



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS

BLOCKCHAIN COMO HERRAMIENTA EN LA GESTIÓN DEL SECTOR PÚBLICO- FINANZAS

AUTORES: Andrés Alba Gualteros

Andrés Avellaneda Choachi

Ingri Vallejo Castañeda

DOCENTE: Miller Rivera Lozano

Especialización en Finanzas

Especialización en Gerencia Empresarial

Bogotá, 2022

Tabla de Contenido

1.	RESUMEN	3
2.	ABSTRACT	4
3.	INTRODUCCIÓN	5
4.	¿QUÉ ES BLOCKCHAIN?	6
4.1.	Desarrollo del Concepto	7
5.	¿CÓMO FUNCIONA BLOCKCHAIN?	9
5.1.	Elementos Básicos de Blockchain	10
5.2.	Características de Blockchain	11
5.3.	Tipos de Blockchain	13
6.	VALORACIÓN DE LA APLICABILIDAD DE BLOCKCHAIN	15
7.	BLOCKCHAIN EN EL MUNDO	17
8.	ESCENARIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE BLOCKCHAIN	21
8.1.	Funciones del Sector Público	22
8.2.	Casos de uso	24
9.	CASOS DE IMPLEMENTACIÓN DE BLOCKCHAIN EN EL SECTOR PÚBLICO	26
9.1.	Registros de Activos	26
9.2.	Historias Clínicas	26
9.3.	Certificados y Diplomas en el área de la enseñanza	26
9.4.	Voto Electrónico	27
9.5.	Impuestos	27
9.6.	Licitaciones	27
9.7.	Programas de Alimentación Escolar	27
9.8.	Registro de Contratistas	28
9.9.	Registro de Propiedad	28
9.10.	Pensiones	28
10.	RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL BLOCKCHAIN	29
10.1.	Estonia	29
10.2.	Georgia	30
10.3.	Colombia	30
10.4.	Australia	31
10.5.	Jordania	31
11.	ASPECTOS NEGATIVOS DEL BLOCKCHAIN	32
12.	CONCLUSIONES	33
13.	BIBLIOGRAFÍA	35

BLOCKCHAIN HERRAMIENTA EN LA GESTIÓN DEL SECTOR PÚBLICO

1. RESUMEN

El desarrollo de la tecnología blockchain, cuyo propósito primordial, es descentralizar la información, garantizando entre otras cosas, que los procesos sean más transparentes, seguros y confiables; ha permitido a diferentes instituciones en diversos países, crear soluciones eficientes para satisfacer las necesidades de sus ciudadanos, de tal manera que, la confianza de los mismos hacia la labor de éstas instituciones ha ido aumentando, y principalmente, hacia aquellas que hacen parte del sector público; sector en el cual se han hecho grandes avances en lo que respecta al voto electrónico, al recaudo de impuestos, al registro de activos y de historias clínicas, entre otros.

De ahí que, esta tecnología se siga implementando en diferentes gobiernos, y tenga una mayor acogida en diversos países, los cuales encuentran en esta herramienta, una solución adecuada para los diversos problemas que se presentan en la administración pública, entre ellos el de la corrupción, que en la gran mayoría de los casos se da por falta de trazabilidad y auditoria en los procesos públicos.

Y si bien, la implementación de estos sistemas puede tornarse un tanto compleja, a tal punto que no siempre los resultados serán los esperados, el hecho de que garantice, en un alto porcentaje, un incremento en la fiabilidad, seguridad y calidad de los procesos; lo cual redundo adicionalmente, en la optimización de tiempos y por ende en la reducción de costos, entre otros beneficios, ha sido el punto de inflexión que ha motivado a que las instituciones y principalmente aquellas que hacen parte del sector público, incursionen en la aplicación de este tipo de sistemas.

Por lo tanto, los diferentes gobiernos por medio de sus instituciones y a fin de asegurar la credibilidad y participación de sus ciudadanos, deberán fomentar la inversión en el desarrollo e implementación de este tipo de tecnología, toda vez que, se deben preparar para los cambios que están surgiendo a nivel mundial.

Este documento, tiene como objetivo dar un contexto general, respecto a lo que es la tecnología de cadena de bloques o blockchain, las soluciones que se han venido diseñando según el campo de aplicación y el sector de la industria, los usos de esta tecnología en las actividades propias del sector público, los resultados evidenciados, y los beneficios y debilidades que conlleva su implementación de acuerdo con los casos estudiados.

2. ABSTRACT

The development of blockchain technology, whose primary purpose is to decentralize information, guaranteeing, among other things, that the processes be more transparent, secure and reliable; it has allowed different institutions in various countries to create efficient solutions to satisfy the needs of their citizens, in such a way that the confidence of these last in the work of these institutions has been increasing, and mainly, in those that are part of the sector public; sector in which great advances have been made with regard to electronic voting, tax collection, asset registration and medical records, among others.

Hence, this technology continues to be implemented in different governments, and has a greater reception in various countries, which find in this tool an adequate solution for the various problems that arise in public administration, including corruption, which in the vast majority of cases is due to a lack of traceability and auditing in public processes.

And although the implementation of these systems can become somewhat complex, to the point that the results will not always be as expected, the fact that it guarantees, in a high percentage, an increase in the reliability, safety and quality of the processes; which additionally results in

the optimization of times and therefore in the reduction of costs, among other benefits, has been the turning point that has motivated institutions and mainly those that are part of the public sector, to venture into the application of these types of systems.

Therefore, the different governments, through their institutions and in order to ensure the credibility and participation of their citizens, should encourage investment in the development and implementation of this type of technology, since they should be prepared for the changes that are emerging globally.

This document aims to give a general context, regarding what is the technology of blockchain, the solutions that have been designed according to the field of application and the industry sector, the uses of this technology in the activities of the public sector, the evidenced results, and the benefits and weaknesses that its implementation entails according to the cases studied.

3. INTRODUCCIÓN

Fenómenos como la globalización, el uso masivo de internet y la manera en que interactuamos con la red, así como el avance tecnológico, el cual ha sido exponencial en lo que refiere principalmente a tecnologías de la información, y al que nos vemos expuestos en la actualidad, ha derivado en el desarrollo de conceptos recientes que se soportan a través de tecnologías disruptivas y que buscan de una manera u otra superar ciertas limitaciones que se siguen presentando en los modelos socioeconómicos tradicionales, modelos que adoptan tanto las organizaciones del sector público como del sector privado.

Y uno de estos conceptos y quizá de los más importantes que han surgido durante las últimas dos décadas, es el Blockchain o la cadena de bloques, un sistema completamente descentralizado, que en principio se desarrolló para realizar transacciones electrónicas a través del uso de una moneda digital, sin la necesidad de un intermediario o tercero como bancos y demás, y el cual en la actualidad ha diversificado su aplicabilidad.

De modo que, cualquier organización independientemente del sector al que pertenezca, deberá asumir el reto de ir desarrollando procesos que les permitan tanto apropiarse de estas nuevas tecnologías, como explotar el potencial que las mismas ofrecen. Sin embargo, este reto es aún mayor para los organismos y entidades que hacen parte del sector público, por lo que implica su rol en cuanto al desarrollo e implementación de políticas y funciones de diferente índole que promuevan, faciliten y aseguren el bienestar ciudadano. Bajo este contexto y teniendo en cuenta los antecedentes de irregularidad y corrupción que rodean a la gestión pública, es lógico entonces, que se les demande mayor celeridad y transparencia en los procesos, entre otras cosas. Y justamente, estas son algunas de las ventajas que brinda el Blockchain.

4. ¿QUÉ ES BLOCKCHAIN?

Finalizando 2008, el anónimo Satoshi Nakamoto difundió el protocolo de un nuevo sistema que permitía realizar transacciones financieras directas entre pares, a través del uso de una moneda digital llamada Bitcoin (Tapscott, D. y Tapscott, A, 2016, p. 12). A este protocolo o concepto se le dio el nombre de blockchain o cadena de bloques. Pues bien, blockchain es un sistema descentralizado que permite la transferencia de valor y que no se respalda en la ética de las personas o instituciones, sino que se sustenta en los registros distribuidos, el consenso entre partícipes y en la solución de un rompecabezas criptográfico o PoW -“Prueba de Trabajo”- como se le denomina en este ámbito (Cordero, M., 2019, p. 19; Dolader, M. et al., s.f., p. 34). El Blockchain, tal como su nombre lo indica, está compuesta por bloques que contienen una determinada cantidad de registros verificados y que solo pueden ser añadidos a la cadena tras lograr un acuerdo entre la mayoría de las partes, y ese acuerdo se establece una vez que uno de los mineros o nodos haya solucionado la prueba de trabajo o PoW, por sus siglas en inglés (Dolader, M. et al., s.f., p. 34). Ahora bien, esta prueba consiste en encontrar un código hash resultante, que contenga en su inicio una cantidad determinada de ceros, una vez logrado esto,

el Minero podrá enlazar el bloque a la cadena. La importancia de esta prueba radica en el coste computacional que conlleva, pues es imposible obtener el código de forma analítica, por lo que debe recurrirse a una gran inversión en hardware, software y demás, sin mencionar, que un bloque nuevo tendrá dentro de su registro el hash del bloque que le precede, lo cual incide directamente en la seguridad y transparencia de la información (Dolader, M. et al., s.f., p. 35), y esto debido a que una vez que se modifique el hash de un bloque, este junto con los que le suceden en la cadena perderán su validez, entonces quien desee modificar la información, tendrá que invertir infinidad de recursos calculando no solo el hash del bloque modificado, sino de los bloques subsiguientes. lo que a la postre terminará en un trabajo infructuoso.

4.1. Desarrollo del Concepto

La tecnología Blockchain, hace referencia a un sistema que está completamente distribuido y que permite capturar y almacenar criptográficamente una serie de transacciones consistentes, lineales e inmutables entre actores de la red; al ser similar a un ledger o libro mayor, todos aquellos que estén involucrados en las transacciones, lo mantienen, actualizan y aprueban por consenso. Esta tecnología garantiza la transparencia de la información precisamente porque permite que haya un consenso por parte de todos los involucrados sobre la validez del historial de determinada transacción (Risius, M. y Spohrer, K., 2017, p. 386). Adicionalmente, aquellos que no tienen total confianza en una transacción, pueden controlar que la misma se realice de manera fiable, dado el uso de contratos inteligentes, los cuales, para efectos de su correcta ejecución, deben cumplir sí o sí, con unas reglas programables (Tschorsch y Scheuermann, 2016, citado por Risius, M. y Spohrer, K., 2017, p. 386).

Si bien, la característica principal de las aplicaciones desarrolladas bajo la tecnología del blockchain, es funcionar como un libro mayor distribuido, las mismas llegan a variar sustancialmente en cuanto a sus propiedades técnicas; estas propiedades técnicas por ejemplo determinan entre otros, los mecanismos de consenso y quienes participan dentro de la red (Beck

y Müller-Bloch 2017; Yli-Huumo et al. otros 2016, citado por Risius, M. y Spohrer, K., 2017, p. 386).

Las investigaciones que se han realizado recientemente en torno a la mejora de los protocolos bajo los cuales opera blockchain, se han centrado principalmente en las criptodivisas (Glaser y Bezzenberger 2015; Morisse 2015; Tschorsch y Scheuermann 2016; YliHuumo et al. 2016, citado por Risius, M. y Spohrer, K., 2017, p. 386), sin embargo, más allá de las ventajas que de por sí representa la tecnología de bloques, esta se ve sometida constantemente a dinámicas de ajuste y mejora, encaminadas a fortalecer los procesos de validación y aprobación de las diferentes transacciones a través de métodos de consenso (Walsh et al. 2016, citado por Risius, M. y Spohrer, K., 2017, p. 386).

Blockchain respalda su confiabilidad en los enfoques que se usan para validar la información y llegar a un consenso sobre la misma. Estos enfoques se sustentan en pruebas de trabajo que demandan un consumo considerable de energía, pero que al mismo tiempo anulan el riesgo de falsificación o adulteración de la información; dichos enfoques, a través de mecanismos de recompensas, promueven la participación de los diferentes integrantes de la red, en procesos de validación de transacciones cuando las aplicaciones apuntan al público en general, sin embargo, para aplicaciones cuyo foco es un grupo específico, los mecanismos no se centran en las recompensas, sino en las autorizaciones para el acceso o no a la información, por parte de los que integran la red (Tschorsch y Scheuermann 2016, citado por Risius, M. y Spohrer, K., 2017, p. 387).

Investigaciones sugieren que blockchain permitirá el surgimiento de nuevos modelos de negocio, toda vez que las transacciones se harán con mayor frecuencia a través de medios virtuales, de manera más rápida y segura, y al no requerir de intermediarios, su costo será mucho menor (Beck et al. 2016; Christidis y Devetsikiotis 2016; Glaser 2017; Puschmann y Alt 2016,

citado por Risius, M. y Spohrer, K., 2017, p. 387; Tapscott & Tapscott, 2016, citado por Zozaya, C. et al., 2017, p. 9).

5. ¿CÓMO FUNCIONA BLOCKCHAIN?

Básicamente, la cadena de bloques es un sistema que, a través del uso de procedimientos criptográficos, permite el intercambio entre pares, sin la necesidad de contar con intermediarios, lo que comúnmente se conoce como sistema descentralizado. Y esto es posible, dado que la cadena almacena el historial de transacciones, lo que permite a todos los que son partícipes de la misma, conocer lo que cada participante posee y en qué momento lo posee, lo anterior debido a que la cadena al configurarse como un libro mayor, se comparte con la red (conjunto de nodos), y ésta al trabajar de forma sincrónica y articulada, hará que cada una de las transacciones realizadas dentro de la misma, sea de carácter público y esté accesible para quienes la conforman (Arruñada, B., 2018. p. 3).

Sin embargo, para que se pueda adicionar un nuevo bloque a la cadena, la transacción involucrada, deberá haber superado un proceso de consenso llevado a cabo por la red (Arruñada, B., 2018. p. 3). Por ejemplo, si el usuario X, desea hacer una transferencia al usuario Y, la propuesta será remitida a todos los nodos de la red, de tal manera que la misma pueda ser validada y aprobada en el libro mayor. Para que se dé un consenso respecto a la transacción, especialistas o mineros, como se les conoce en este ámbito, deben resolver un problema matemático, cuya solución requiere de mucho poder computacional; una vez concuerdan todos en que se ha llegado a la solución, se añade el nuevo bloque a la cadena y se distribuye la última versión del libro mayor a toda la red (Arruñada, B., 2018. p. 3).

Aunque existen diferencias según las plataformas y el tipo de red, el funcionamiento de las operaciones en blockchain generalmente se reflejan en los siguientes pasos, *Ilustración 1 - ¿Cómo funciona el blockchain?*:

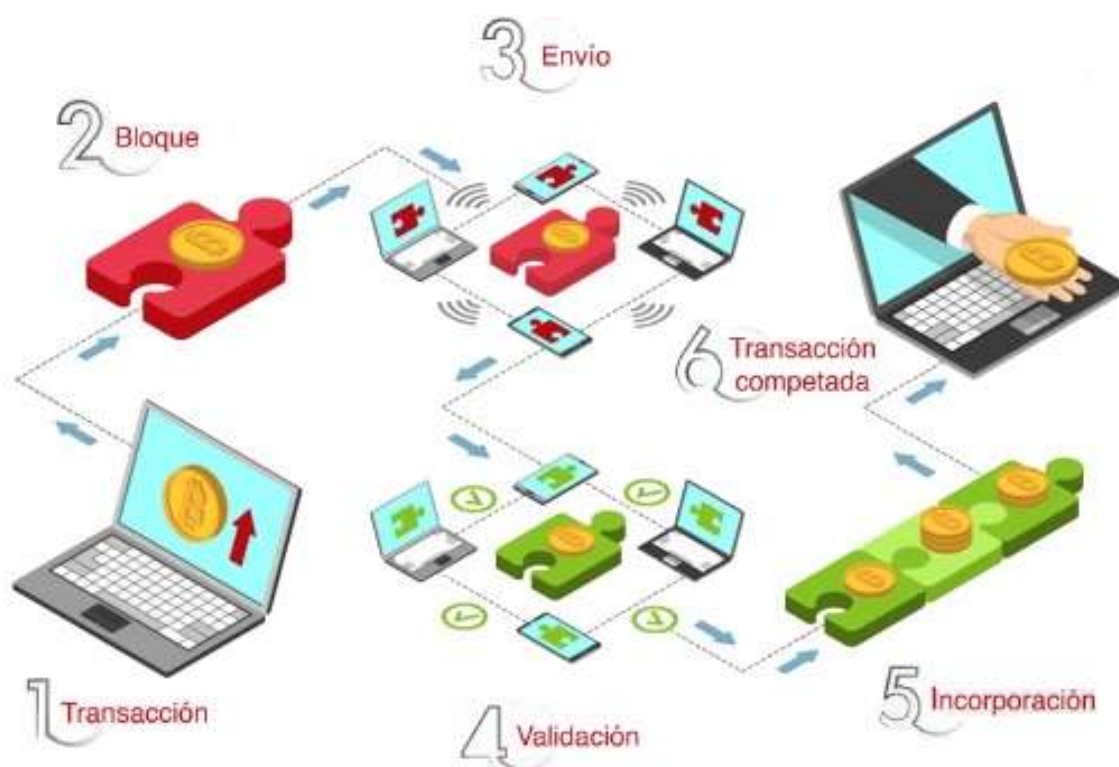


Ilustración 1 - ¿Cómo funciona el blockchain?. Tomada de: <https://web.uanataca.com/ec/blog/transformacion-digital/blockchain-y-firma-electronica>

5.1. Elementos Básicos de Blockchain

Como todo sistema conocido, blockchain se compone de una serie de elementos que, al trabajar en sinergia, permiten el desarrollo de diversas funciones, los principales elementos de esta tecnología son:

Criptografía: procedimiento, que haciendo uso de un algoritmo determinado, permite cifrar mensajes -asignar claves de tal manera que solo quien las tenga pueda acceder a la información-. En un sistema de bloques, la criptografía provee mecanismos que evitan entre otras situaciones, la pérdida o manipulación malintencionada de la información (Preukschat, A. et al., 2017, p. 26).

Bloque: Conjunto de transacciones que se desarrollan en determinado lapso, por lo tanto, las mismas se almacenan cronológicamente (Renzullo, J. y Pineda, A., 2021, p. 8; Carrera, C., 2019, p. 32). Se caracterizan principalmente por tener asociados un código hash único e

irrepetible que los identifica y el código hash del bloque que les precede, permitiendo que sean vinculados secuencialmente formando la cadena (Dolader, M. et al., s.f., p. 35).

Nodo: Se refiere a un ordenador que debe compartir ciertas características con los demás nodos de la red, de tal manera que todos sean compatibles y que puedan intercambiar información de forma pública y descentralizada. Estos servidores u ordenadores (nodos), trabajan en sinergia, -distribuyendo responsabilidades y beneficios-; y compartiendo, almacenando y validando la información a través de consensos, de tal manera que haya completa seguridad en la veracidad de la información. (Cordero, M., 2019, p. 20; Preukschat, A. et al., 2017, p. 24; Carrera, C., 2019, p. 31).

Red entre pares o P2P: Es un conjunto de nodos interconectados entre sí a la red, que interactúan como iguales y que comparten la misma información (Preukschat, A. et al., 2017, p. 25).

Registros distribuidos: Información idéntica y que se encuentra almacenada en diferentes ordenadores o nodos, estando estos últimos distribuidos en diferentes locaciones (Cordero, M., 2019, p. 20).

Código hash: Se refiere a un algoritmo matemático que permite fijar la longitud de cualquier cadena de bits, en un largo o tamaño determinado y con una estructura definida. Una característica importante de este algoritmo es que cada cambio que se genere en la información contenida en los bloques, por mínimo que este sea, generará un código hash diferente (Zozaya, C. et al., 2017, p. 4).

5.2. Características de Blockchain

Blockchain, al ser un sistema descentralizado basado en la confianza y la transparencia, brinda a sus usuarios un nuevo paradigma para el almacenamiento seguro de la información, las principales características de este sistema son:

Características Blockchain



Ilustración 2 – Características del blockchain. Fuente: Elaboración propia

Transparencia: Toda la información que se almacene e implemente en este sistema es pública, la cual no puede ser modificada y es fácilmente auditable; cualquiera de los participantes tiene acceso a los registros en este sistema de bloques y conoce el origen de cada una de las transacciones allí contenidas. (Zyskind, G. et al., 2015, p. 181).

Distribuida y descentralizada: Todos los participantes del sistema mantienen copia de los datos allí almacenados, de igual forma, al no estar centralizada la red, no existe un usuario que tenga más poder que otro dentro del bloque, ya que, todos los nodos tienen el mismo valor; lo que implica, que si uno de estos se desconecta no afecta en nada la integridad de la red (Monrat, A, et al., 2019, pp. 117138-117138).

Segura: Toda la información incluida contiene una huella criptográfica obtenida mediante un método llamado “hash”, la cual, contiene un código único de longitud fija para cualquier

entrada; una vez que los nodos validan las transacciones, se almacenan en bloques protegidos por “hash” y construcciones matemáticas complejas. Esto se realiza con el objetivo de garantizar la integridad del sistema, de igual forma, cualquier cambio sobre la información alteraría el cifrado y sería de fácil reconocimiento (Espinoza, S, 2020, pp. 8, 30).

Inmutable: Toda vez, que el sistema es descentralizado, es imposible cambiar cualquier característica de la información contenida en el bloque para un beneficio particular, por lo que, cualquier intento de alterar los datos de algún bloque se detecta con facilidad; ya que, para cualquier tipo de modificación, se debe realizar un proceso de consenso de los nodos de la red; por lo tanto, la integridad del código subyace a la identidad de los operadores del sistema red (Sultan, K, et al., 2018, p. 53).

Identificación: De acuerdo con la clase de estructura de blockchain, el método de identificación puede ser diferente. Para el caso de las cadenas privadas o híbridas, se requiere que cada uno de los participantes de la red, se identifiquen. Por otro lado, las redes públicas no requieren un suministro de datos personales por parte de los que integran la red, pues la identificación lo hacen a partir de un código por lo que su identidad permanece anónima (Preisegger, J. et al., 2019, p. 1307).

Auditabilidad: Los registros de cualquier blockchain pueden ser fácilmente validados y rastreados, debido a su naturaleza inmutable, pues cuentan con una marca temporal que permite hacer trazabilidad al momento exacto en que se almacena la información (Preisegger, J. et al., 2019, p. 1307).

5.3. Tipos de Blockchain

La tecnología basada en cadenas de bloques, también denominada Blockchain, se puede dividir en tres tipos principales, de acuerdo con las posibles características:

Públicas: No hay límite para que los usuarios lean datos o realicen operaciones, está abierto a todos y cualquiera puede participar o realizar el proceso de validación. Estas cadenas de bloques usualmente son consideradas “totalmente descentralizadas” (Parrondo, L., 2018, p. 17).

Consortiadas: Son blockchain en las que el proceso de validación o consenso está limitado a un grupo de nodos; es decir, que la red está conformada por un número determinado de participantes, donde, de acuerdo con las políticas de creación, un cierto número de nodos deben verificar y avalar las transacciones para que estas puedan ser introducidas en la cadena de bloques. En cuanto a los permisos de lectura estos pueden ser públicos o privados de acuerdo con la necesidad e intereses de los participantes. Estas blockchain pueden considerarse "parcialmente descentralizadas" (Parrondo, L., 2018, p. 17).

Privadas: En este tipo de blockchain los permisos de escritura están totalmente centralizados a una organización, aunque el administrador puede extender este permiso varios usuarios de la misma organización; sin embargo, los permisos de lectura pueden ser públicos o privados de acuerdo con los parámetros suministrados por el administrador y los intereses para los cuales fue creada (Parrondo, L., 2018, p. 17).

Es importante resaltar que, para identificar el mejor el tipo de blockchain que se requiera implementar, esto dependerá totalmente de la aplicación y resultados que se esperan obtener, al igual que los usuarios que la integrarán. Por ejemplo, si el objetivo es almacenar información de una compañía lo adecuado es implementar una cadena de bloques privada; por otra parte, si lo que se busca es demostrar transparencia y generar confianza ante terceros, lo ideal sería la implementación de una blockchain publica.

En la *Tabla 1 - Características entre las diferentes infraestructuras de Blockchain*, se pueden observar las principales diferencias entre los tres tipos de blockchain anteriormente expuestos:

Blockchain	Acceso	Participantes	Seguridad
Públicas	Cualquier usuario o nodo	Sin permisos Usualmente anónima	Mediante mecanismos de consenso descentralizados
Consortciadas	Organizaciones múltiples seleccionadas	Con permiso Identidades conocidas	Mecanismos de consenso propios
Privadas	Una única organización	Con permiso Identidades conocidas	Mecanismos de consenso propios

Tabla 1 - Características entre las diferentes infraestructuras de Blockchain

6. VALORACIÓN DE LA APLICABILIDAD DE BLOCKCHAIN

La implementación de un proyecto que pueda implicar el desarrollo y aplicabilidad de la tecnología Blockchain, debe considerar antes aspectos relevantes que permitan definir la viabilidad de este, si bien es cierto que la cadena de bloques ofrece ventajas muy importantes, puede haber otras tecnologías que, dependiendo de las necesidades, pueden llegar a presentar mejores resultados. Por lo tanto, es recomendable emplear un sistema de decisión, donde prevalezca el tipo de necesidad a cubrir y los participantes que estarán involucrados en el proceso; de acuerdo con lo anterior, se sugiere tener en cuenta los aspectos descritos en la *ilustración 3 – Evaluación aplicabilidad del Blockchain*. (Renzullo, J. y Pineda, A., 2021, p. 17):

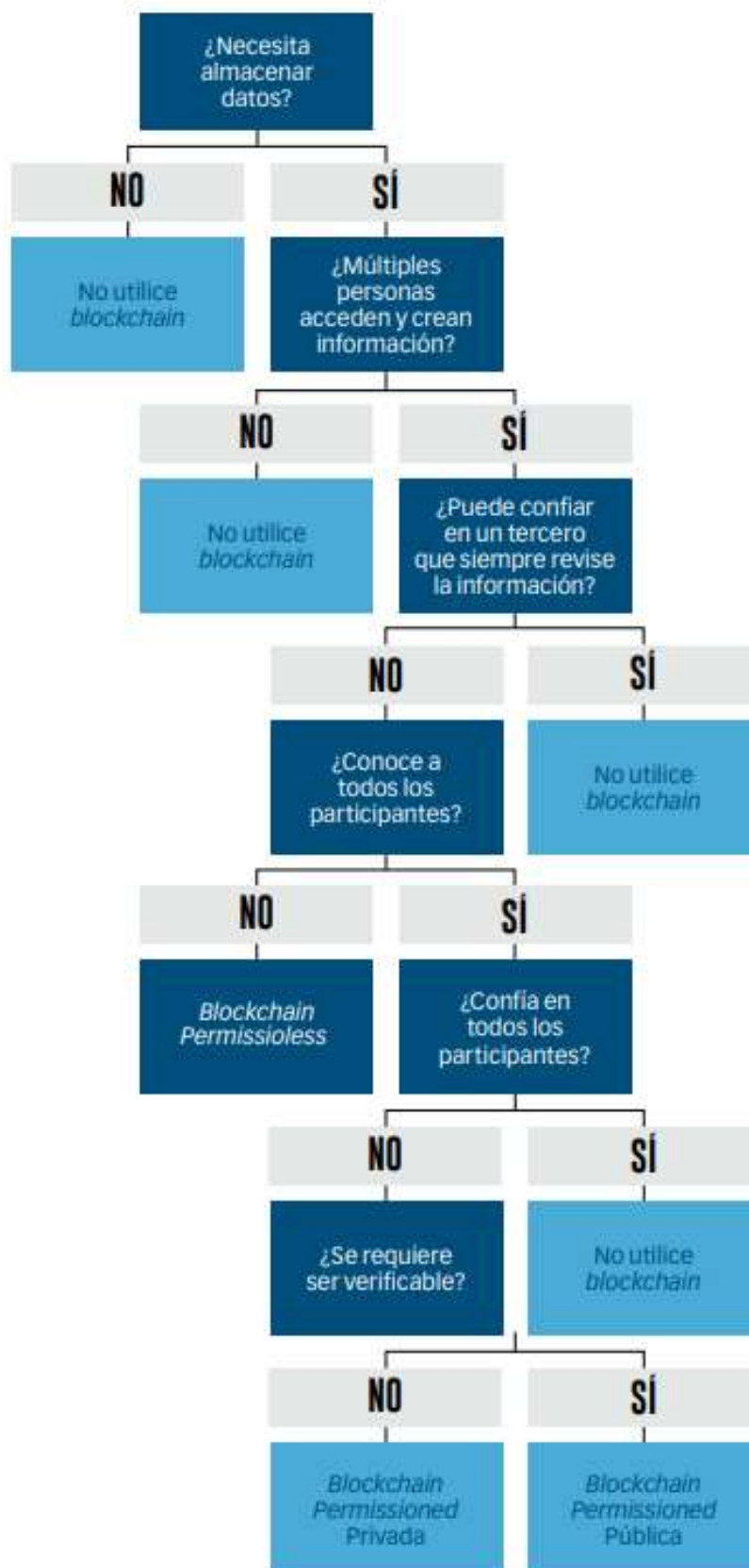


Ilustración 3 – Evaluación aplicabilidad del Blockchain. Tomada de: <http://libreriacedice.org.ve/wp-content/uploads/2021/08/Manual-de-Blockchain-CEDICE.pdf>

7. BLOCKCHAIN EN EL MUNDO

Antes de entrar en los detalles de la tecnología del blockchain, se deben resaltar algunas estadísticas que muestran el comportamiento de esta tecnología a nivel mundial. la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia, a través del boletín tecnológico “Blockchain: La revolución de la confianza digital”, indica que las cuatro principales tendencias para la implementación de esta tecnología son: aseguramiento de comunicaciones y equipamiento electrónico, sistemas de pagos y comercio electrónico, sistemas de gestión de procesos empresariales, y por ultimo identidad digital y registros públicos; basados en la cantidad de invenciones y solicitudes de patente; a continuación en la *ilustración 1 - Tendencias*, se logra observar el comportamiento de las principales tendencias.

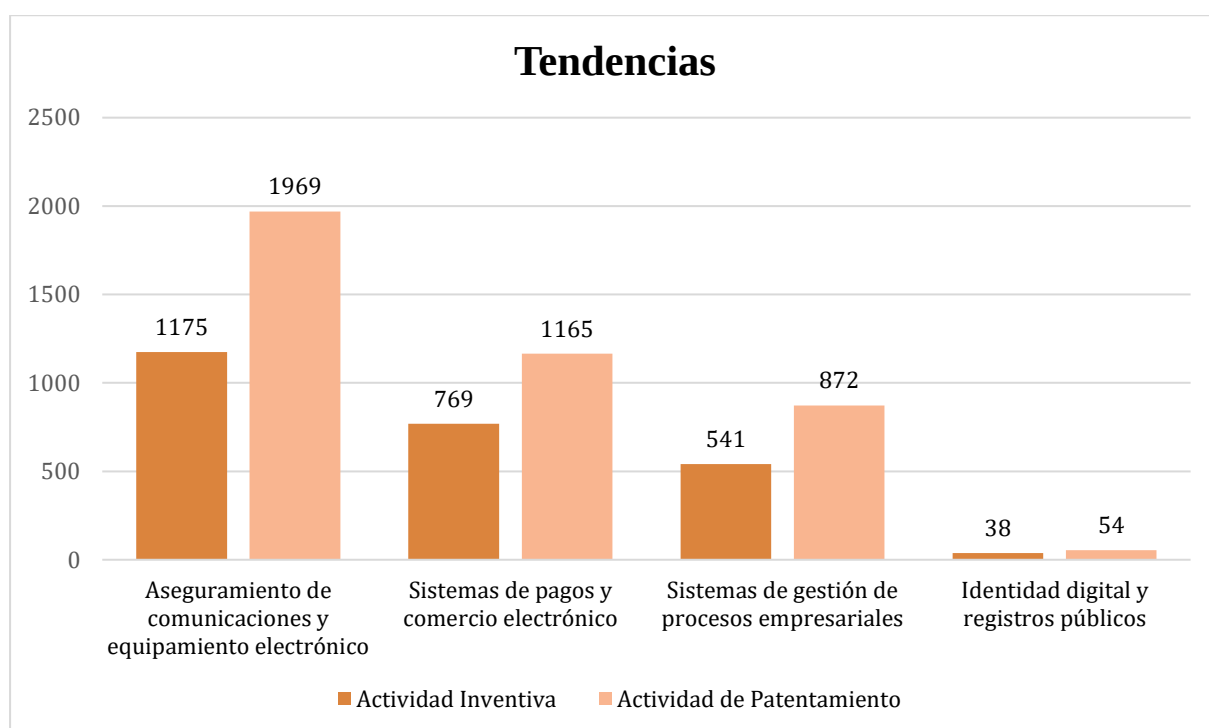


Ilustración 4 - Fuente: <https://www.sic.gov.co/boletines-tecnologicos/blockchain-la-revolucion-de-la-confianza-digital>

De igual forma, se logra identificar cuáles son los tipos organizaciones que se encuentran desarrollando actividades con esta tecnología, en función de la cantidad de solicitudes de patentes, tal como se muestra en la *ilustración 2 – Tipos de Solicitantes*.

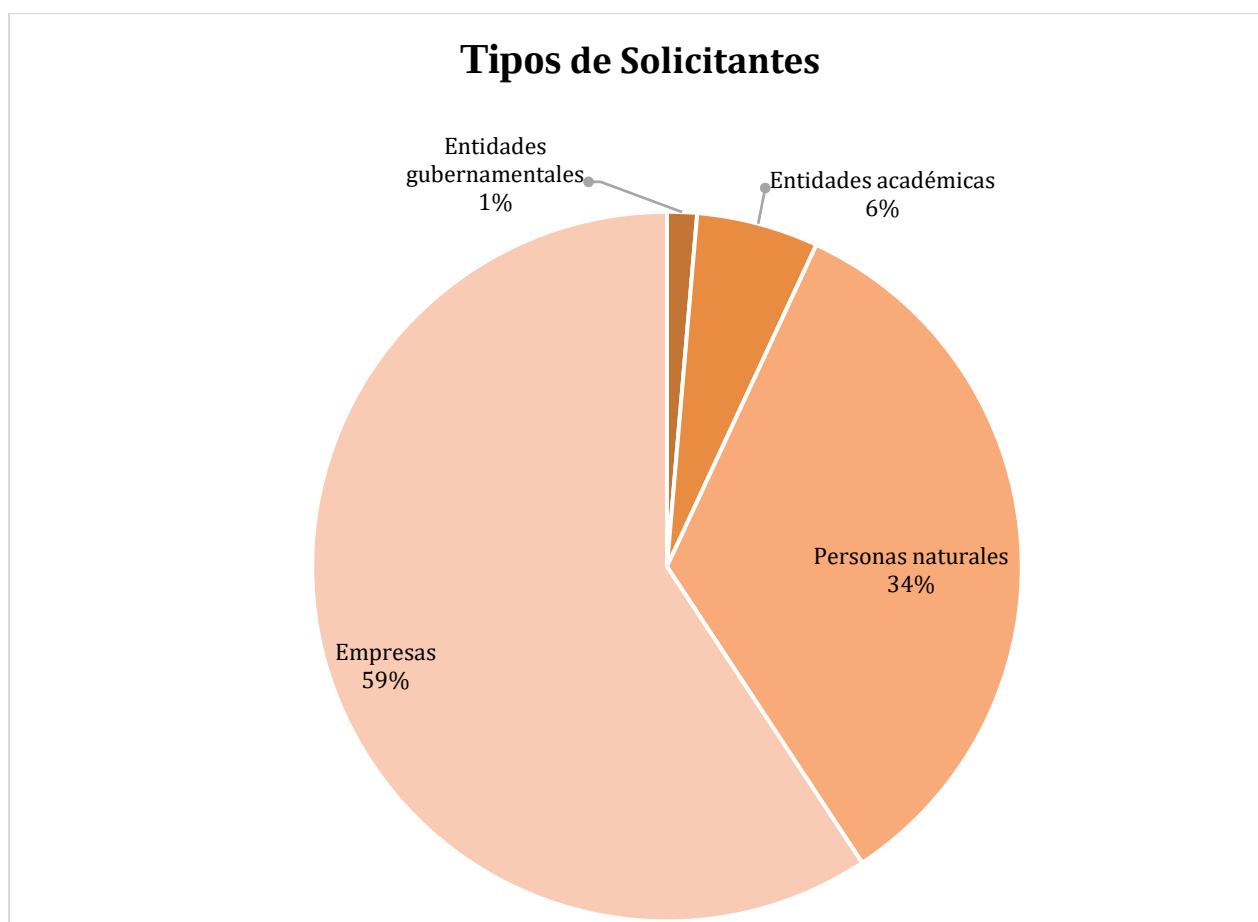


Ilustración 5 - Fuente: <https://www.sic.gov.co/boletines-tecnologicos/blockchain-la-revolucion-de-la-confianza-digital>

De acuerdo con lo anterior, se puede evidenciar que en el sector gubernamental es donde menos se ve actividad en la implementación y/o desarrollo de la tecnología del blockchain, es por ello por lo que es tan importante que las entidades gubernamentales se actualicen en aspectos tecnológicos, para lograr estar a la vanguardia e incentivar el uso de esta tecnología.

Por otra parte, Price Waterhouse Cooper – PwC, en su informe *“Time for trust: How blockchain will transform business and the economy”*, revela el impacto que la tecnología blockchain tendrá en el incremento del producto interno bruto mundial – PIB; el cual incrementará año a año, desde 2022 hasta 2030; en este último periodo, el impacto podría llegar a ser de US \$1.76 billones, lo que representaría el 1.4% del PIB mundial para el 2030; a continuación, en la *Ilustración 3 – Impacto Económico Blockchain*, se puede ver el impacto económico esperado por cada año (cifras en billones) y su respectiva participación porcentual en el PIB de cada uno de los periodos seleccionados.

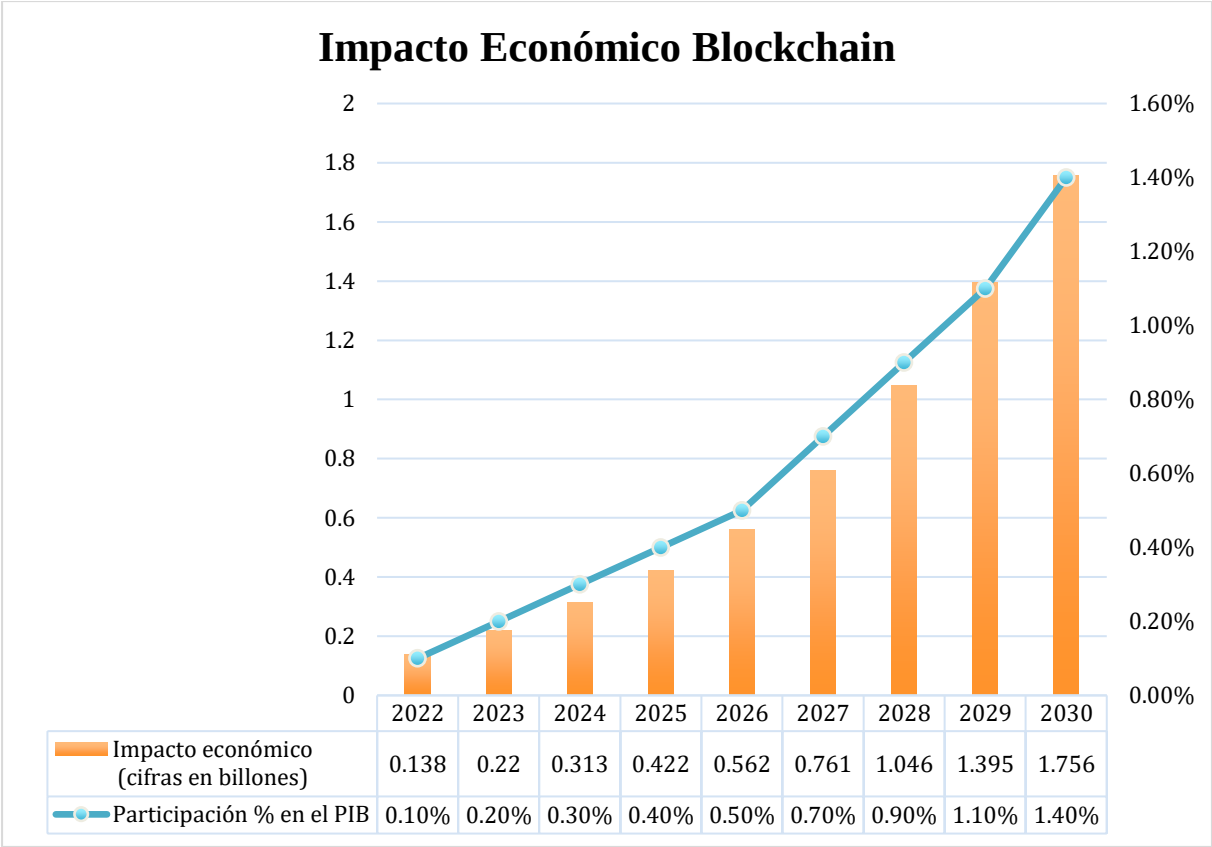


Ilustración 6 - Fuente: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/blockchain-report-transform-business-economy.html>

Teniendo en cuenta la proyección para el año 2030, en la *ilustración 4 – Impacto Económico Total 2030*, se puede observar el impacto financiero de las principales economías del mundo para esa vigencia (cifras en miles de millones), entre las que se encuentran: China, Estados Unidos, Alemania, Japón, Reino Unido, India, Francia, Italia, España, Suecia, Emiratos Árabes Unidos y Luxemburgo. De igual forma, se puede observar que los principales países que se encuentran desarrollando proyectos con esta tecnología son: China y Estados Unidos, y en menor escala los demás anteriormente mencionados; así mismo, se evidencia que Latinoamérica a la fecha del presente estudio no ha realizado avances significativos en el desarrollo de estos proyectos perdiendo costos de oportunidad y tiempo de reacción.

Impacto Económico Total 2030

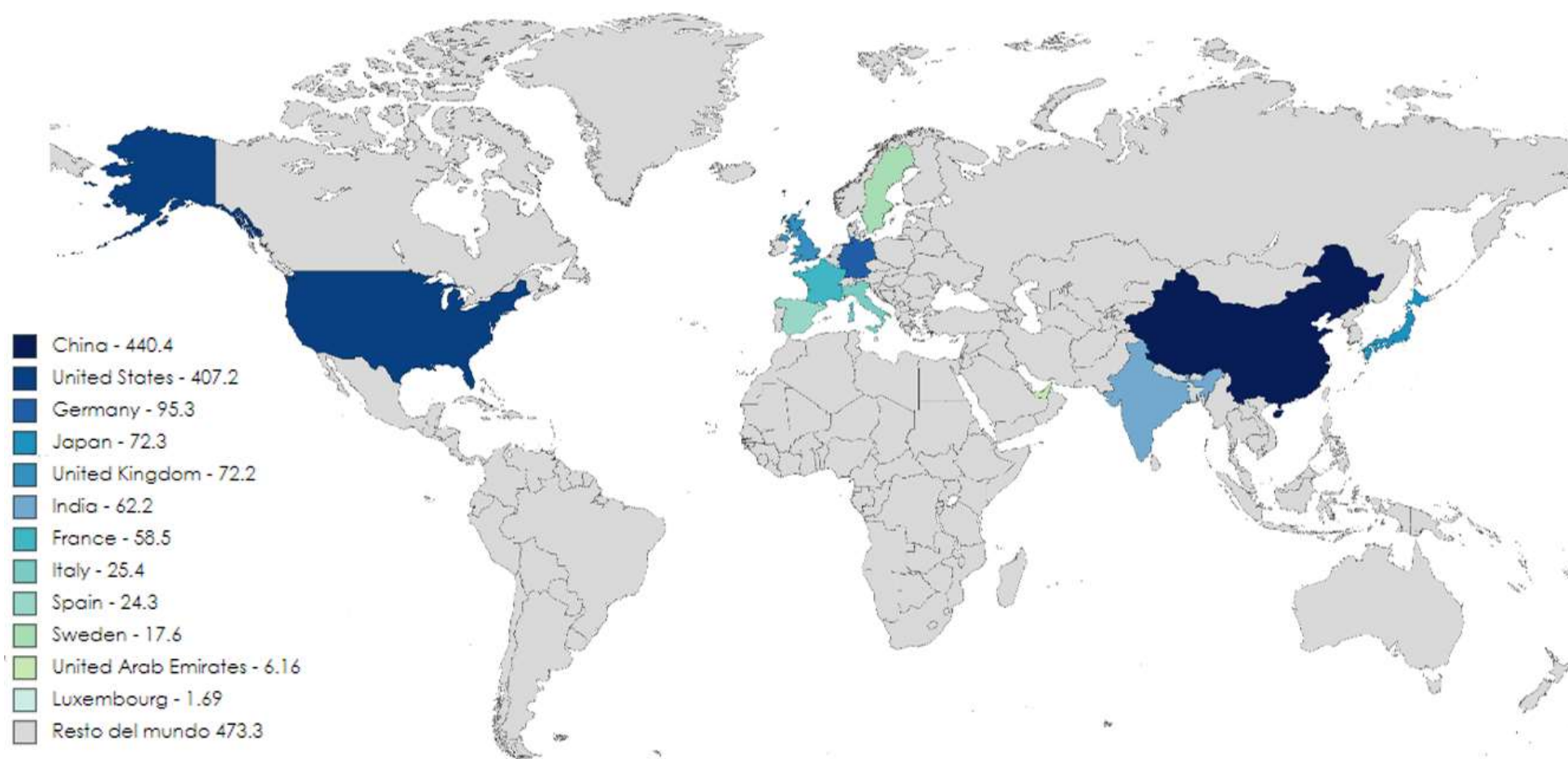


Ilustración 7 - Fuente: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/blockchain-report-transform-business-economy.html>

De igual forma, se logran identificar los cinco usos principales que impulsan la implementación y desarrollo del blockchain, los cuales son: seguimiento y rastreo de productos y servicios, medios de pago y sector financiero, gestión de identidades, contratos y resolución de conflictos y gestión de clientes; de acuerdo con lo anterior, se espera que para el año 2030, se realicen aplicaciones en estos casos de uso, que contribuirán al incremento del PIB, de acuerdo con los valores descritos en la *ilustración 5 – Principales Aplicaciones*.

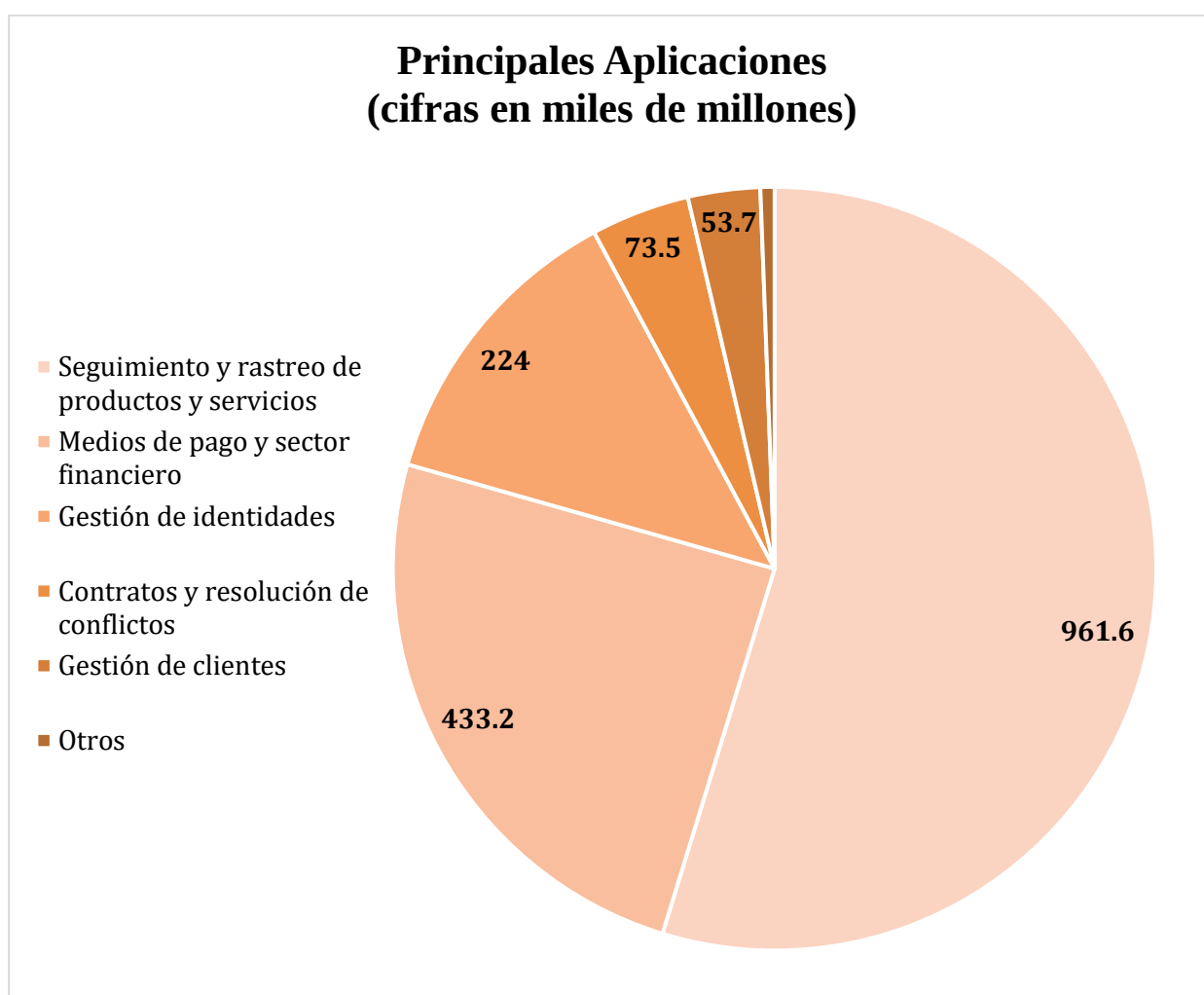


Ilustración 8 - Fuente: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/blockchain-report-transform-business-economy.html>

8. ESCENARIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE BLOCKCHAIN

La estructura de la que dispone un sistema como blockchain, permite que sobre el mismo se visualicen y creen un sin fin de aplicaciones que no se limitan al sector financiero; es por ello

que, diversas industrias alrededor del mundo buscan implementar desarrollos que deriven en procesos transparentes, seguros y más eficientes.

Respecto a las aplicaciones que se enmarcan netamente en el ámbito financiero, están aquellas que buscan de una manera u otra, optimizar el sistema obsoleto en el que la banca se ha mantenido durante décadas; es allí, en donde se denota la importancia que tiene el implementar sistemas basados en blockchain, que minimicen los costos, aumenten la velocidad de las transacciones y que disminuyan el riesgo, entre otros aspectos, y es este el motivo por el cual, muchas entidades pertenecientes al sector, han decidido realizar inversiones que les permita acoger este tipo de tecnología (Ubach, A., 2019, p.16).

Por otro lado, son innumerables los desarrollos que responden a otros sectores diferentes al Financiero, como lo son el Sector de la Construcción, de la Salud, el de Transporte, entre otros.

8.1. Funciones del Sector Público

Dando continuidad al desarrollo del concepto y la introducción al blockchain, y previendo la necesidad de que el sector público se involucre en la implementación de esta clase de herramientas; en la actualidad se presenta una oportunidad inmejorable para la industria y en particular para el sector público, en cuanto a la adopción de sistemas basados en blockchain que permitan el desarrollo de procesos transparentes, fiables y seguros, y más aún cuando es responsabilidad del mismo, establecer políticas y funciones. Funciones que se desarrollan por instituciones estatales, y que permiten la administración de manera eficiente de todos los recursos de los cuales dispone un país, a fin de asegurar el desarrollo de este y la satisfacción de las necesidades de sus habitantes. (¿Qué es la Gestión Pública?, s.f.). Estas funciones son:

Asignación eficiente de los recursos: asegurar la disponibilidad de bienes y servicios que el mercado no suple y garantizar el buen funcionamiento de este (Introducción: Las Funciones del Sector Público, s.f.; Roldan, P., 2018).

Redistribución de rentas: distribuir los ingresos del país entre los diferentes factores que

conforman la economía (Introducción: Las Funciones del Sector Público, s.f.; Roldan, P., 2018).

Estabilización económica: minimizar las variaciones cíclicas de la actividad económica (Introducción: Las Funciones del Sector Público, s.f.; Roldan, P., 2018).

Y de gran importancia es, que estas funciones en su accionar, consideren aspectos que son relevantes para el desarrollo de gobiernos más abiertos al escrutinio por parte de los ciudadanos y para la construcción y fortalecimiento de las democracias; aspectos que promuevan la participación social en la elaboración y valoración de políticas de carácter público (¿Qué es el Gobierno Abierto?, s.f.). Algunos de los aspectos a destacar son:

Transparencia de la información: Uno de los activos más importantes con los que cuenta una institución pública es la información, toda vez, que ésta permite la toma de decisiones basadas en evidencias y facilita realizar procesos de manera efectiva. Y dada la naturaleza de estas instituciones, la información que poseen, además de ser pública, debe estar completa, ser accesible, gratuita, legible y libre, por lo que cualquier ciudadano, podrá acceder y hacer uso de ella, siempre y cuando sobre ésta no haya restricción legal alguna. De modo tal, que el ciudadano podrá consultar e informarse acerca de la planeación y gestión de los recursos de los que disponen dichas entidades, entre otras cosas (Transparencia y Acceso a la Información Pública, s.f.; Cordero, M., 2019, p. 19).

Participación: La participación ciudadana es necesaria para el desarrollo de una estructura democrática adecuada, que fomente una sociedad activa y que en sinergia con el gobierno estimule el crecimiento y fortalecimiento de los sectores económicos y sociales, entre otros. Y para que esta participación crezca entre la ciudadanía, se ha procedido con el desarrollo de herramientas o mecanismos que sean eficaces y accesibles, que permitan que ésta se involucre en mayor medida con los procesos que lleva a cabo el gobierno, como lo es el proceso de elecciones, para lo cual, el voto electrónico surge como una gran alternativa (Cordero, M., 2019, p. 19).

8.2. Casos de uso

Para el caso del Sector Salud, Dimitrov (2019, citado en Mela, N. et al., 2019, p. 6), realiza un acercamiento a las ventajas que ofrece el blockchain, en cuanto al almacenamiento de registros de carácter médico, una vez que los pacientes proporcionan datos personales mediante el uso de aplicaciones móviles que permitan su divulgación. Por otro lado, Tian et al (2019, citados en Mela, N. et al., 2019, p. 6), proporcionan información sobre la importancia que representan la disponibilidad e integridad de los datos médicos respecto al diagnóstico, tratamiento, recuperación e investigación de accidentes. Pues bien, estas aplicaciones se enfocan principalmente en el registro y trazabilidad de la información, de tal manera que se tenga certeza y confianza de la procedencia de los datos y de quien es el propietario legítimo de los mismos (Ubach, A., 2019 p.16).

En el campo de las Telecomunicaciones, Orazgaliyev et al (2019, citados en Mela, N. et al., 2019, p. 7) mencionan que el uso de los contratos inteligentes es el más relevante, permitiendo disminuir costos e incrementar la seguridad de las transacciones comerciales sin la necesidad de un tercero. El sistema blockchain se incorpora en las áreas de telecomunicaciones, ofreciendo privacidad y seguridad, ya sea en los procesos o en las plataformas y aplicaciones que se utilizan (Mela, N. et al., 2019, p. 7).

En cuanto a la Agricultura, Jahanbin et al (2019, citados en Mela, N. et al., 2019, p. 8) afirman que, mediante el uso de tecnologías descentralizadas, se busca que aumente la confianza entre las partes que integran esta cadena, de tal manera que se garantice la seguridad alimentaria, la seguridad y la sostenibilidad. Además, utilizan una metodología, que permite la identificación de aquellos requisitos mínimos para cada etapa de la cadena de abastecimiento agrícola, a fin de implementar un sistema blockchain junto con la tecnología adicional que se requiera, mediante el cual se lleve una trazabilidad en tiempo real de los diferentes procesos.

En el área de arte, se han implementado sistemas blockchain, que permiten que los creadores

mediante métodos de identificación registren y hagan seguimiento a sus composiciones digitales (Dunogent, A, 2019, p. 61), y finalmente, en el sector Educativo, se vienen desarrollando aplicaciones cuya finalidad es, por un lado, la de compartir información académica de forma segura y, por el otro, permitir la validación de la veracidad de la misma (Dunogent, A, 2019, p. 69).

De acuerdo con lo anterior, se puede observar la diversidad actual y futura de las soluciones de la tecnología blockchain, la cual se puede ver representada gráficamente en la *Ilustración 9 - Aplicaciones del Blockchain*, con las posibles subsecciones y proporciona una clasificación de forma resumida de los diferentes sectores donde se pueden implementar soluciones basadas en blockchain.

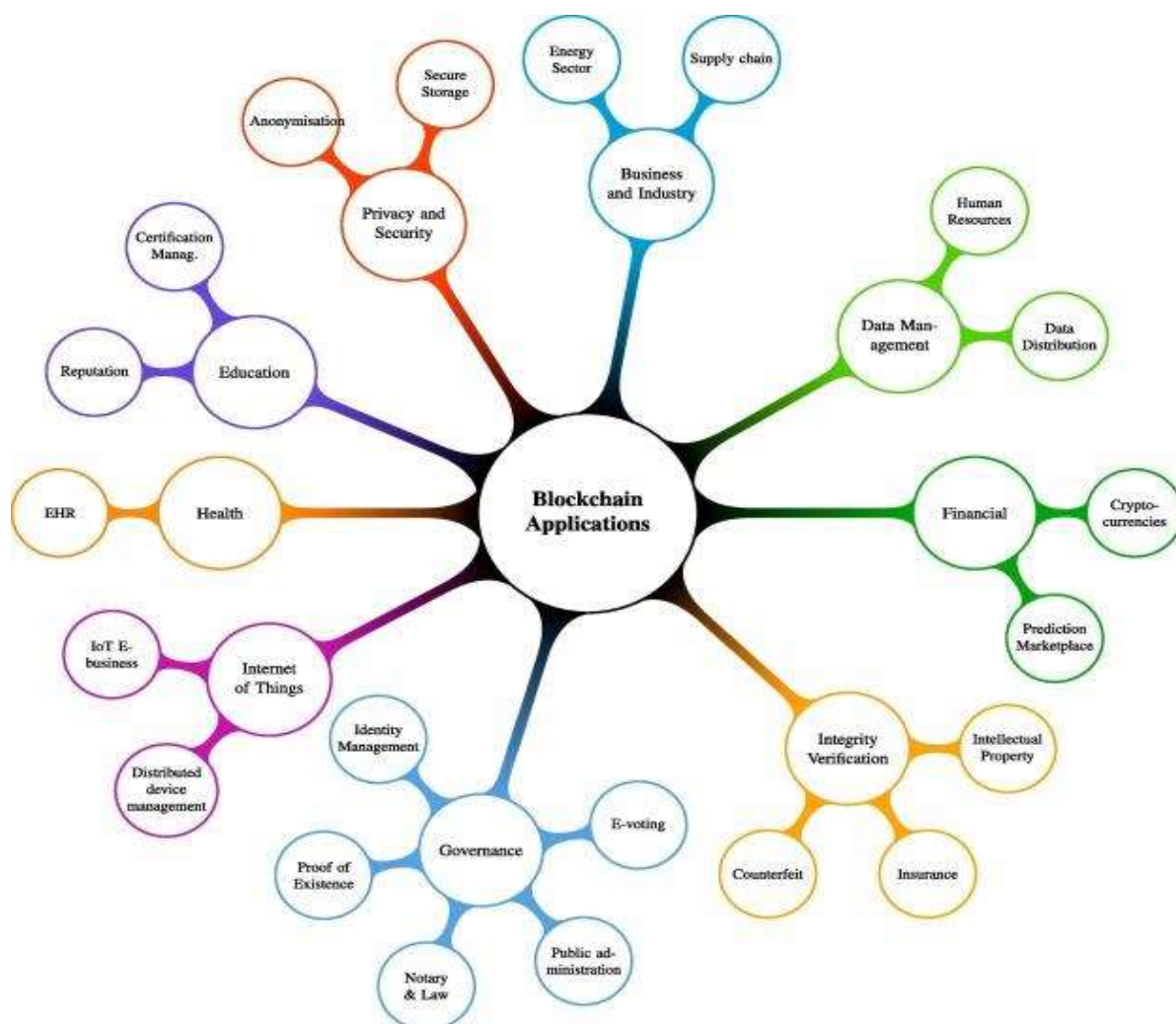


Ilustración 9 - Aplicaciones del Blockchain. Tomada de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585318306324?via%3Dihub>

9. CASOS DE IMPLEMENTACIÓN DE BLOCKCHAIN EN EL SECTOR PÚBLICO

Las aplicaciones basadas en el sistema blockchain, desde su surgimiento, han brindado mayores beneficios y ventajas respecto a las tecnologías convencionales y principalmente en lo refiere a transparencia, fiabilidad y agilidad en las transacciones u operaciones; es por ello que, desde su incursión, se han documentado innumerables casos de su aplicabilidad en el sector público alrededor del mundo:

9.1. Registros de Activos

Blockchain está siendo utilizado en la digitalización de los registros de propiedad en países como Suecia o Reino Unido, principalmente por la característica de inmutabilidad y acceso a la información que presenta el sistema (Cordero, M., 2019, p. 24).

9.2. Historias Clínicas

Comúnmente se encuentran en archivos y en bases de datos de hospitales, haciendo que la información no sea de fácil acceso. En países como Estonia, se busca que a través de Blockchain se cree un registro que permita llevar la trazabilidad del manejo del que han sido objeto los datos sensibles de los pacientes (Cordero, M., 2019, p. 24).

9.3. Certificados y Diplomas en el área de la enseñanza

A través de los registros de Blockchain, se busca no solo agilizar los procesos de titulación y certificación, sino evitar la adulteración de este tipo de documentos, puesto que sería mucho más rápido y sencillo para una entidad el validar que la información en efecto es correcta. Por tal motivo, instituciones educativas en España, haciendo uso de este sistema, han implementado la certificación digital instantánea de sus títulos (Cordero, M., 2019, p. 24).

9.4. Voto Electrónico

La implementación de esta aplicación no solo permitiría que, hubiese una mayor participación ciudadana, ya que cada votante ejercería su derecho desde cualquier locación y a través del uso de dispositivos comunes como pueden ser ordenadores o smartphones, sino que se estaría amparada en un sistema que brinda transparencia, que es confiable y que es de fácil acceso. Algunos proyectos de esta índole, se están desarrollando en Suiza y Australia, entre otros (Cordero, M., 2019 p. 24).

9.5. Impuestos

Uno de los inconvenientes que presenta un impuesto como el IVA, es que el mismo debe ser auto declarado, por lo que la evasión fiscal en Europa es alarmante. Por tal motivo en Holanda se está desarrollando una aplicación basada en Blockchain que permitirá registrar las facturas con sello de tiempo, dando mayor transparencia y eficiencia al proceso de recaudo del IVA (Cordero, M., 2019 p. 25; Wanden-Berghe, J. et al., 2020, p. 143).

9.6. Licitaciones

En Chile, se han realizado pilotajes con blockchain, a fin de certificar órdenes de compra y llevar la correspondiente trazabilidad en los procesos licitatorios del gobierno. Pero el tema va más allá, puesto que se piensa utilizar este sistema en otras actividades que hacen parte del proceso de licitación y que se asocian directamente con la transparencia que debe ofrecer este proceso. Para ello, se hará uso de los “contratos inteligentes” (Santiso, C., s.f., p. 6).

9.7. Programas de Alimentación Escolar

En Colombia, se desarrolló una prueba concepto bajo la figura de contrato inteligente, que permitió que el proceso en su primera fase fuese completamente anónimo, imposibilitando el

hecho de que se formaran acuerdos irregulares entre oferentes. Posteriormente, empieza el proceso de evaluación por parte de la entidad contratante, y es hasta este punto que se conoce quiénes son los proponentes, de hecho, esta fase no finaliza hasta que se califique cada una de las propuestas, incidiendo en que se favorezca indebidamente una oferta sobre otra (Santiso, C., s.f., p. 7).

9.8. Registro de Contratistas

En el País Vasco, mediante el uso de contratos inteligentes, se implementó una aplicación que valida que los contratistas cumplan con ciertos requisitos para permitirles avanzar en el proceso, de tal manera que al detectarse alguna irregularidad, el proceso se detiene automáticamente; adicionalmente a ello, las entidades respectivas pueden revisar que estos cumplan con unas condiciones determinadas y registrar la información correspondiente, derivando en un proceso completamente transparente (Wanden-Berghe, J. et al., 2020, p. 144).

9.9. Registro de Propiedad

En la República de Georgia, en 2016 se creó la primer plataforma del mundo, basada en blockchain, para el administración de registros de propiedad, donde los ciudadanos iniciaban los trámites relacionados al título de propiedad desde una aplicación, creada para tal fin, desde sus dispositivos móviles; posteriormente, los notarios registraban los datos en los bloques destinados para esta actividad, creando un código de autenticación único de forma automática el cual podía ser verificado pro cualquier interesado, y, de esta forma garantizar la legalidad de los títulos (Renzullo, J. y Pineda, A., 2021, p. 21).

9.10. Pensiones

En los Países Bajos, en el año 2017, los fondos de pensiones Pension Fund for Care and Well-

Being (PGGM) y Algemene Pensioen Groep (APG), decidieron crear un sistema en una plataforma privada, basado en la tecnología de Ethereum, que ofreciera diferentes funciones para cada miembro o cliente de dichas compañías, la cual entregaba información a sus clientes en tiempo real sobre el comportamiento de sus portafolios, de igual forma enlazaba empleadores y autoridades fiscales sobre los cambios y movimientos de los fondos pensionales. Es clave destacar, que al ser una blockchain privada, se determinó para cada una de las partes involucradas a que nodos podían acceder, asegurando que la información confidencial permanezca segura y protegida (Renzullo, J. y Pineda, A., 2021, p. 24).

10. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL BLOCKCHAIN

Observando el apartado anterior, son muchos los gobiernos que han incursionado en el desarrollo de herramientas basadas en la tecnología del blockchain, para la ejecución de las actividades propias de este sector y en diferentes campos de acción; por lo que, los resultados son diversos y aunque algunos han sido un éxito constante, también podemos encontrar resultados poco favorables, que han llevado al fracaso o abandono de esta tecnología.

Algunos de los resultados que hemos podido abordar y analizar en el objeto de estudio son:

10.1. Estonia

Fue el primer país en implementar el sistema blockchain para el “Registro de Sucesiones”; este proyecto fue la puerta que le permitió crear diversas soluciones a los procesos gubernamentales, tanto así que en la actualidad los únicos trámites que requieren la presencialidad son el matrimonio y el divorcio.

Esto, ha simplificado los procedimientos del gobierno, adicionalmente, todas las entidades gubernamentales se encuentran enlazadas, lo que permite que la información de todos los ciudadanos y procesos estén disponibles para su consulta y trámite oportunos, minimizando los

errores humanos, eliminando por completo los reprocesos, disminuyendo tiempos y costos, garantizando la seguridad y fiabilidad de la información; de igual forma, por la facilidad de acceso a los procesos estos permiten a los ciudadanos adaptarlos a su estilo de vida y trabajo, siendo una tecnología eficiente frente a las necesidades de sus usuarios; hoy en día se conoce como el primer país digital del mundo (Cordero, M., 2019, p. 27).

10.2. Georgia

La implementación de la tecnología blockchain para el proceso de “registro de propiedad”, le permitió al gobierno extender este sistema para la compra y venta de títulos de propiedad, crear y registrar títulos, acceder a permisos de remodelación y demás servicios notariales que en el pasado requerían la presencialidad de los usuarios.

Lo anterior tuvo como resultado, una mayor transparencia en las diferentes operaciones, automatización de procesos y acceso inmediato a la información, disminución de tiempos y costos, un claro ejemplo de esto es un proceso de registro, el cual pasó de tardar de 1 a 3 días en registrarse, a aproximadamente 3 minutos, lo que impactó en una reducción de costos del 90% (Renzullo, J. y Pineda, A., 2021, p. 22).

10.3. Colombia

EcoGox implementó un sistema con el fin de promover el uso de energías renovables en el país; dicho sistema les permite a los usuarios verificar el origen de la energía que consumen, mediante certificados de origen de cada kWh, los cuales se encuentran registrados mediante tecnología blockchain y almacena toda la cadena de generación de este tipo de energía; y, de esta manera, dar la opción al consumidor de elegir la fuente que más se ajuste a sus preferencias y contribuir con la disminución de gases de efecto invernadero.

Debido al sistema innovador y el acceso y trazabilidad de la información, esto ha permitido

estimular el mercado de energías renovables en Colombia y Latinoamérica, y, aportar en el cuidado del medio ambiente mediante el uso de soluciones amigables con el medio ambiente (Renzullo, J. y Pineda, A., 2021, p. 23).

10.4. Australia

AgriDigital es una empresa agrícola australiana que utiliza la tecnología blockchain, para hacer seguimiento a toda la cadena de suministro de granos. Esto permite tanto a productores como compradores identificar la oferta y la demanda y por lo tanto evaluar los precios del producto, de igual forma, aumenta la transparencia, la eficiencia y la confianza para los agricultores (Australian start-up AgriDigital embraces blockchain to make agricultural supply chains simple, s.f.).

Mediante esta herramienta, los agricultores pueden mejorar las cadenas de suministro y garantizar el origen de sus productos, de la misma manera, alcanzan a adelantarse a las épocas de mayor demanda y prever desabastecimientos; logrando de esta forma, asegurar que las necesidades de sus clientes sean satisfechas.

Desde el primer acuerdo en el año 2016, más de 2.400 personas han utilizado la plataforma en la nube, con más de 1,6 millones de toneladas de grano negociadas por un total de \$360 millones en pagos a los productores; esta plataforma ha abierto las puertas para manejar de la misma manera la ganadería, el algodón y demás mercados agrícolas (Australian start-up AgriDigital embraces blockchain to make agricultural supply chains simple, s.f.).

10.5. Jordania

En enero de 2017 se lanzó el proyecto “World Food Programme Building Blocks”, un programa diseñado bajo la tecnología blockchain de Ethereum, con el fin de distribuir los recursos del programa de alimentación para los refugiados sirios que viven en Jordania, mediante el

reconocimiento de iris, el cual es confirmado en las bases de datos registradas en las Naciones Unidas.

La implementación de esta herramienta permitió pasar de una distribución a 100.000 refugiados sirios a los 500.000 refugiados que hay en el país, con una optimización del gasto de más del 90%; se espera poder adoptar esta tecnología en las demás agencias asociadas a la ONU (Juskalian. R., 2018).

11. ASPECTOS NEGATIVOS DEL BLOCKCHAIN

Consumo Excesivo de Tiempo y Energía

Una de las debilidades que presenta la blockchain se asocia directamente con la distribución del ledger que debe hacerse entre los nodos, y que puede llegar a implicar un desperdicio en cuanto a recursos; inicialmente en lo que respecta a tiempo, dado que para que se llegue al consenso, cada uno de los participantes debe realizar la misma tarea una y otra vez, derivando en un proceso ralentizado (Fernandez, A., 2018, p. 14), y en segunda instancia, en cuanto al consumo de energía, dado que el proceso de minería requiere el esfuerzo de múltiples ordenadores conectados al mismo tiempo para aprobar la prueba de trabajo (Gutierrez, C., 2021, p. 3).

Alta Inversión Inicial

Las organizaciones que deseen implementar Blockchain como principal sistema para el desarrollo de sus actividades, en promedio deben invertir entre uno (1) y cinco (5) millones de dólares, tal como se ha evidenciado en compañías de países como Estados Unidos y Canadá, entre otros. Sin embargo, cabe aclarar, que actividades relacionadas con la cadena de abastecimiento, con la gestión de archivo, el desarrollo de plataformas web y demás, incurren en costos fijos que en muchos de los casos, pueden llegar a ser superiores al monto inicialmente mencionado (Urdaneta. J., 2019, p. 42).

Centralización de la Información

El crecimiento de la cadena a medida que se añaden bloques a su estructura, implica para los

participantes, el contar con mayores recursos informáticos, de tal manera que no solo puedan almacenarla y ejecutarla correctamente, sino que puedan seguir siendo parte de la red. Por lo tanto, si no se cuenta con los recursos informáticos suficientes para cumplir con los parámetros técnicos establecidos y ser parte de la red, esta última se irá centralizando, yendo en contravía de uno de los principios de la Blockchain, que es el desarrollar un ambiente completamente descentralizado (Fernandez, A., 2018, p. 14-15).

Deficiencia para Suplir la Demanda

El desarrollo de nuevas aplicaciones, conlleva la creación de nuevas redes que atienden estos servicios, sin embargo, muchas de estas nuevas redes no cuentan con la cantidad necesaria de nodos para suplir la demanda, lo cual resulta en un incremento de los costos, puesto que los nodos solicitarán una mayor recompensa para asumir la gestión de una transacción y asimismo, se centrarán en aquellas transacciones en las cuales, las recompensas son mayores, derivando adicionalmente en procesos mucho más lentos (Fernandez, A., 2018, p. 15).

12. CONCLUSIONES

Finalmente, después de haber desarrollado esta investigación, se logra observar que no son pocos los países que han incursionado en el desarrollo e implementación de herramientas basadas en la tecnología del blockchain, como lo es el caso de los contratos inteligentes - aplicación que deriva en procesos más eficientes y que garantiza que, si o si se cumplan con los requisitos pactados entre las partes-, obteniendo resultados muy favorables, como lo es la optimización de los recursos públicos.

Aunque el uso de esta tecnología se ha centrado mayormente en sectores financieros, y por lo mismo, es en este en el que se tiene su mayor reconocimiento; su aplicabilidad y oportunidades de implementación son más extensa y diversas en los procesos públicos, lo que permite incrementar la credibilidad de los ciudadanos en las gestiones propias del sector, facilitando la trazabilidad y transparencia de toda la información, y logrando aumentar, de esta manera, la

participación de la ciudadanía.

Entre los problemas que se pueden contrarrestar con la implementación de la cadena de bloques en la gestión desarrollada por entidades y organismos gubernamentales, se encuentran la corrupción, la pérdida de información, los sobrecostos, los reprocesos, la falta de auditoría y credibilidad, entre otros; que día a día afectan el buen desarrollo de las actividades, entorpeciendo los resultados y los indicadores de estas entidades.

Es necesario que los gobiernos estén a la vanguardia tanto del desarrollo e implementación de esta tecnología, como de la identificación y aprovechamiento de las oportunidades y herramientas que ésta brinda; es apremiante que se adapten a la transformación digital que está viviendo la sociedad, para poder beneficiar el crecimiento y desarrollo de los países y por ende el de sus habitantes.

Por estas razones y por todos los beneficios que trae consigo la implementación de la tecnología del blockchain, es necesario que los países fomenten e inviertan en este tipo de soluciones innovadoras; y busquen la digitalización de los procesos actuales, lo cual, puede revolucionar los sistemas de gobierno, alcanzar las metas propuestas y en muchos casos superarlas; puesto que los gobiernos, como administradores del patrimonio de las naciones, deben velar por la optimización de todos los recursos que estas poseen y propender por el crecimiento en general de su población, por ende, la implementación de estas herramientas permitirán el cumplimiento de este objetivo.

13. BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento. (s.f.).

¿Qué es el Gobierno Abierto?. Recuperado el 06 de junio de 2022 de
<https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/comunicacion/publicaciones/guia-para-apoyar-participacion-informada-proceso-cocreacion-del-5to-0>

Arruñada, B. (2018). *Limitaciones de blockchain en contratos y propiedad*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.arrunada.org/files/research/ARRU%C3%91ADA%202019%20Blockchain%20RCDI.pdf>

Australian Government – Department Of Industry, Science and Resources. (2018). *Australian start-up AgriDigital embraces blockchain to make agricultural supply chains simple*.
<https://www.industry.gov.au/data-and-publications/australian-start-up-agridigital-embraces-blockchain-to-make-agricultural-supply-chains-simple>

Berryhill, J., T. Bourger y A. Hanson. (2018). *"Blockchains Unchained: Blockchain Technology and its Use in the Public Sector"*, Documentos de trabajo de la OCDE sobre gobernanza pública, n.º 28, Publicaciones de la OCDE, París. <https://doi.org/10.1787/3c32c429-en>

Cabia, D. (2017). *Libro Mayor*. Recuperado el 06 de junio de 2022 de
<https://economipedia.com/definiciones/libro-mayor.html#:~:text=Hay%20un%20libro%20mayor%20por,detallan%20las%20entradas%20y%20salidas.>

Casino, F. et al. (2019). *A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585318306324>

Cordero, M. (2019). *Blockchain en el Sector Público, una Perspectiva Internacional*

Blockchain in Public Sector, an International View.

https://www.ospi.es/export/sites/ospi/documents/documentos/Tecnologias-habilitantes/Blockchain_Sector_Publico_IVAP.pdf

Corredor, J. y Díaz, D. (2018). *Blockchain y mercados financieros: aspectos generales del impacto regulatorio de la aplicación de la tecnología blockchain en los mercados de crédito de América Latina.*

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0251-34202018000200013&lng=es&nrm=i&tlng=es

Dolader, M. et al. (s.f.). *La Blockchain: Fundamentos, Aplicaciones y Relación con Otras Tecnologías Disruptivas.*

<https://educacioninfantil.org/pdfs/QuJB9uj0ozDOFO9ChrfCXNDBFYnCZNDKoE4VoGMGXEA6XNlmQrDCZYj1bu4KhPfmXrU6hNdf9OMf9Ef1ZPfmXYj1JrU1hEDWQrl2hEJG9OJzQrl7oG2fFEfVFPllXNDChNG6XbfCZu4VFu26XrL1UcTGoBJ8H5l5J4n72HnLsy4j2HnLrqbj5G42bjV2HyAHGkC9PJE.pdf>

Dunogent, A. (2019). *Tecnología Blockchain Análisis de sus aplicaciones actuales y sus potenciales usos a futuro.* <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/831>

Espinoza, S. (2020). *Guía de Referencia de Blockchain para la Adopción e Implementación de Proyectos en el Estado Colombiano.* https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-161810_pdf.pdf.

Fernández, A. (2018). *Blockchain la Nueva Tecnología Desconocida.* <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfendmkaj/https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/15515/FERNANDEZSAIZALEJANDRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Función Pública. (s.f.). *Transparencia y Acceso a la Información Pública.* Recuperado el 08 de junio de 2022 de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/es/transparencia2018>

- Gutierrez, C. (2021). *Tecnología Blockchain en Educación*.
<http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/bitabit/article/view/877/877>
- Introducción: Las Funciones del Sector Público. (s.f.). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.uv.es/villarre/transparencias/Hacienda%20Publica/Teoria/tema_8_hacienda_publica.pdf
- Juskalian, R. (2018). *Inside the Jordan refugee camp that runs on blockchain*.
<https://www.technologyreview.com/2018/04/12/143410/inside-the-jordan-refugee-camp-that-runs-on-blockchain/>
- Mela, N. et al. (2019). *Tecnologías Blockchain y sus aplicaciones Survey Blockchain technology and its applications*.
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/225/225971010/225971010.pdf>
- Monrat, A, et al. (2019). *A Survey of Blockchain From the Perspectives of Applications, Challenges, and Opportunities*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8805074>
- Naúmenko, T. y Fakhruddínova, L. (2019). *La Tecnología Blockchain en América Latina*.
<https://iberoamericajournal.ru/sites/default/files/2019/3/naumenko.pdf>
- Observatorio Sector Público IECISA. (2018). *Aplicaciones de Blockchain en el Sector Público*.
https://www.ospi.es/export/sites/ospi/documents/informes/IECISA_Informe_Blockchain-version-final-online.pdf
- Parrondo, L. (2018). *Tecnología Blockchain, una nueva para la empresa*.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=f7SIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=blockchain&ots=L5uQTWhb2e&sig=N8rleWvDynkqMWfJvDf1d4jqINA#v=onepage&q=blockchain&f=false
- Preisegger, J. et al. (2019). *Blockchain y gobierno digital*.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/91367/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Preukschat, A. et al (2017). *Blockchain: la revolución industrial de internet*.

- https://www.planetadelibros.cl/libros_contenido_extra/36/35615_Blockchain.pdf
- PWC. (s.f.). *Time for trust: How blockchain will transform business and the economy*. Recuperado el 02 de junio de 2022 de <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/blockchain-report-transform-business-economy.html>
- Renzullo, J. y Pineda, A. (2021). *Manual de Blockchain Cadena de Bloques y Tecnología. Herramienta para la Transparencia y el Fortalecimiento Institucional para Sector Público, Privado y Sociedad civil*. <http://libreriacedice.org.ve/wp-content/uploads/2021/08/Manual-de-Blockchain-CEDICE.pdf>
- Risius, M. y Spohrer, K. (2017). *A Blockchain Research Framework*. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0506-0>
- Roldan P. (2018). *Sector público*. Recuperado el 08 de junio de 2022 de <https://economipedia.com/definiciones/sector-publico.html>
- Santiso, C. (s.f.). *Blockchain e integridad: aplicaciones de política pública*. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1651>
- Sarale et al. (2019). *Blockchain en la administración pública: ¿Mucho ruido y pocos bloques?*. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Blockchain_en_la_administraci%C3%B3n_p%C3%BAblica_Mucho_ruido_y_pocos_bloques_es.pdf
- Sultan, K, et al. (2018). *Conceptualizing Blockchains: Characteristics & Applications*. <https://arxiv.org/abs/1806.03693v1>
- Super Intendencia de Industria y Comercio. (2018). *Blockchain: La revolución de la confianza digital*. Recuperado el 02 de junio de 2022 de <https://www.sic.gov.co/boletines-tecnologicos/blockchain-la-revolucion-de-la-confianza-digital>
- Tapscott, D. y Tapscott, A. (2016). *La revolución Blockchain Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global*.

https://static0planetadelibroscommx.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/35/34781_La_revolucion_blockchain.pdf

Ubach, A. (2019). *Blockchain y Emprendimiento: el caso de Doublecheck*.

<https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/272435/retrieve>

Universidad Internacional de La Rioja. (s.f.). *¿Qué es la gestión pública?*. Recuperado el 08 de junio de 2022 de <https://colombia.unir.net/actualidad-unir/gestion-publica/>

Universitat de Barcelona. (2012-2013). *El Sector Público: Funciones*.
http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/36393/1/Tema_1_El%20sector%20p%C3%93BAblico_funciones_2012_13.pdf

Urdaneta. J. (2019). *Explorar el desempeño de la Tecnología Blockchain en la Economía Digital*. Sentencia T-118 de 2019 Corte Constitucional - Gestor Normativo - Función Pública

Vasquez. A. (s.f.). *Introducción: Las Funciones Del Sector Público*. Recuperado el 08 de junio de 2022 de https://www.academia.edu/25969833/INTRODUCCI%C3%93N_LAS_FUNCIONES_DEL_SECTOR_P%C3%93ABLICO

Wanden-Berghe, J. et al. (2020). *Blockchain: instrumento de transparencia y control del sector público*.
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgltclfindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frua.ua.es%2Fdspace%2Fbitstream%2F10045%2F112586%2F1%2FWanden-Berghe_Fernandez_2020_RevEspControlExterno.pdf&clen=343723

Zozaya, C. et al. (2017). *Blockchain: Un Tutorial*.
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgltclfindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Jose-Incera-2/publication/334471771_Blockchain_un_tutorial/links/5e41f2b6a6fdccd9659a1c3e/B

lockchain-un-tutorial.pdf

Zyskind, G. et al. (2015). *Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data.*

IEEE Security and Privacy Workshops.

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7163223>