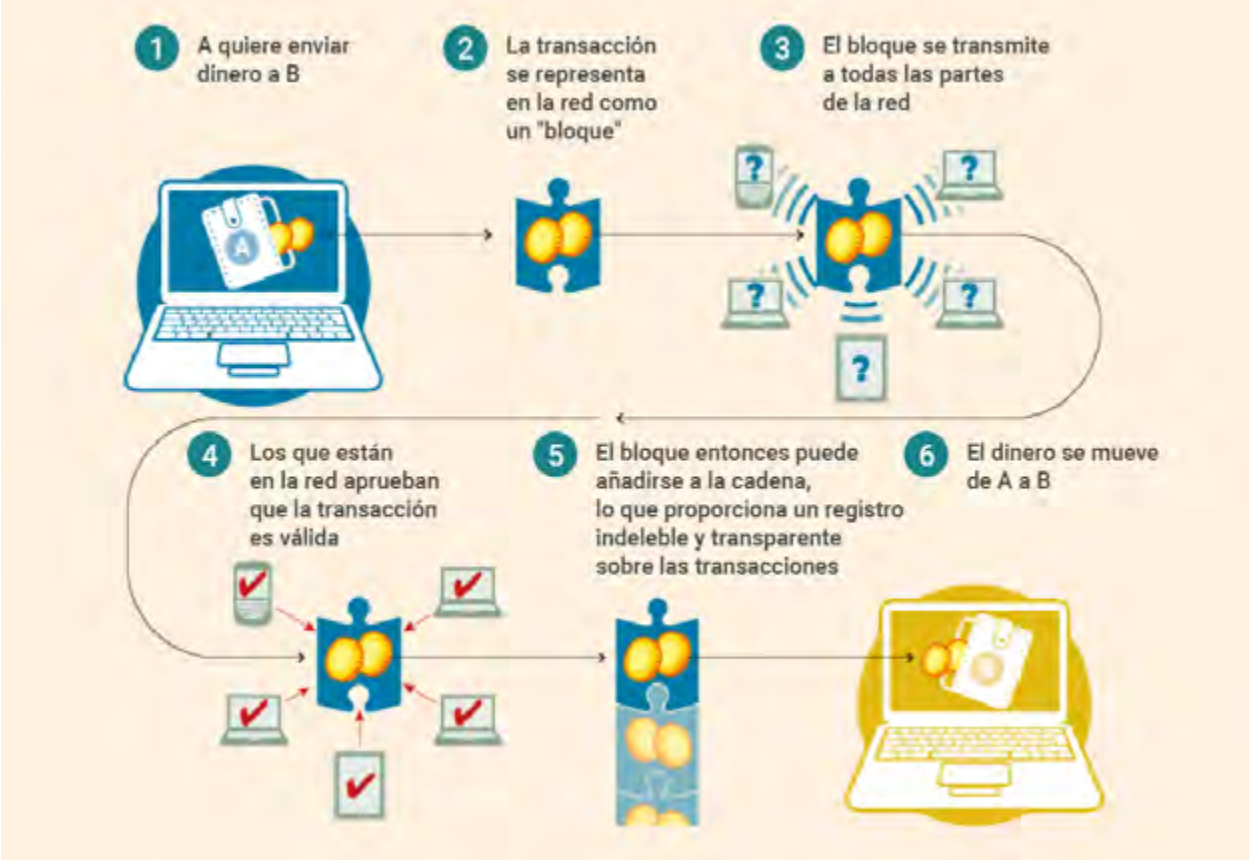

Figura 5. Pasos en una transacción financiera con el uso de criptomonedas

ISSN: 1813-5056, RNPS: 0514, Vol. 17, No. 1, enero-junio, 2021, pp. 30 - 41 fono

- Comercio exterior, automatización de los procesos entre varios actores: compañías importadoras, exportadoras, aduanas, transportes, puertos, etc. La utilización de *smart contracts* agilizaría trámites e impulsaría la competitividad.

- Verificación y certificación de propiedad intelectual donde se tendría una certificación inmediata de la autenticidad de obras de arte o de estudios realizados entre múltiples centros de investigación o universidades, lográndose mayor trazabilidad de la propiedad de documentos.

- Representaciones digitalizadas de documentos tradicionales de identidad tales como licencias de conducción, pasaportes, certificados de nacimiento, registros de seguridad social, de votantes, entre otros.

- La historia médica que incluya registros médicos, farmacéuticos, notas de consultas, tratamientos y datos de utilización de dispositivos médicos. En este último sería fundamental el registro de todos los procedimientos realizados durante una intervención quirúrgica con la asistencia de dispositivos IoT.

- Trazabilidad del transporte de bienes preciados, tanto de lujo (diamantes, obras de arte), como únicos por su denominación de origen, como el vino o el aceite o medicinas. Esto propiciaría la eliminación de las falsificaciones de producto y certificando la calidad y trazabilidad de los mismos.

- Gestión de cobros o pagos alrededor de los servicios, como pagos de peaje por autopistas, abastecimiento de carburante o pagos de factura de electricidad.

- Ciberseguridad en el que cada contrato almacenado dentro de la red distribuida tendrá asociado un código de almacenamiento en la blockchain y estará encriptado con algoritmos seguros, obstaculizando la posibilidad de que se cometa algún tipo de fraude o eliminación de los mismos por estar distribuida su certificación de validez.

Según estudios realizados, IoT para 2025 contará con cerca de 38 billones de dispositivos conectados a la red enviando y recibiendo información (Fernández, 2020), con la blockchain se puede realizar un mejor aprovechamiento de la información que generen todos estos equipos y ponerla a disposición de los sectores que la necesiten para implementar acciones automáticas. En un sencillo ejemplo, una aseguradora de automóvil tendría a su disposición una vez que un usuario solicite un seguro todos los datos que generarían los sensores del automóvil como los kilómetros recorridos por periodos de tiempo determinado, si se ha realizado el mantenimiento según dicta el fabricante. Estos datos se actualizarían constantemente y sobre esta base, el asegurador podría aumentar o disminuir la tarifa al asegurado.

Telecomunicaciones, el impacto de esta tecnología, en este sector económico puede llegar a ser trascendental en la gestión interna de las redes, cualquier control automático o autorregulación, que se desarrolle en dicha gestión al reducir la complejidad acabará imponiéndose. La evolución de la 5G con velocidades del orden de los Gbps, de conjunto con estructuras de redes flexibles, distribuidas y adaptables, permitirán definir diferentes tipos de redes dentro de la misma infraestructura. Esta combinación, al mejorar el ancho de banda, disminuir la latencia, aumentar la velocidad; permitirá satisfacer los requerimientos técnicos demandados por diferentes sectores como la industria de automóviles autónomos o servicios de salud remota.

Según pronostican algunos autores otros de los atributos en este sector para los Proveedores de servicio de Internet (ISP) sería que su red permitirá a sus clientes que demanden más recursos, cambiar la topología, ya que la *blockchain* detectará inequívocamente e inmediatamente a quien lo solicita y en consecuencia basado en los permisos y recursos realizará las accio-nes requeridas.

Análisis del desarrollo alcanzado en Cuba

Con la apertura por parte de ETECSA del servicio de Internet por medio de datos móviles en 2018, y su posterior consolidación con LTE en 2019, se facilitó a sus consumidores comenzar a incursionar en el mundo de las criptomonedas, estableciéndose algunas comunidades en La Habana, Villa Clara y Matanzas, lo que constituyó una manera de poder realizar compras *online* para la población cubana que las posee.

En una de sus reseñas investigativas los autores Doimeadiós, Carmona, Izquierdo y Albornoz (2019c) señalan que uno de los proyectos de intercambios de monedas cripto, es el Fusyona radicado con sede en Brasil, y de la cual La Habana también se considera otra sede al contar con voluntarios cubanos. En Cuba no se puede realizar el intercambio de ningún tipo de criptomonedas por divisas o moneda nacional ya que no está legislado. El único autorizado a realizar este tipo de operaciones de

fono ISSN: 1813-5056, RNPS: 0514, Vol. 17, No. 1, enero-junio, 2021, pp. 30 - 41

intercambio de monedas en el país son las entidades autorizadas por el Banco Central de Cuba (BCC).

Una de las dificultades en el desarrollo de *software* descentralizados, que pueda estar entorpeciendo el despegue de esta tecnología, la abordan Doimeadiós, Carmona, Izquierdo y Albornoz (2019a) al referir lo expresado por el Dr. Miguel Katrib, perteneciente al Instituto de Criptografía de la Facultad de Matemática y Computación de la Universidad de La Habana donde, desde el año 2017 investigan las potencialidades de la *blockchain*. Este considera que, en el contexto cubano, la concepción centralizada de la mayoría de los procesos productivos y de servicios, con variados y diversos intermediarios acostumbrados a un comportamiento reactivo, que espera las indicaciones "de arriba", pudo haber condicionado también la solución centralizada de muchas aplicaciones de *software*, y no por una necesidad del propio soporte tecnológico.

Fomentar la creación de sinergias entre los profesionales de esta institución, desarrolladores, con otros organismos y empresas, como Grupo Empresarial de la Informática y las Comunicaciones (GEIC), el BCC y la Unión de Juristas abrirá las puertas para la difusión de estas redes y que se valoren proactivamente las posibles aplicaciones de esta tecnología en el país. En el desarrollo de la misma, trabajan en la actualidad los investigadores dentro del sector estatal. En tanto, en el sector cuentapropista, también se han dado pasos en esta dirección, pero es imperativo una mayor difusión de sus potencialidades para elevar cultura del nivel decisorio, en aras de aportar soluciones o escenarios de pruebas en los adelantos que se alcancen en esta materia.

ETECSA como operador de telecomunicaciones tiene un papel fundamental en la puesta en marcha de estas redes, que se empiezan a desarrollar en Cuba. Siendo necesario adoptar medidas en su infraestructura tecnológica, para acompañar las investigaciones con el soporte necesario que solicitaran las empresas desarrolladoras, en futuras pruebas de las mismas.

Identificación de sectores en Cuba para su implementación

Una aplicación en el sector de la salud traería beneficios para el trabajo con la documentación clínica. Una vez que un paciente es atendido en una institución sanitaria los datos de su historial quedarían registrados y no se podrían alterar con el transcurso de los años, a su vez esta red podría conectarse a otra red teniendo varios puntos de conectividad con otras organizaciones para la consulta autorizada del estado de salud de los trabajadores en cada uno de los sectores de la economía.

Un proyecto aplicable y novedoso en el sector antes mencionado, fue presentado en el 2019 durante la celebración en La Habana del Foro de Empresarios y Líderes de las Tecnologías de la Información (FELTI) donde se dio a conocer que el hospital Manuel Fajardo implementará con el desarrollo de Softel: historias clínicas digitales. En estas se guardarán los resultados análisis de laboratorios, tomografías, rayos X, etc. de los pacientes de este hospital. Los que se tendrán a disposición de cualquier entidad sanitaria del país una vez se cree una historia clínica centralizada (Prensa Latina, 2019). Este proyecto que aún se encuentra en fase de implementación sería un magnifico punto de partida para la implantación de una *blockchain* entre todas estas instituciones garantizando de esta forma las regulaciones éticas, la privacidad de los datos, la legalidad de las firmas de los facultativos y la seguridad de los resultados y datos de manera general.

Doimeadiós, Carmona, Izquierdo y Albornoz (2019a) evidencian otros dos empleos, en el primero plantean:

BioCubaFarma tiene potencialidades tecnológicas y de capital humano altamente preparado para lograr un sistema de control de medicamentos. Básicamente un medicamento puede ser un *token*, y la receta una transacción. En la actualidad se hace con papeles (recetas, tarjetón, registros de control de las farmacias). La *blockchain* y sus contratos pueden controlar esta funcionalidad, así como a sus actores: proveedores, médicos, pacientes, hospitales, policlínicos, consultorios, farmacias. Todo registrado y perfectamente auditable.

Sobre el segundo expusieron:

(…) el turismo es un sector susceptible de ser "tokenizado". Teniendo en cuenta la gran cantidad de participantes que tiene el sector: transportistas, agencias de viaje, hoteles, restaurantes, artistas, suministradores estatales y privados.

El Ministerio de Justicia (MINJUS) ahorraría un monto cuantioso en recursos materiales en los

ISSN: 1813-5056, RNPS: 0514, Vol. 17, No. 1, enero-junio, 2021, pp. 30 - 41 fono

Registros Civiles y tendría la certeza de la veracidad de los registros, eliminando posibles errores en los trámites de cualquier certifico. Con una Interfaz de programación de aplicaciones (API), esto en conjunto con el banco para los pagos hará que los interesados obtengan el documento deseado en cuestión de minutos.

Otro impacto lo tendría en la distribución de materiales en los puntos de ventas a la población conocidos comúnmente como "rastros", permitiría tener un registro de la compra-venta de los recursos que se descarguen y la trazabilidad de los mismos.

Otra aplicación sería en las empresas a la hora de controlar de su parque automotor la correspondencia entre su registro vehicular, la asignación de carburantes y los kilómetros reales recorridos. Además, se podrá supervisar el estado técnico de los vehículos, la necesidad de mantenimiento y la frecuencia de los mismos, comprobándose si se mantienen aptos para circular.

Todas estas implementaciones pueden llevarse a cabo, pero estrechamente ligadas a la creación de la identidad digital, como se ha expuesto. La misma es la herramienta necesaria para la validación de la información entre las distintas empresas que se encuentran en la red.

Conclusiones

Las redes *blockchain* irrumpieron hace muy poco tiempo en la sociedad, a pesar de que su principio de funcionamiento es bastante sencillo, su puesta en marcha depende de varios factores que demandan cuantiosas inversiones en cuanto al desarrollo de una infraestructura tecnológica robusta y eficiente. Lo costoso de su proyección y puesta en marcha se equilibraría con los beneficios que se comiencen a obtener en el decursar del tiempo debido a la eliminación del cobro de las comisiones de las terceras partes involucradas. Está tecnología goza de una autonomía el tener un sistema descentraliza-do, las cadenas de bloques grandes son actualizadas continuamente, es monitoreado por todos, no posee dueño ni es controlada por nadie. Por esta característica y al estar compartida todo la base de datos entre la red de nodos, no permite una pérdida de datos masiva, ni una caída total del sistema. En el caso de existir algún error en una transacción, en la progra-mación o algún tipo de estafa, no existe a quién re-clamar o demandar, esto puede generar desconfianza por parte de los clientes por el movimiento de cuan-tiosas sumas conllevando a un riesgo muy alto. De ahí que en las empresas al formar sus alianzas, se estipule que una o varias de ellas sirva como entidad reguladora de la política de trabajo de las mismas.

Proporciona un control, asignación y aprovechamiento de los recursos en la salud, la educación, subsidios, entre otros sectores. Disminuye considerablemente el tiempo de realización de transacciones y trámites de manera general. Aporta altos niveles de seguridad en los procesos productivos y conquista mercados que requieren de este tipo de confiabilidad para hacer negocios. Todo esto favorece la eficiencia empresarial. Aunque no elimina los fraudes o incumplimiento de las cláusulas establecidas en los contratos, sino que deja un registro de las negociaciones realizadas y automatiza la realización de las mismas, de ahí la importancia que sea precisa la programación de los contratos y la forma de actuar de la red en cada caso. La aplicación de esta tecnología permite la independencia comercial a los países que son sancionados económicamente por alguna entidad financiera

En el caso de Cuba, se deben continuar profundizando los estudios sobre este paradigma y sus posibles implementaciones, desarrollando la cultura al respecto, creando directrices a seguir para la asociación entre las empresas que brindan servicios a la población, que propiciará mejorar la calidad de vida. Es imprescindible aunar voluntades en el desarrollo de mecanismos para la creación, control y uso de una identidad digital en las organizaciones sobre todo en las del sector estatal, en este sentido ya se encuentran dando los primeros pasos.

Realmente constituye un notable desafío, pero es preciso tener la visión del verdadero encadenamiento productivo y de servicios que puede dar, el uso de *blockchain* en todas las esferas.

Referencias bibliográficas

Allende, M. y Colina, V. (2018). *Blockchain cómo desarrollar confianza en entornos complejos para generar valor de impacto social.* ITE/IPS Techlab. Banco Interamericano de

desarrollo. Obtenido de: https://www.academia.edu/39405402/Blockchain_Como_desarrollar_confianza_en_entornos_complejos_para_generar_valor_de_impacto_social

Binance Academy. (2019). *Casos de Uso del Blockchain: Identidad Digital*. Obtenido de: https://www.binance.vision/es/blockchain/blockchain-use-cases-digital-identity

Cuenca, J. (2019). Blockchain. Qué es y cuáles son sus aplicaciones. *Presentación en el Ciclo de conferencias de Economía de la empresa*, Universidad Politécnica de Madrid.

Doimeadiós, D., Carmona, E., Izquierdo, L., Albornoz, D. (2019a). *Billeteras virtuales, ¿criptomonedas en Cuba?* Obtenido de: http://www.cubadebate.cu/especiales/2019/09/10/billeteras-virtuales-como-llegaron-las-criptomonedas-a-cuba/#.XY1VzSDauM8

Doimeadiós, D., Carmona, E., Izquierdo, L., Albornoz, D. (2019b). *Comprar criptomonedas en Cuba, una 'exchange' no tan virtual*. Obtenido de: http://www.cubadebate.cu/especiales/2019/09/17/comprar-criptomonedas-en-cuba-una-exchange-no-tan-virtual/#.XY1WUiDauM8

Doimeadiós, D., Carmona, E., Izquierdo, L., Albornoz, D. (2019c). *¿Listos para la 'blockchain' cubana?* Obtenido de: http://www.cubadebate.cu/espe-ciales/2019/09/27/listos-para-la-blockchain-cubana/#.XZDaJSDasqQ

Fernández, R. (2020). *El Internet de las cosas (IoT) - Datos estadísticos.* Obtenido de: https://es.statista.com/temas/6976/el-internet-de-las-cosas-iot/#dossierContents__outerWrapper

Gutiérrez, F. (2019). *Qué es blockchain: cómo funciona la tecnología detrás de Bitcoin.* Obtenido de: https://es.cointelegraph.com/explained/que-es-blockchain-como-funciona-la-tecnologia-detras-de-bitcoin

Palomo, R. (2018). *Blockchain: la descentralización del poder y su aplicación en la defensa.* [versión electrónica]. 70,2-9. Instituto Español de Estudios Estratégicos. Obtenido de: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2018/DIEEEO70-2018_Blockchain_PalomoZurdo.pdf

Prensa Latina. (2019). *Cuba hacia la historia clínica digital en sus centros sanitarios*. Obtenido de: http://www.radioangulo.cu/salud/239253-cuba-hacia-la-historia-clinica-digital-en-sus-centros-sanitarios

Preukschat, A., Kuchkovsky, C., Gómez, G. y Díez, D. (2017). *Blockchain. La revolución industrial de internet. Grupo Planeta*.

Puig, A. (2018). *Tipos de Blockchain y casos de uso. Foro Innovación en Tecnologías Disruptivas*. España.

Puig, A. (2019). *Otros usos de 'blockchain' que nadie esperaba.* Vodafone Digital Solutions Barcelona.

Rodríguez, N. (2019). *Blockchain Como Servicio - BAAS: Soluciones de Nivel Empresarial.* Obtenido de: https://101blockchains.com/es/blockchain-como-servicio-baas