



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ECONOMÍA

“IMPACTO SECTORIAL DE LA TECNOLOGÍA  
BLOCKCHAIN”

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
LICENCIADA EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

Liliana Orozco Canseco

Director: Dr. Miguel Cervantes Jiménez



CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO,  
OCTUBRE DE 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DEDICATORIA.**

**“A la memoria de Tita”**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres Ana Lilia Canseco Fernández y Joel Orozco Paredes, por todo el amor, apoyo y formación que he recibido de ambos; por ser las guías que me llevan hoy a culminar este gran proyecto.

A mis hermanos Andrea Orozco y Joel Orozco, por ser mis grandes cómplices en la vida; por enseñarme a ver la vida diferente, por motivarme a ser mejor, y por brindarme siempre su apoyo y cariño.

Dedicatorias especiales a mis abuelos Miguel Canseco Muñoz y Ma. Rosa Victoria Fernández Galindo por haber estado siempre a mi lado, por enseñarme la importancia de nunca rendirse y trabajar por mejorar siempre. Gracias por todo el amor.

Un reconocimiento a José Luis Silva Alva, compañero de vida; del que no he recibido más que apoyo incondicional y aliento constante.

A Saúl Andrés Luna Galaviz, por ser mi mejor amigo y compañero; por confiar siempre en mí e impulsarme a conseguir cosas mejores siempre.

Reconocimiento a Eduardo León Castañeda, por haberme ayudado a crecer como estudiante y ser humano, por enseñarme que la amistad es incondicional.

Agradecimientos a la Universidad Nacional Autónoma de México y en específico a la Facultad de Economía, por haberme brindado el espacio y los mejores docentes para mi preparación profesional.

Agradezco a mi tutor, Dr. Miguel Cervantes Jiménez por la guía y enseñanza a lo largo de la realización de mi trabajo, y de igual modo a mis sinodales; Mtro. José Venancio Ruíz Rocha, Mtro. Gustavo Zavaleta Hurtado, al Dr. José Luis Clavellina Miller y Mtro. Víctor Manuel Colina Rubio, por el tiempo dedicado a mi trabajo y por las valiosas aportaciones.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
<b>1 ELEMENTOS TEÓRICOS Y TÉCNICOS DE LA BLOCKCHAIN.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Definición de la tecnología Blockchain.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.1. Antecedentes.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2. Elementos básicos de la Blockchain.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.1. Conceptos Clave.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.2. Funcionamiento.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Tipos y Clasificación.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.1. Públicas, privadas y otras clasificaciones.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Conclusiones.....</b>	<b>18</b>
<b>2. NÚCLEOS Y SECTORES DE IMPACTO.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Sector financiero.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.1. Ventajas y aplicaciones para el sector.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2. Experiencias preliminares.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.3. Obstáculos y Desafíos.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2. Criptomonedas y banca central.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3 Sector Público y Democracia.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.1 Aplicaciones.....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.2 Democracia.....</b>	<b>40</b>
<b>2.4 Sector Salud.....</b>	<b>42</b>
<b>2.4.1 Aplicaciones.....</b>	<b>43</b>
<b>2.5 Conclusiones del capítulo.....</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sistema financiero desempeña un papel central en el funcionamiento de la economía, y se encuentra integrado por diversos intermediarios y por mercados financieros; dentro de los primeros son los bancos los más conocidos. A su vez, la banca electrónica permite realizar operaciones bancarias como son: verificación del saldo, solicitud de préstamos, transferencias electrónicas, compra de moneda, pago de servicios y realización de inversiones entre otras; todo esto desde una computadora con acceso a internet. Gracias al surgimiento y desarrollo de la banca electrónica, se tiene como una opción para la compra y venta de bienes y servicios, al comercio digital; donde las transacciones se realizan en la red, a través del pago con medios electrónicos como tarjetas bancarias ligadas a un regulador e intermediario bancario.

La constante innovación tecnológica ha transformado las formas en que el ser humano convive y se desarrolla. Sin embargo, existen avances que marcan una era, como fue el caso del Internet o de los ordenadores personales, que trajeron una transformación total en todos los sectores y ámbitos de la vida diaria para el hombre. Hablando de una tecnología con un alcance similar, encontramos la Blockchain, creada en el año 2009, y que desde entonces no ha dejado de sorprender con su potencial y capacidad de desarrollo (Carlos Kuchkovsky, et al, 2017, p. 2). Como una tecnología disruptiva, salta a la vista la importancia de su estudio, del generar una visión más completa del nuevo entorno tecnológico que ha traído, así como reconocer los cambios y transformaciones a los que están siendo y serán sometidos sectores estratégicos como el financiero, público, privado y el caso específico de las criptomonedas; entre otros (Várez y Preukschat, 2017, p).

La tecnología Blockchain surge en el año 2009 con Bitcoin, pero ¿Qué es la tecnología Blockchain? Es una base de datos que se halla distribuida entre diferentes participantes, protegida criptográficamente y organizada en bloques de transacciones relacionados entre sí matemáticamente. Expresado de forma más sencilla, se trata de una base de datos descentralizada que no puede ser alterada (Várez y Preukschat, 2017, p1). Un aspecto clave es que permite que individuos que no confían plenamente entre sí, mantengan un consenso sobre la existencia, estado y evolución de un conjunto de factores compartidos; esto resulta ser un factor de transformación para el funcionamiento de la economía en la actualidad e

incluso para la forma en que nos relacionamos. Desde un punto de vista técnico, existen elementos básicos, que para entender el alcance de la tecnología Blockchain resulta necesario conocer, y son:

- **Nodo:** Ordenador personal o mega computadora.
- **Protocolo:** Necesario para que la red de nodos pueda funcionar, otorga estándar común para definir la comunicación entre ordenadores.
- **P2P:** Red de nodos en una misma red
- **Sistema descentralizado:** Todos los nodos entre sí son iguales, no existe jerarquía.
- **Criptografía:** Provee mecanismo infalible para la codificación segura de las reglas del protocolo.

Dentro de la Blockchain existen dos grupos, las públicas y las privadas. En las primeras, cualquier persona puede tener acceso y consultar las transacciones realizadas; son abiertas, descentralizadas y pseudoanónimas, esto quiere decir que los usuarios no pueden ser rastreados personalmente, pero si por sus direcciones. En las privadas no todos los datos tienen difusión pública y sólo los participantes o usuarios tienen acceso.

Las áreas de aplicación son tan amplias y variadas como la imaginación lo permita, sin embargo en la actualidad resaltan algunos sectores como los más activos en cuestión de inversión y desarrollo de la tecnología. El sector financiero es el que presenta ser más dinámico en el desarrollo e implementación de la tecnología, donde los grandes bancos, instituciones financieras y empresas de capital de riesgo han apostado por incluirse en este proceso de innovación. Otras áreas de aplicación que resaltan por su impacto son:

- Creación de criptomonedas
- Comercio exterior, con el intercambio de información acerca de propiedad de la mercancía que se actualiza durante todo el proceso del intercambio.
- Comercio Online
- Sector salud, con la actualización de historias médicas
- Propiedad intelectual
- Introducción del concepto “contratos inteligentes”, entre otras.

Al tratarse de una tecnología que cambiará las esferas de un sistema económico, es necesario que se analice el alcance y los efectos que tendrá sobre las naciones a través de las teorías económicas actuales, Sener y Saridogan (2011) exponen que los países con estrategias de competitividad internacional basadas en la ciencia, tecnología e innovación, tienen patrones de crecimiento económico de largo plazo sostenible.

En este sentido, la tecnología de cadena de bloques se vuelve una importante herramienta para promover la competencia en diferentes sectores que se analizarán en el presente trabajo y que está dinámica se traduzca en mejores oportunidades de empleo a través del intercambio de información que se realice entre agentes y a la simplificación que tendría la creación de nuevos trabajos y que surja una mayor cantidad de emprendedores que colaboren y se empoderen con base en su creatividad y su trabajo.

Bajo este marco, el objetivo general de la tesina es presentar las diferentes áreas del ámbito social y económico en las cuales la cadena de bloques o blockchain tendrá una muy importante participación en los años venideros y que transformarán la economía global.

El documento se estructura en dos apartados, en el primero de ellos se describe el funcionamiento y la forma de operar que tiene la cadena de bloques, en el segundo se presenta un análisis de las ventajas y desventajas de las áreas en las que actualmente esta tecnología disruptiva ha comenzado a operar, finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.



# **1 ELEMENTOS TEÓRICOS Y TÉCNICOS DE LA BLOCKCHAIN.**

Al hablar de la tecnología Blockchain, se hace referencia a una “base de datos descentralizada, protegida criptográficamente y que no puede sufrir alteraciones. Una tecnología que ha revolucionado el modo de almacenar información y realizar transacciones, generando una mayor velocidad, menores costos, más seguridad, menos errores y la eliminación de puntos centrales vulnerables a ataques” Don Tapscott (2017, pág. 27) .”Se trata sin duda de uno de los más importantes paradigmas de la informática disruptiva, después del computador personal, internet, las redes y de mainframes” Swan (2015, pág. 2), que viene a consolidar las relaciones digitales que representan el futuro del gobierno, empresas y la economía global; futuro que se hace presente con los muchos y variados sectores que apuestan por invertir en la tecnología como son: servicios financieros, gobierno, democracia, educación, cuidado de la salud, logística entre otros.

El objetivo del capítulo es definir y describir la tecnología Blockchain, así como su clasificación; el análisis de este paradigma tecnológico se integra por tres apartados, en el primero se define la tecnología bajo la óptica y definición de diversos expertos en el tema; en el segundo, se definen y explican los elementos básicos de la Blockchain, y, en el tercero, se describen los tipos de cadenas de bloques y se expone su clasificación.

## **1.1. Definición de la tecnología Blockchain.**

La tecnología blockchain es una base de datos con información horaria inmutable de cada transacción, que se repite en servidores de la red, y que no requiere de ninguna autoridad central ni terceras partes que actúen como intermediarios. Se presentan a continuación definiciones de diferentes autores:

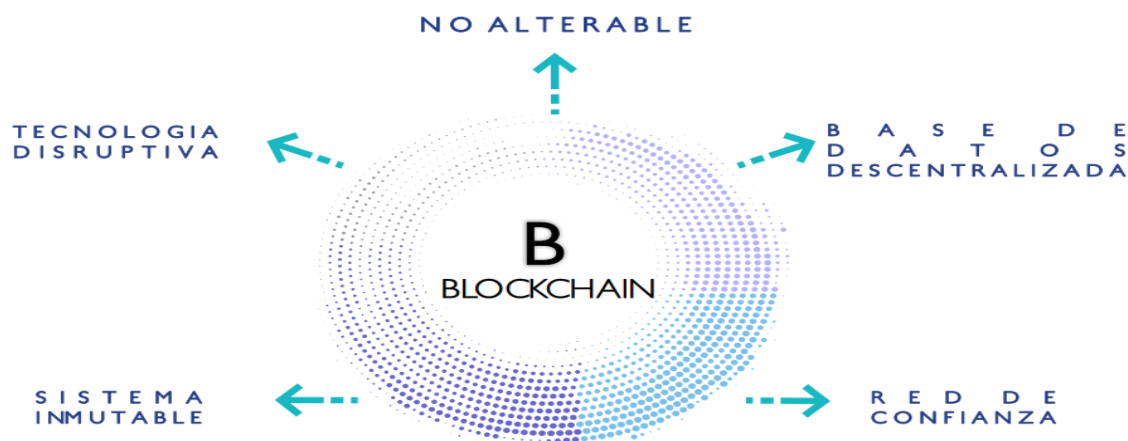
Várez Benegas la define como “una base de datos distribuida entre diferentes participantes que se encuentra protegida criptográficamente y organizada en bloques de transacciones relacionadas entre sí matemáticamente” (2016, pág. 6). Mientras que Melanie Swan se refiere a ella como una “hoja de cálculo para registro de activos, y un sistema contable para realizar transacciones a escala global” (2015, pág. 10). Don Tapscott en su libro “La revolución blockchain” menciona que se trata de registros totalmente distribuidos, Sutardja Center la

define como una “Base de datos distribuida de registros o contabilidad pública de todas las transacciones o eventos digitales que se han ejecutado y compartido entre las partes participantes. Cada transacción en el libro público se verifica por consenso de la mayoría de los participantes en el sistema” (2016, pág. 1). Finalmente, Sahil Gupta en el año 2017 se refiere a ella como “Estructura de datos que sirve como un libro digital público y se comparte a través de una red distribuida de computadoras. Como un registro inmutable, almacena transacciones en forma de series ordenadas por tiempo” (2017, pág. 2).

En conclusión se trata de una tecnología que genera un registro no alterable y definitivo de datos, a través de bloques que se generan por un software de código abierto, donde a su vez éstos almacenan cronológicamente la información. Se compone de tres elementos principales: 1) una transacción, 2) Registro de transacciones y 3) El sistema que verifica y almacena la transacción.

Al igual que el internet de la información creó nuevas industrias y modos de negocio, transformando la economía mundial, la Blockchain trae consigo el internet del valor, permitiendo compartir títulos, registros, certificaciones, etc. de manera descentralizada; es decir, sin requerir la interferencia, vigilancia de algún intermediario o entidad central que confiera confianza; ya que dentro de la Blockchain, la confianza entre usuarios se vuelve innecesaria debido a que la información se encuentra en cada nodo (computador), sin jerarquía.

Ilustración 1 Blockchain

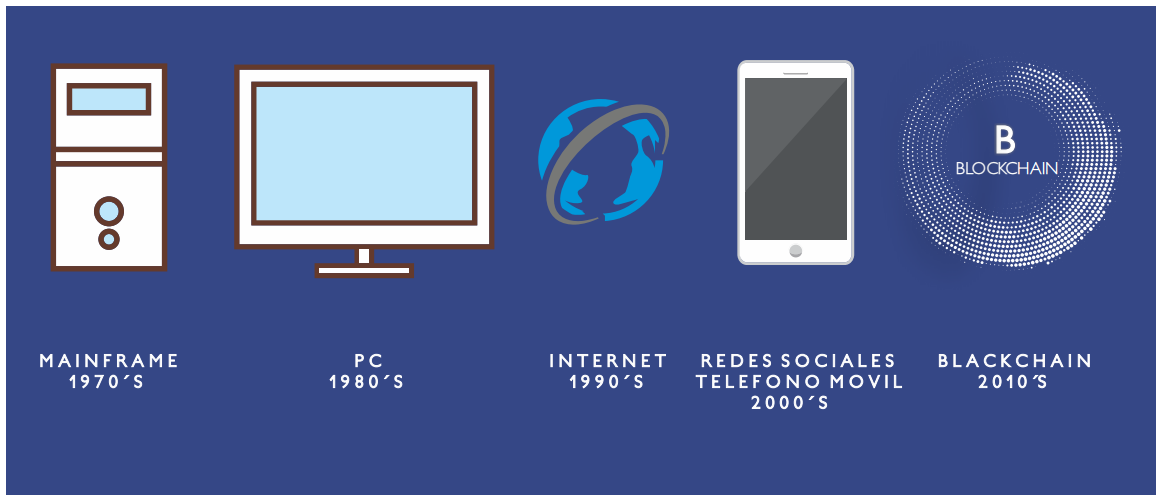


Fuente: (Várez Benegas, 2016)

### 1.1.1. Antecedentes.

Son cuatro las grandes innovaciones consideradas como tecnologías disruptivas, que han modificado la forma en la que funcionan las relaciones humanas, y la forma en que el hombre comprende el mundo.

*Ilustración 2 Tecnologías disruptivas*



Fuente: (Swan, 2015).

La imagen anterior muestra la evolución de algunas de las tecnologías disruptivas que han aparecido en nuestro mundo durante los últimos cincuenta años prácticamente, de los primeros computadores usados en la investigación científica y militar y que ocupaban espacios muy grandes hasta la aparición de las primeras computadoras personales en los años ochenta, la creación de la internet que ha transformado la manera en que la gente lleva a cabo sus labores, sus relaciones sociales y que permitió un acceso masivo a información fenómeno que se refuerza con la llegada de los teléfonos inteligentes y finalmente el surgimiento de la cadena de bloques a partir del bitcoin y que amenaza con transitar de una internet de la información a una internet del valor.

En el año de 1977 se creó el primer sistema de criptografía pública válido para cifrar y firmar digitalmente: RSA (Rivest, Shamir, Adleman) nombre en honor a sus creadores; Ron Rivest, Adi Shamir y Leonard Adleman. En 1981 comenzaron los intentos por resolver los problemas de seguridad y privacidad que el internet evocaba, esto a través de la criptografía, sin embargo el avance tecnológico no permitió generar soluciones factibles.

David Chaum, reconocido matemático fue el inventor de eCash y Digicash en el año 1993, sistema de pago digital de pequeños montos y posteriormente Digicash, sin embargo fueron problemas de privacidad y seguridad en la red lo que le llevaron a la quiebra en el año 1998. Tuvo que pasar una década para que una persona (o grupo de ellas), que bajo el pseudónimo de Satoshi Nakamoto, crearan el protocolo de un nuevo sistema de pago electrónico directo y entre iguales (peer-to-peer ó P2P) en el año 2008, protocolo que utilizó la criptomoneda Bitcoin<sup>1</sup>. Dicho protocolo es el fundamento de un creciente número de registros globalmente distribuidos llamados cadenas de bloques (Blockchain). (Don Tapscott, 2017, pág. 4). De esa fecha a la actualidad, la tecnología Blockchain se ha extendido a otros sectores y núcleos diferentes a las criptomonedas.

## **1.2. Elementos básicos de la Blockchain.**

A continuación se definirán los elementos y conceptos básicos de la tecnología blockchain.

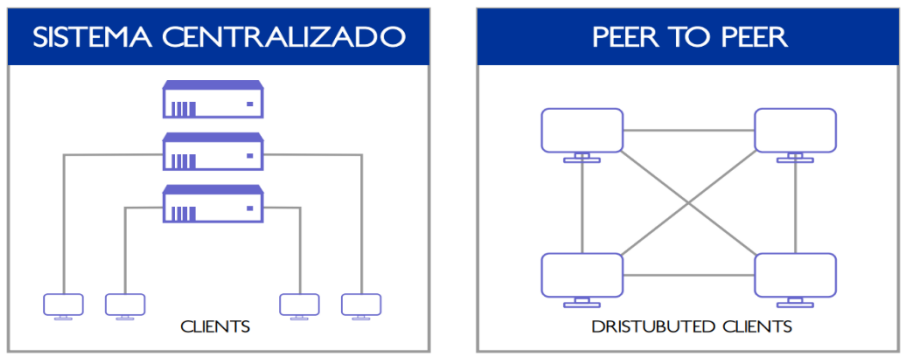
Se compone de cuatro elementos principales:

- **Nodo:** Es un ordenador personal o megacomputadora. Todos los nodos poseen el mismo protocolo sin importar la capacidad del computador, esto para poder establecer comunicación. En las Blockchain públicas los nodos no tienen que identificarse, para el caso de las privadas sí.
- **Protocolo:** Software que provee de una estándar común para establecer comunicación entre ordenadores (nodos) participantes de la red.
- **Red Peer-to-Peer (P2P):** Red de nodos conectados directamente en una red, donde cada uno de los pares posee la totalidad de datos e información.

---

<sup>1</sup> Bitcoin es una moneda digital y un sistema de pago en línea en el cual las técnicas de cifrado se utilizan para regular la generación de unidades de moneda y verificar la transferencia de fondos, operando independientemente de un banco central. (Swan, 2015, pág. IX).

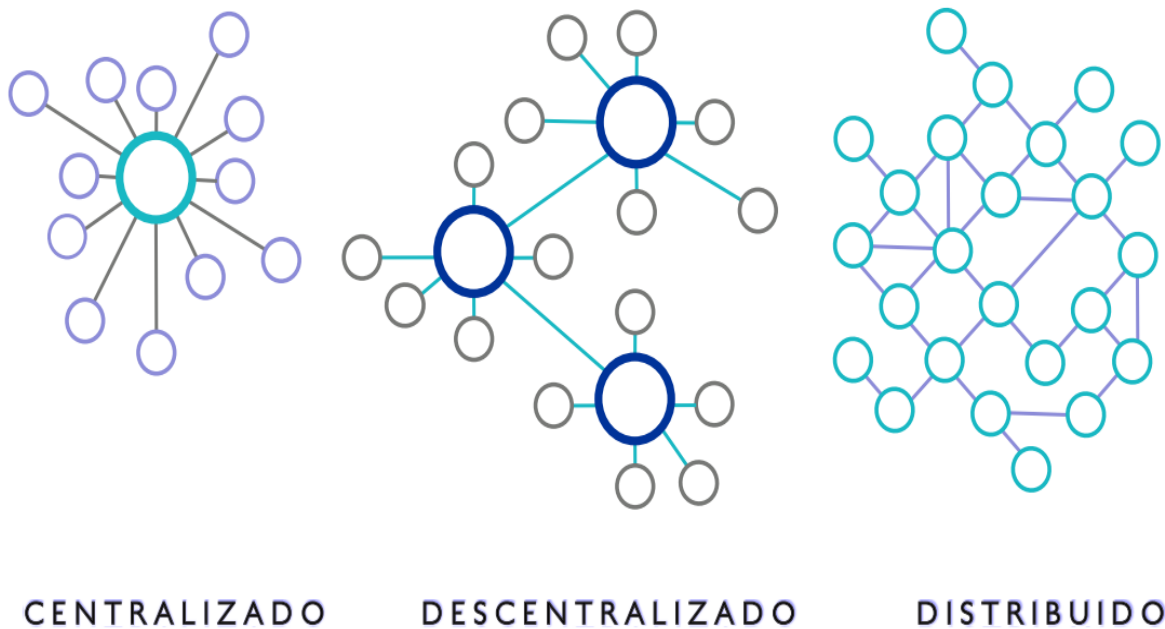
Ilustración 3 Peer 2 Peer



Fuente: (Lewis, 2015).

- Sistema descentralizado: Sistema en el que todos los ordenadores (nodos) dentro de la red poseen el control, debido a la inexistencia de jerarquía; caso válido en las blockchains públicas, ya que en una privada podría existir jerarquía. Esto a diferencia de un sistema centralizado, donde toda la información es controlada por una única entidad.

Ilustración 4 Sistema descentralizado



Fuente: (Kuchkovsky, 2017).

En resumen, una Blockchain es un conjunto de nodos conectados en una red P2P, esto quiere decir que toda la información se distribuye en cada uno de los ordenadores participantes de

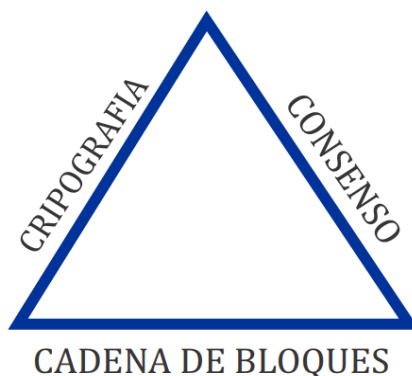
la red, asegurando que la información no pueda ser modificada. Es la criptografía la encargada de garantizar la irreversibilidad de la información registrada.

### 1.2.1. Conceptos Clave

En virtud de comprender la definición, se deben estudiar los conceptos clave de la tecnología o componentes que hacen posible su accionar, y son:

- 1) Criptografía
- 2) Cadena de Bloques y
- 3) Un consenso.

*Ilustración 5 Conceptos Clave*



Fuente: (Keerati, 2017).

La criptografía es un procedimiento que vía un algoritmo con clave transforma un mensaje sin atender a su estructura lingüística o significado, de tal manera que sea incomprensible o difícil de comprender a toda persona que no tenga la clave secreta (descifrado). (Kuchkovsky, 2017, pág. 2). Su responsabilidad es salvaguardar las reglas del protocolo, evitando así la manipulación o introducción de información a la cadena, así como generar firmas e identidades digitales encriptadas.

Por su parte, la cadena de bloques o Blockchain es una base de datos para almacenamiento de registros. Todas las cadenas deben actuar con las mismas reglas para dar validez al bloque e incorporarlo a la cadena de bloques. Una vez realizado el procedimiento se continuará con la emisión del siguiente bloque, permaneciendo inalterable la información registrada. De esta

forma se elimina la necesidad de un intermediario o ente de confianza para la realización de transacciones.

Mientras que los sistemas de registro tradicionales dependen de intermediarios de confianza para verificar las transacciones, Blockchain utiliza la potencia de la red para lograr la integridad de los datos. Cada transacción que se agrega a una cadena de bloques debe ser verificada por los participantes en la red que llegarían al mismo consenso sobre los datos compartiendo información entre ellos. (Keerati, 2017, pág. 6)

De modo que el consenso entre los usuarios de la Blockchain debe garantizar a cada nodo o computador una copia inalterable y actualizada de las operaciones realizadas; tratándose de una parte indispensable para los usuarios y que se sustenta en un protocolo común.

Dentro del consenso, los participantes de la red trabajan juntos, a veces de manera competitiva, para verificar la integridad de los datos en la red. Existen varios protocolos para realizar este proceso, entre los cuales los protocolos de prueba de trabajo y prueba de participación son los más conocidos. Un problema existente es el gran consumo de energía para completar el proceso, es por esto que se ha ideado un mecanismo de consenso en el que varios nodos de la red realizan diferentes funciones en el proceso de verificación de transacciones (no todos los participantes de la red participan como mineros para verificar cada transacción). Además, solo el 70% (no la totalidad) de los mineros participan en la aprobación de una nueva transacción. (Keerati, 2017, pág. 7)

Sin importar si se trata de una Blockchain pública o privada, estos tres elementos son necesarios para garantizar que se trata de un motor Blockchain, otorgando así un sello de calidad.

### **1.2.2. Funcionamiento.**

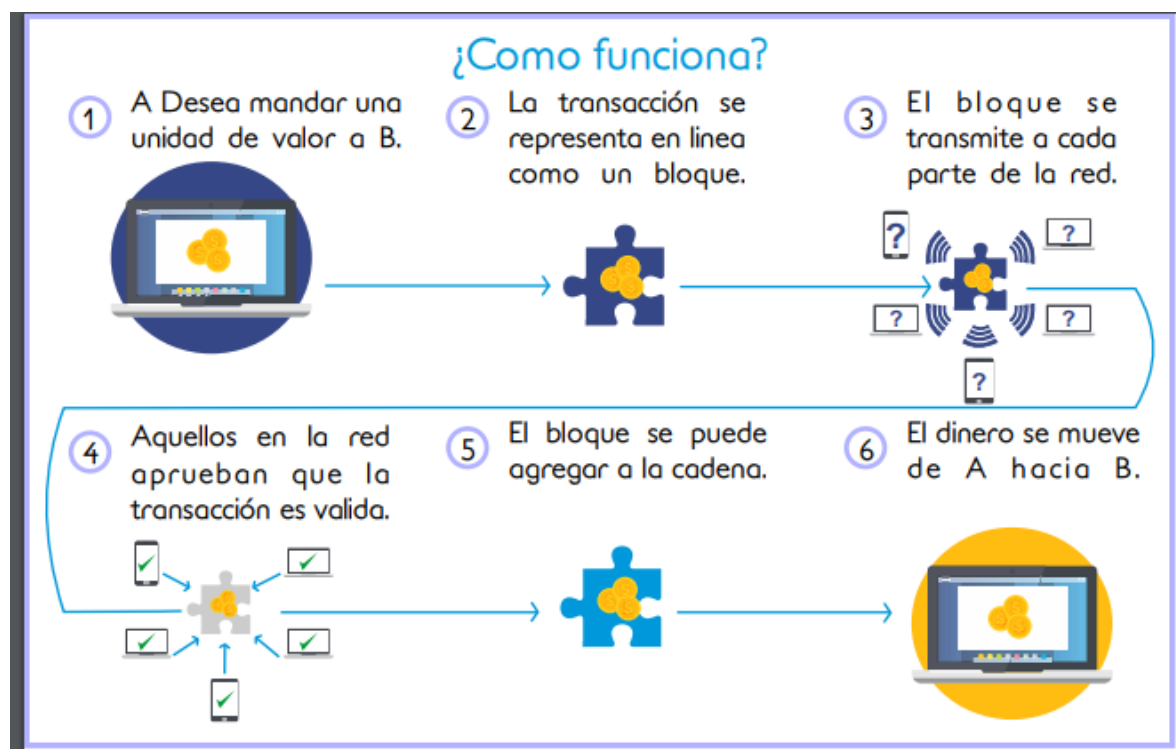
Como se expuso con anterioridad, una Blockchain se trata de un registro de datos distribuido entre los nodos participantes en la red y que se encuentra protegida criptográficamente, logrando así la inalterabilidad. Teniendo claro ya el concepto y los elementos que le componen, el siguiente paso será describir su funcionamiento paso a paso para así lograr entender y dimensionar su alcance. Antes de la “era Blockchain”, las transacciones realizadas en la red basaban su confianza en intermediarios (individuos, entidades, gobiernos, empresas)

que garantizaban actuar con integridad. Ante el total o parcial desconocimiento de la otra parte activa en la transacción, todo quedaba en manos de la confianza a terceros que respondieran por “desconocidos” y que registraran las transacciones. (Don Tapscott, 2017).

Es este el gran cambio que trajo consigo la Blockchain, teniendo como función el validar, salvaguardar transacciones y preservar su registro histórico, eliminando con esto los altos costos de transacción. ¿Pero, cómo es capaz de realizar todo esto? Lo hace utilizando pruebas criptográficas en lugar de la confianza en un tercero, y cada transacción se encuentra protegida a través de una firma digital.

De manera general se presenta a continuación un diagrama que ilustra los pasos necesarios para llevar a cabo una transacción del individuo A hacia el B:

Ilustración 6 Funcionamiento



Fuente: (Sutardja Center , 2016)

Para comenzar con el proceso, es necesario que el individuo A tenga la necesidad o el deseo de transferir dinero al individuo B, ya que esto ha sucedido, la transacción se representa en línea como un bloque, y luego éste es enviado a cada parte de la red (ordenadores o nodos),



donde al tiempo estos miembros dentro de la red aprueban la transacción volviéndola válida; es en esta instancia donde el bloque se puede agregar a la cadena de bloques y el dinero es transferido del individuo A hacia el B.

A continuación se repasarán cada uno de los puntos con mayor profundidad.

De manera más específica, dos partes (A y B) deciden realizar el intercambio de una unidad de valor (moneda digital o la representación digital de algún otro archivo, como título de propiedad, certificado de nacimiento o título educativo) y de este modo se abre el proceso de realización de la transacción.

Estas transacciones se realizan desde monederos electrónicos o wallets, que son archivos encriptados y cuyo funcionamiento es similar al de una cuenta bancaria. Todas las wallets poseen una clave pública y una privada; la primera es una cadena alfanumérica de entre 26 y 35 caracteres y que se le puede comparar con el número de cuenta. La clave privada es utilizada para autorizar operaciones o transacciones de la wallet. Al momento de realizar una transacción, ésta se abre con la clave privada del usuario A (emisor) y se cierra con la clave pública del usuario B (receptor), de modo que sea este último el que con su clave privada sea el único capaz de abrir la transacción y completarla.

Ya que se ha definido la transacción A y B, esta es transferida a un “pool” o apartado de transacciones sin verificar, donde posteriormente los mineros acuden a seleccionar transacciones para crear un nuevo “bloque”, que es una conjunto de transacciones encriptadas. El número de transacciones puede ser variable y diferente entre cada uno de los bloques. A continuación se presenta la estructura de un bloque:



Fuente: (Hillebrand, 2017)

Una vez generado el bloque, este tiene que ser minado por los nodos dentro de la red que se denominan “mineros”, esto a través de la resolución de un problema matemático.

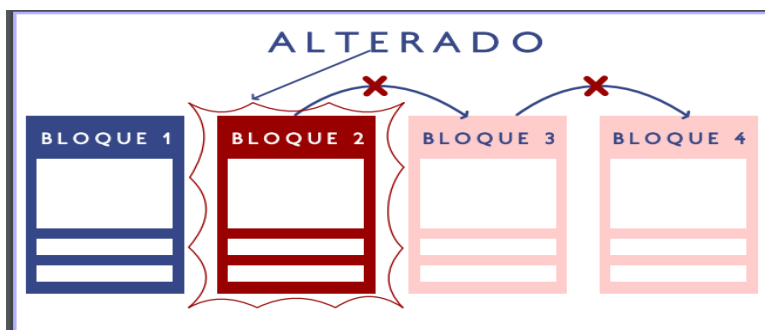
Este reto matemático es siempre el mismo en su proceso, pero diferente en sus variables, y puede ser resuelto solamente probando números aleatorios hasta dar con el resultado. Se presenta a continuación un ejemplo: Considerando que un Hash contiene 256 números, el enigma es encontrar un Hash para el bloque que genere una secuencia de 256 números, donde los primeros 30 sean sin excepción ceros. Debido a que no existe alguna fórmula matemática para encontrar esta cifra, el único método es a través de probar números de manera aleatoria hasta encontrar el resultado deseado. Sabiendo que no se puede cambiar la cabecera del bloque, las transacciones o el hash del bloque anterior, el reto es encontrar un número que genere un hash para todo el bloque, y que este cumpla con la condición dada.

El nivel de dificultad claramente va en aumento a medida que la exigencia de ceros aumenta, es decir, si se piden 50 ceros éste enigma matemático será más complicado de resolver que uno en el que se exijan solamente tres.

En Bitcoin por ejemplo, el tiempo para la resolución de los enigmas es de 10 minutos, y es este el tiempo entre bloques (tiempo que tarda en escribirse un bloque), para Ethereum la dificultad se ajusta para que la red produzca un bloque cada 12 segundos promedio.

Una vez que la incógnita es resuelta, el minero es recompensado de forma económica por el sistema, y esta transacción se ve reflejada en la parte superior de las transacciones dentro del bloque; ésta remuneración no es fija, y va cambiando en el tiempo. Es este el fundamento que garantiza la inalterabilidad de la cadena de bloques; debido a que al alterar alguno de los bloques dentro de la cadena, el nodo intruso debe minar el bloque modificado, y de igual forma minar todos los siguientes que se ven afectados, resultando esto casi imposible encontrándose en competencia con el resto de los nodos. }<sup>2</sup>

Ilustración 8 Alteración de un bloque



Fuente: (Lewis, 2015).

De la misma forma, gracias a la minería realizada, Blockchain garantiza el orden de las transacciones ordenándolas en bloques que se encuentran vinculados en orden cronológico lineal.

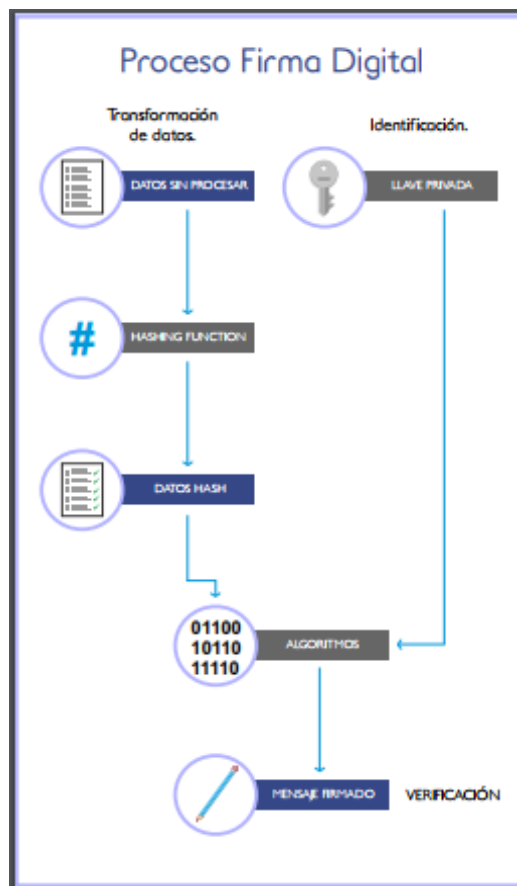
Para el consenso; el bloque realizado y minado es enviado al conjunto de nodos miembros de la red, donde a la vez éstos evalúan las transacciones y determinan si son válidas. Cuando se alcanza el consenso, las transacciones se consideran verificadas, y el bloque es añadido a la cadena.

Una vez añadido el bloque a la cadena, todas las transacciones contenidas en éste se ven autorizadas a realizarse, en nuestro ejemplo; la transacción del individuo A hacia el B se

<sup>2</sup> Brownwoth (2017). [https://www.youtube.com/watch?v=\\_160oMzblY8&t=467s](https://www.youtube.com/watch?v=_160oMzblY8&t=467s).

culmina. Y como se expuso con anterioridad, el receptor será el único capaz de cifrar el mensaje a través de su llave privada, autorizando así la transacción hacia su wallet.

Ilustración 9 Firma digital



Fuente: (Hillebrand, 2017)

### 1.3. Tipos y Clasificación.

La estructura o “arquitectura” de una Blockchain frente a otra se ve diferenciada en cuestiones de acceso y de características de los datos contenidos; se puede encontrar una Blockchain pública o una privada, una donde los datos sean transparentes o no; y finalmente, donde los datos sean mutables o inmutables. La elección para su diseño o adopción va directamente relacionada con el objetivo o necesidad del adoptante o desarrollador.

Mientras las empresas optan en general por una privada que les garantice mayor control y seguridad sobre los datos en el sistema, comunidades de desarrolladores han apostado por el uso de blockchain públicas que generen una red de confianza para realizar transacciones de

igual a igual, modificando así la forma de hacer negocios. (Keerati, 2017, pág. 8). Los grandes rubros de clasificación se agrupan de la siguiente manera:

- 1.-De acceso público y acceso privado
- 2.-De datos transparentes y no transparentes
- 3.-De datos mutables e inmutables.

### 1.3.1. Públicas, privadas y otras clasificaciones.

Las Blockchain de acceso público, se definen como una red descentralizada de ordenadores que utilizan un protocolo común asumido por todos los usuarios, y que permite a éstos registrar transacciones en el libro mayor de la base de datos. (Kuchkovsky, 2017).

Éstas permiten el acceso a cualquier persona autorizándole consultar las transacciones realizadas, donde bajo ésta lógica, cualquier usuario puede convertirse en miembro de la red y participar del protocolo común; por otro lado, no existe usuario o nodo que tenga más poder que el resto; se concluye que los nodos son iguales todos entre sí en términos de jerarquía.

En el caso de las blockchains públicas, no todos los datos tienen difusión pública, sólo las personas o entidades autorizadas y con aprobación previa adquieren la condición de usuarios y con esto la capacidad de consultar y realizar transacciones. “El protocolo predeterminado podrá incluir distintos niveles de acceso a los usuarios, de modo que algunos puedan registrar información y otros no. (Kuchkovsky, 2017). El cuadro siguiente ilustra las diferencias entre una blockchain pública y otra privada, facilitando la identificación de las principales diferencias entre ambas y las ventajas de una sobre otra.

*Ilustración 10 Blockchain pública vs privada*

	<b>PÚBLICA</b>	<b>PRIVADA</b>
<b>ALCANCE DE ACCESO</b>	Libre lectura/ acceso de escritura a miembros de la red	Lectura y escritura para miembros
<b>VELOCIDAD</b>	Más lenta	Más rápida
<b>SEGURIDAD</b>	Mecanismo de consenso	Mecanismo de consenso + Aprobación previa de participantes
<b>IDENTIDAD</b>	Anónima /Pseudoanónima	Identidades conocidas
<b>CONTROL</b>	Complicado	Menos complicado
<b>EJEMPLOS</b>	Bitcoin, Ethereum, Dash, Lisk.	Ripple, R3 Corda, Chain.

Fuente: Elaboración propia con base en (Keerati, 2017).

Se concluye que, una blockchain privada es más veloz y tiene mayor control que una pública, mientras que ésta última ofrece mayor rapidez.

#### **-Datos transparentes y no transparentes.**

En la tecnología Blockchain, los datos se encuentran encriptados, sin embargo puede ser diseñada para diferentes niveles de transparencia y grados de privacidad.

Las Blockchain de datos transparentes, están diseñadas para identificar las partes en las transacciones y deducir sus identidades; el ejemplo más claro de estas es Bitcoin.

Para las no transparentes o de “cero conocimiento”, la identidad de las partes y la naturaleza de las transacciones son completamente desconocidas, el caso más representativo de éstas es Z-Cash.

#### **-Datos mutables e inmutables.**

Una Blockchain puede ser diseñada para que los registros de la cadena de bloques sean modificados o permanentes; un ejemplo de cadena de bloques permanente es Bitcoin, donde al momento de haber realizado una transacción, esta no puede ser modificada o revertida, permitiendo solamente agregar nuevas transacciones al registro. Para el caso de aquellas que permiten modificaciones, aplica solamente a datos existentes que aún deben ser aprobados en un proceso de consenso. (Keerati, 2017, pág. 8).

Existen otros criterios de clasificación, como aquellos que lo hacen por propósito de la blockchain, donde se encuentran aquellas desarrolladas para el seguimiento de activos, transferencia de unidades valor, almacenamiento de códigos algorítmicos, etc. (Mattila, 2016, pág. 8).

### **1.4. Conclusiones.**

La máxima aportación de la tecnología es la eliminación de intermediarios para validar y salvaguardar transacciones, generando un sistema que no se basa en confianza hacia extraños o terceros, sino en un consenso; donde para admitir una nueva transacción como válida, esta tiene que ser revisada y aprobada por los nodos participantes, y que por el concepto de criptografía se encuentra blindada contra ataques y fraudes, considerándose no alterable.

Las diversas arquitecturas de blockchain permiten su uso y aplicación específica, brindando así a desarrolladores y adoptantes la oportunidad de elegir aquella que satisfaga de manera completa sus necesidades. Las blockchains pueden ser de carácter público o privado, de datos transparentes o no transparentes y de datos mutables e inmutables. En la actualidad, las blockchain privadas son las que poseen mayor nivel de implementación; esto debido a la mayor seguridad, control y coordinación con los sistemas de regulación imperantes que éstas ofrecen. Sin embargo, son las públicas las que han permitido la existencia de una red sin “confianza” que permite transacciones de igual a igual, tal como es el caso de Bitcoin.

En conclusión, Blockchain posee el potencial de modificar la forma de hacer negocios, de crear nuevas oportunidades comerciales y transformar las formas de organización en todos los núcleos donde sea aplicable. Es en el siguiente capítulo donde se ahondará en la explicación y síntesis del impacto en las áreas de aplicación de la tecnología en la actualidad, haciendo posible así entender la magnitud e importancia del fenómeno que es la Blockchain.

## **2. NÚCLEOS Y SECTORES DE IMPACTO.**

La tecnología Blockchain se ha extendido para modernizar y dinamizar diversos sectores como lo son: finanzas, cadenas de suministro, comercio, salud, gobierno, etc. Garantizando en general disminución de costos, mayor eficiencia y el crecimiento y transformación de las formas de ejecución y funcionamiento de procesos.

Como indica el Foro Económico Mundial (WEF por sus siglas en inglés) se espera que para el primer cuarto del siglo XXI, el 10 por ciento de la producción a nivel mundial este almacenado en la cadena de bloques, lo que permitirá aumentar la inclusión financiera en los mercados emergentes, contactos y servicios jurídicos estarán de igual forma vinculados con la blockchain como son los contratos inteligentes, asimismo se incrementará la transparencia y el acceso a la información debido a la característica de red distribuida.

Para el sector financiero, la adopción de la blockchain le resultará en una simplificación operacional, un incremento de la eficiencia regulatoria, desintermediación de terceros y disminución del fraude, entre otros beneficios; trayendo consigo disminución de costos y aumento de eficiencia en el sector.

En las cadenas de suministro, las blockchains proporcionan una plataforma para la colaboración de numerosas organizaciones con el fin de colaborar para la entrega de un producto final, sin la necesidad de una parte centralizada y confiable. (R3, 2017, pág. 6).

Para otras industrias como la de seguros, con la introducción de contratos inteligentes se crearán nuevos modelos de negocio, automatizando procesos y transformando al sector; para el sector salud; la relación directa entre los actores, la eficacia de operaciones logísticas y detección de fraudes en información y medicamentos, entre otros; crearán un sector con mayor transparencia e incorruptible. En el sector público, se creará una nueva estructura que busque ser un potente vínculo de desarrollo social, político y económico. En una visión general, los beneficios de la Blockchain para los diversos sectores y núcleos se verán traducidos en una transformación general de las estructuras operacionales y lógicas, disminución de costos, aumento de la eficiencia y la incorruptibilidad de información.



La blockchain plantea un importante punto de partida hacia un nuevo tipo de economía, la llamada economía colaborativa que se trata de un sistema económico en el que se comparten e intercambian bienes y servicios a través de plataformas digitales, donde la tecnología lee e interpreta ciclos de oferta y demanda, y los individuos pueden incluirse al mercado sin necesidad de un empleador; sin embargo, sin la base digital de sistemas de pago se trataría simplemente de un trueque mejorado y no de una economía digital. La masa crítica, la capacidad excedentaria, la creencia en bienes comunes y la confianza entre extraños son la base de este cambio cultural y económico, y es justo en este punto donde resalta la importancia de la tecnología blockchain, aportando el sistema peer-to-peer, para generar confianza entre extraños, y la flexibilización de nuevas formas de pago; creando nuevas formas de valor proporcionando la oportunidad de usar recursos infrautilizados y estableciendo un entorno de interacción simple entre oferentes y demandantes; en el mismo sentido se reconocen otros beneficios como: un ahorro vía disminución de precios, desarrollo sostenible, gestión de recursos, mayor oferta y un beneficio medioambiental. Ejemplos de economía colaborativa son Uber y Airbnb, entre otros.

En este segundo capítulo se realiza un meta-análisis de las aplicaciones e impacto de la cadena de bloques en los diferentes sectores o industrias, con el fin de observar la factibilidad de aplicación en cada sector y dilucidar su impacto económico.

## **2.1. Sector financiero**

En la actualidad el sector financiero encara una prueba de cambio y adaptación a un nuevo modelo comercial; la disrupción digital, la desaceleración económica, la constante baja en la rentabilidad de la banca y la entrada de nuevos competidores en el sector, le obligan a adentrarse en un proceso activo de transformación y de asimilación de nuevas tecnologías y procesos.

Como menciona Gustavo del Ángel, el sistema financiero cuenta con diversos agentes y el surgimiento de nuevos intermediarios que se verán enfrentados a nuevas cargas regulatorias, y por otra parte las empresas no financieras, cadenas de retailers, corporaciones de telecomunicaciones y empresas de plataformas digitales, que juegan un papel cada vez más relevante.

Las principales líneas de negocio de la banca son el crédito y la venta de productos financieros, para el primer caso; la banca había contado históricamente con amplio margen entre los intereses que se pagaban a depositantes y los que se cobraban a solicitantes, sin embargo, en los últimos años, debido a las políticas monetarias expansivas el margen de intermediación se ha estrechado, por lo que las entidades se han visto obligadas a realizar cobro de comisiones de forma directa (por retiro de efectivo, transferencias o mantenimiento de cuenta, entre otros), y esto ha forzado a instituciones financieras a reducir gastos de explotación y a reorientar el modelo de negocio hacia otras actividades que les generen ingresos. (Kuchkovsky, 2017, pág. 33) Aunado a la disminución de la rentabilidad, los nuevos desafíos digitales que imponen las tecnologías emergentes, han representado para la industria una necesidad imperante de modificar la estructura operacional y el ajuste de prácticas de negocio, ya que el futuro dependerá de su capacidad de adaptación a la era digital. (Romero & Buitrago, 2017, pág. 7).

Los grandes cambios en este sector dependerán del desarrollo tecnológico y de las nuevas necesidades que surjan ante la disrupción de las tecnologías que se introduzcan a este sector. El factor tiempo ha pasado a tener un alto grado de importancia debido a su escasez; por lo que los clientes quieren decidir cuándo, cómo y dónde usaran los servicios ofertados. Para poder alcanzar estos nuevos retos han sido necesarias una serie de herramientas, de nueva creación, que ha hecho que mejore lo que es el nuevo sector financiero y los productos que ofrecen.

“Las nuevas formas de innovación pretenden ser disruptivas no solo para crear un nuevo servicio, sino para modificar las expectativas de los usuarios... Lo que es un hecho es que la innovación está creando mayores presiones competitivas sobre los intermediarios establecidos<sup>3</sup>”.

### **2.1.1. Ventajas y aplicaciones para el sector**

Las principales ventajas de la cadena de bloques aplicada al sector financiero se pueden agrupar en seis grandes grupos: el primero; una simplificación operacional, que reduce o elimina esfuerzos manuales, el segundo; incremento en la eficiencia regulatoria al permitir

---

<sup>3</sup> <https://m.arenapublica.com/blogs/gustavo-del-angel/2018/01/02/8722/arquitectura-sistema-financiero-mexicano-tendencias-interrelaciones-intermediarios-financieros-regulaciones>

un monitoreo en tiempo real de la actividad financiera, el tercero; reduce el riesgo de contraparte, y el cuarto los tiempo de liquidación y de compensación, esto des-intermediando terceros que validen las transacciones, acelerando la realización de operaciones, en quinto; mejora la liquidez y el flujo de capital, y por último, permite minimizar el fraude, estableciendo la proveniencia de activos y el historial completo de transacciones, todo esto dentro del libro contable. (Romero & Buitrago, 2017, pág. 8).

Para (Keerati, 2017, pág. 13) las ventajas se traducen en: facilitación de transferencias globales de activos; mejorando mecanismos imperantes para transferencias de activos, eliminando intermediarios y permitiendo la realización de transacciones de manera directa entre partes, viéndose traducido en una disminución de costos, aumento de velocidad y seguridad en transacciones, en segundo lugar; mejora de procesos de compensación, liquidación y mantenimiento de registros; debido a la integridad y uniformidad de los datos, se elimina el riesgo de “doble reserva”, suprimiendo la necesidad de conciliar registros, y por último, la habilitación de contratos financieros inteligentes; automatizando la ejecución de términos y eventos en las transacciones, disminuyendo así los costos de contratación y cumplimiento, y aumentando la eficiencia.

Otro núcleo clave dentro del sector es el mercado de capitales, donde la tecnología aporta mayor eficiencia en las transacciones, ya que “el registro se mantiene en un único libro de contabilidad compartido, que eliminaría la necesidad de normalización de datos, conciliación de sistemas internos y el acuerdo sobre exposiciones y obligaciones.” (Keerati, 2017, pág. 16). Todo esto generaría procesos y servicios estandarizados, datos en casi tiempo real y conocimiento de la valía real de la contraparte.

De manera específica los procesos que experimentarán una mayor transformación dentro del mercado de capitales serán: el aprovisionamiento de mercado; rastreando y rehipotecando activos a través de contratos inteligentes, la gestión de inversiones; eliminando errores asociados con actividades de auditoría manual, la transparencia a inversores, el almacenamiento de datos financieros; facilitando la aprobación en tiempo real de documentos financieros y la creación de nuevas estructuras de financiación y disminuyendo el riesgo de contraparte.

Otro aspecto importante, en el que la tecnología aportará grandes beneficios tiene que ver con el lavado de dinero y el financiamiento del terrorismo; gracias a “Know Your Client” (KYC), se eliminará la duplicación de esfuerzos y permitirá que todas las actualizaciones de los detalles del cliente sean distribuidos a todas las instituciones en tiempo real y proporcionará un registro histórico de la totalidad de documentos y actividades de cumplimiento de todos los clientes. (Equisot, 2017, pág. 6).

Gracias a la descentralización que la cadena de bloques ofrece, se democratiza el acceso a la infraestructura, aumenta la visibilidad y elimina asimetrías de información entre los participantes del mercado. (Romero & Buitrago, 2017, pág. 20).

Asimismo se habla ya de una nueva revolución en el campo de las fintech, la conocida como fintech 3.0 que tiene como principales características el rejuvenecimiento de las tecnologías utilizadas por las instituciones financieras permitiéndoles alcanzar un mayor potencial. Sin embargo existen limitaciones en la actualidad debidas al número de transacciones diarias que se realizan ya que una falla en el sistema podría ser muy costoso para la población, asimismo se tiene que la erogación es elevada para poder adaptar el sistema a esta nueva tecnología. El sector FinTech está impulsando la inclusión financiera al generar soluciones a la calificación de créditos de manera diferente al estándar con usuarios que no están bancarizados, son informales, son de difícil acceso o de los que no hay información clave de acuerdo a los parámetros clásicos de evaluación. La búsqueda de un mayor número de personas con acceso a los servicios financieros formales parece ser una oportunidad para modelos de negocio fintech que consideran: costos más bajos, menor riesgo y mayor rapidez en la obtención y otorgamiento de préstamos. “La expectativa es como sigue: para 2025 y a través del fintech, se incluirá en el sistema financiero a las 2,500 millones de personas en el mundo que se han visto excluidas de su uso”<sup>4</sup>

En conclusión, la tecnología aplicada al sector financiero traerá grandes beneficios traducidos en una disminución de costos, aumento de velocidad y eficiencia en las transacciones, mayor seguridad; y con la aplicación de contratos inteligentes, se transitará hacia la automatización de procesos, encapsulando en éstos la lógica financiera. La tecnología blockchain traerá consigo enormes oportunidades para construir un sistema financiero mucho más eficiente y

---

<sup>4</sup> CEEY (2017, pág. 34)

productivo, capaz de impulsar eficazmente el crecimiento y el bienestar globales. Esto exige una profunda transformación de la industria financiera y amenaza la supervivencia de los actuales bancos.

### **2.1.2. Experiencias preliminares**

Los casos de éxito de aplicación para la industria financiera, se han visto en rasgos generales en el ámbito de transferencias globales y de finanzas comerciales.

Para el sector, la desarrolladora R3 trabaja con más de 100 bancos, instituciones, reguladores y compañías de tecnología para desarrollar Corda, proyecto que fue lanzado en el año 2015 y que es una cadena de bloques de código abierto, diseñado para empresas, que incluye tecnología de contratos inteligentes, que permite realizar transacciones de manera directa. Elimina costos y fricciones de mercado, apoya la gestión de ciclos de vida de contratos, realiza transferencias electrónicas instantáneas, préstamos sindicados y permite rehipoteca de activos.

Otro caso es Tee-Zero, lanzado en el año 2014, que es una plataforma para el mercado de capitales, que traslada la negociación de operaciones de renta variable y de liquidación a la cadena de bloques, y que trabaja con la aprobación de la Comisión de Bolsa y Valores de EE. UU. Por otro lado, Chain, lanzada en el mismo año; hace posible realizar transferencias digitales de dinero u otros activos financieros entre empresas e instituciones. En otro caso, la Bolsa de Valores de Australia (Australian Stock Exchange-ASX), anunció en 2016 la creación de una blockchain privada.

Nasdaq (National Association of Securities Dealers Automated Quotation), segunda bolsa de valores de los Estados Unidos, el 30 de Diciembre del año 2015 realizó la primera transacción privada de valores, “resaltando el potencial de reducir el tiempo de liquidación y compensación, y la reducción de más del 99% de la exposición al riesgo de liquidación”. (Romero & Buitrago, 2017, pág. 26).

Para el área de pagos y transferencias; Abra permite realizar transacciones P2P, transfiriendo dinero en más de 50 divisas, Earthport provee conectividad total hacia Ripple, y Circle en alianza con el banco Barclays, permite realizar transacciones de manera instantánea desde un teléfono celular hacia todos los contactos.

Goldman Sachs estima ahorros anuales de 6,000 millones de dólares en procesos de compensación y liquidación, Banco Santander de 15,000 millones en costos de infraestructura<sup>5</sup> y la consultora Mckinsey de 85,000 a 110,000 millones de dólares en ganancias por creación de valor.<sup>6</sup>

En total, más de 1.500 millones de dólares han sido invertidos en su desarrollo desde 2013, de los cuales 500 millones de dólares se invirtieron en 2015. Adicionalmente, se han presentado más de 2.500 patentes de Blockchain y se han establecido varios consorcios que conforman el esfuerzo conjunto de los más grandes líderes de la industria. Se estima que para el año 2019, la inversión en el sector financiero para Blockchain será de 400 millones de dólares. (Romero & Buitrago, 2017, pág. 27).

Otros casos se presentan a continuación:

*Tabla 1 Aplicaciones de la cadena de bloques en el sector financiero*

<b>Plataforma</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>ABRA</b>	ABRA les permite a los usuarios transferir dinero desde su celular en más de cincuenta divisas diferentes, incluyendo bitcoin. Los Abra Tellers (cajeros humanos) son una red de consumidores que se ayudan entre sí para depositar o retirar dinero en efectivo, de manera que no sea necesario tener una cuenta bancaria para usar el servicio
<b>CIRCLE</b>	En Alianza con el banco Barclays y respaldada por Goldman Sachs, Circle les permite a los usuarios hacer transferencias instantáneas de dinero desde el celular a sus contactos (usando un algoritmo similar al de un mensaje de texto), así como enviar GIFs o emojis. Circle se apalanca en la tecnología Blockchain para Bitcoin
<b>Skuchain</b>	Tiene como objetivo erradicar las cartas de crédito (Letter of Credits) y está trabajando junto con los bancos para proveer su versión electrónica apalancadas en Blockchain. El objetivo es incrementar la transparencia y la visibilidad de cara al comercio, eliminando tiempo perdido en la verificación de documentos
<b>SETL</b>	Implementar una infraestructura institucional de pagos múltiples y multiactivos basada en Blockchain. El sistema SETL les permite a los participantes del mercado mover efectivo y activos directamente entre sí, facilitando la liquidación inmediata y final de las transacciones del mercado. Además, SETL mantiene en Blockchain los registros de propiedad y transacciones, simplificando el proceso de coincidencia, liquidación, custodia, registro y notificación de transacciones

<sup>5</sup> Finextra, 2016. From Hype To Reality: Developing A Pragmatic Approach To Blockchain In Financial Services. Disponible en <http://www.the-blockchain.com/docs/From%20Hype%20To%20>

<sup>6</sup> McKinsey & Company, 2017. Blockchain Technology in the Insurance Sector. Disponible en <http://www.the-blockchain.com/docs/McKinsey%20-%20Blockchain%20Technology%20in%20the%20Insurance%20Sector.pdf>

Plataforma	Funcionamiento
<b>R3</b>	Consortio que congrega más de ochenta instituciones financieras globales, las cuales colaboran para desarrollar una plataforma y aplicaciones comerciales basadas en Blockchain.
<b>Digital asset</b>	Digital Asset es una empresa de software que desarrolla soluciones Blockchain para la industria de servicios financieros. La empresa facilita la liquidación entre monedas digitales y tradicionales, pues su software escribe la lógica de negocio y los procesos legales en flujos de firma criptográfica (cryptographic signature flows), al tiempo que trabaja con transacciones entre Blockchains privadas y públicas. Ofrece dicho software para diversas líneas de negocio, tales como préstamos, valores, derivados y divisas

*Fuente: Elaboración propia con base en Romero y Buitrago (2017, págs. 30-33).*

### **2.1.3. Obstáculos y Desafíos.**

En la actualidad, Blockchain se enfrenta a diversos obstáculos que le impiden establecerse como tecnología de uso generalizado en el sector financiero, donde los dos principales son; por un lado, su naturaleza disruptiva, ya que no será sencillo transformar y modificar las actuales estructuras administrativas y operacionales, y por otro lado, la respuesta regulatoria a los cambios tecnológicos suele ser tardía, en especial para sistemas altamente regulados como el financiero.

Los principales retos a enfrentar para lograr la adopción general de la tecnología son, primero la aceptación; ya que debido a la falta de antecedentes o precedentes, lograr su aceptación y comprensión constituye un gran reto, después el costo; ya que pasar de un sistema centralizado a uno descentralizado requiere un reemplazo completo o parcial de la estructura imperante en la actualidad, lo anterior seguido de los aspectos reglamentarios; ya que las divisas a nivel internacional son emitidas y reguladas por gobiernos y bancos centrales, a diferencia de las criptomonedas que son de carácter descentralizado, por otro lado; el consumo de energía, el ejemplo más claro es Bitcoin, donde los mineros de la red a causa de su labor, generan altas exigencias en cuanto a la capacidad informática, y por último, la normalización; para que la tecnología pueda cumplir con su labor de manera completa y eficiente, resulta necesario un cierto nivel de normalización global a través de las instituciones, y esto se presenta complicado, debido a los diversos regímenes reglamentarios y procesos políticos de los diferentes países y naciones.

Sumado a lo anterior, es importante mencionar que en muchas ocasiones, la innovación no está alterando los procesos actuales de los medios de pago, sólo modifican el tramo para el usuario final, sea el merchant o el cliente, y en principio solo se busca mejorar la experiencia<sup>7</sup>. Por lo que no en todos los países la introducción de la cadena de bloques significará a corto plazo una ruptura con un modelo de negocios anterior sino que este cambio dependerá de condiciones institucionales y será más en un mediano plazo cuando puedan notarse estos cambios.

## **2.2. Criptomonedas y banca central.**

Una de las primeras aplicaciones de la cadena de bloques se da en el año 2008 a raíz del surgimiento de las criptomonedas, con la llegada del bitcoin creado por Satoshi Nakamoto justo en el periodo de la crisis económica y financiera, que se caracterizó por un entorno de elevada inestabilidad en los mercados y los agentes económicos. Sin embargo, el surgimiento de monedas virtuales supone todo un reto para los actuales sistemas económicos, debido a la complejidad que supone su uso en naciones donde el acceso a medios electrónicos y digitales aun no es tan difundido, asimismo por el marco legal imperante en todas las naciones en donde se da por hecho que el gobierno a través de un organismo (Banco Central) es el único capaz de emitir la moneda de curso legal.

La idea de crear una moneda virtual tiene sus orígenes en el movimiento ciberpunk de la década de los ochenta en los Estados Unidos. Muchos de los actuales programadores, ingenieros, tecno-optimistas, e investigadores toman sus ideales de este movimiento además de ser pensadores con una fuerte base libertaria. John Gilmore programador de la empresa Sun Microsystems aboga desde los inicios de la década de los noventa por una verdadera privacidad; éste programador creyó que sólo la física y las matemáticas serían capaces de garantizar una verdadera privacidad y libertad en las acciones de los individuos.

Una moneda virtual es definida como una cadena de firmas encriptadas donde cada dueño transfiere la moneda creada a otro individuo al firmar digitalmente un hash de la transacción previa y la clave pública del próximo dueño y agregando estos al final de la moneda. Como menciona Gorjón “las divisas o monedas virtuales constituyen un conjunto heterogéneo de























---

<sup>7</sup> CEEY (2017, pág. 32)



instrumentos de pago innovadores que, por definición, carecen de un soporte físico que los respalde” (2014, pág. 1). En la actualidad existen más de 1,300 monedas digitales, la siguiente ilustración presenta el valor de capitalización de las once principales criptodivisas a nivel mundial.

Ilustración 11 Capitalización criptodivisas

#	Nombre	Cap. de Mercado	Precio	Volumen (24h)	Acciones en circulación	Cambio (24h)	Precio (7 días)
1	 Bitcoin	\$114,557,199,212	\$6,616.82	\$3,513,965,823	17,313,025 BTC	-0.57%	
2	 Ethereum	\$23,312,304,711	\$227.51	\$1,400,756,863	102,466,506 ETH	-0.81%	
3	 XRP	\$18,953,751,262	\$0.474610	\$402,330,121	39,935,410,492 XRP *	-3.38%	
4	 Bitcoin Cash	\$8,951,621,699	\$514.66	\$375,571,847	17,393,200 BCH	-2.01%	
5	 EOS	\$5,333,258,679	\$5.89	\$579,805,518	906,245,118 EOS *	-0.61%	
6	 Stellar	\$4,610,306,639	\$0.244070	\$42,109,352	18,889,273,792 XLM *	-1.54%	
7	 Litecoin	\$3,425,820,237	\$58.41	\$326,551,720	58,649,577 LTC	-1.16%	
8	 Tether	\$2,692,426,268	\$0.994829	\$2,208,001,611	2,706,421,736 USDT *	-0.16%	
9	 Cardano	\$2,216,217,055	\$0.085479	\$48,523,038	25,927,070,538 ADA *	-2.25%	
10	 Monero	\$1,868,247,767	\$113.40	\$36,450,289	16,474,670 XMR	-1.24%	
11	 TRON	\$1,689,650,438	\$0.025699	\$194,527,815	65,748,111,645 TRX *	-2.59%	

Fuente: <https://coinmarketcap.com/es/>.

El valor total de capitalización del mercado de las divisas digitales es de 218.86 mil millones de dólares, que presenta un alto nivel de concentración en dos criptomonedas: Bitcoin y Ethereum; donde la primera concentra cerca del 51% de la capitalización total y para el caso de la segunda, es de poco más del 10%.

Sin embargo las oportunidades de masificación de la blockchain de Ethereum son mayores, ya que no solo está centrada en la emisión de un medio de pago sino a otras áreas como la de contratos inteligentes. A continuación se presenta un gráfico con el historial del precio de Bitcoin, del periodo 2011-2018.

Ilustración 12 Precio histórico Bitcoin



Fuente: <https://www.buybitcoinworldwide.com>.

Como se observa en la gráfica, el precio de Bitcoin presenta alta volatilidad, alcanzando su precio máximo histórico en el año 2017 con \$17,549.67 dólares, y perdiendo valor para el año 2018 hasta en un 60 % respecto al precio actual. Es justo el aspecto de volatilidad extrema, la que encabeza uno de los grandes retos para este tipo de divisas.

Entre las ventajas que diversos autores han identificado se observan: que la descentralización del sistema le confiere un anonimato al usuario y una mayor transparencia en las operaciones; la constante apreciación que tiene le permite ser usado como medio de inversión; el sistema de encriptado le confiere una alta seguridad incidiendo en una baja probabilidad de poder ser vulnerado debido al sistema de bloques que emplea, al ser monedas virtuales su uso no está restringido por barreras geográficas y temporales de tal manera que puede emplearse en cualquier parte del mundo y a cualquier hora. Entre los aspectos negativos se encuentran los siguientes: al no ser monedas reguladas y el que todas las operaciones sean descentralizadas y “anónimas”, permite tener acceso a transacciones en mercados ilegales, evasión fiscal o financiación del terrorismo, al depender su valor enteramente de la demanda existe una gran volatilidad en su precio incidiendo directamente en mayores entornos de incertidumbre; cuestión que ocasiona que no pueda conservar un valor en forma estable incumpliendo con

una de las funciones del dinero; al estar limitada su oferta su uso genera presiones deflacionarias, respecto a lo que la mayoría de los analistas apunta es negativo pues deriva en una contratación de menor cantidad de personal y un menor nivel de actividad económica, y finalmente se señala que algunas monedas digitales tienen un programa de código abierto, por lo que la aparición de competidores reduce la rentabilidad para sus usuarios y para la empresas.

Bajo este contexto, es difícil que se permita el uso generalizado de este tipo de medios de pago privados, considerando las restricciones que enfrentan debido a que implicaría la pérdida de la política monetaria y por ende el control ejercido por las autoridades; al respecto Claudia Viegas *et. al*, (2014) presentan diversas acciones legales que han sido expedidas en diversos países a raíz de la popularización del uso del Bitcoin entre los jóvenes, algunas de estas regulaciones emitidas se presentan en la siguiente tabla.

*Tabla 2 Restricciones legales a las criptomonedas.*

País	Iniciativa
Estados Unidos	<p>Servicio de rentas en el año 2014 señala que el bitcoin será considerado para efectos fiscales aplicándole las mismas reglas que se emplea para la regulación de activos financieros y operaciones de intercambio.</p> <p>En California en el año 2014, se expidió una nueva reglamentación que elimina los obstáculos para la realización de operaciones con monedas virtuales como el bitcoin, esto reemplaza a la ley existente que impedía el uso de cualquier otra moneda excepto el dólar para llevar a cabo las transacciones comerciales</p>
Canadá	<p>A partir del año 2013 considera al bitcoin como dinero privado y ha permitido la instalación de "cajeros" de monedas virtuales, asimismo la política que se aplica es la difusión de los riesgos asociados al uso de criptomonedas con el fin de educar a los usuarios</p>
Alemania	<p>En el año 2013 comienza a darle al bitcoin el mismo tratamiento impositivo que le da al oro, los bonos, las divisas, las acciones entre otros activos financieros; a pesar de que no considerarla una moneda de curso legal ni una divisa</p>

Noruega y Reino Unido	En el año 2013 el gobierno de Noruega expidió una reglamentación en materia impositiva donde manifestó que trataría al bitcoin como un activo y cobraría impuestos sobre ganancias. En el mismo sentido, Reino Unido en el año 2014 emitió una serie de reglas en las cuales se menciona que las actividades comerciales con bitcoin están exentas de impuestos usuales y se les dará un tratamiento específico, además a mediados del mismo año el ministerio de Finanzas el país está viendo la manera de formalizar el uso potencial de monedas virtuales con el fin de simplificar los pagos burocráticos
Tailandia	Ha prohibido el desarrollo y comercialización de criptomonedas argumentando el Banco Central de este país una falta de calidad de la moneda bitcoin
Hong Kong	Uno de los países con mayor libertad económica, le da al bitcoin el tratamiento de mercancía virtual y no de moneda
Cambodia	No reconoce el uso de bitcoin en la realización de trámites bancarios y comerciales, alertando a los usuarios que este mecanismo de transacción carece de validez legal y están exponiéndose a fraudes
China	En diciembre de 2013, el gobierno de China concluyó que el bitcoin no cumple con los requisitos para ser considerado como una moneda de curso legal y prohibió en definitiva a sus entidades hacer uso de esta criptomoneda
India	El Banco Central ordenó suspender las plataformas de comercio que operaban con bitcoin a raíz de los riesgos que del posible uso de esta moneda para el lavado de dinero y la financiación del terrorismo
Singapur	En 2013 anunció que no interferirá en el desarrollo y las transacciones con bitcoin
Finlandia	La declaró una "commodity"
Estonia	El gobierno considera su uso como un fraude piramidal y por tanto desconoce su legalidad, alertando a los ciudadanos sobre su eventual uso
Japón	En marzo de 2014, reveló que el bitcoin no es una moneda y los beneficios derivados de su uso deben pagar impuestos (a las ganancias, consumo e intercambio)
México	Primer país que formula ley para regular las instituciones de tecnología financiera (Fintech) en el año 2018. Les otorga a criptomonedas reconocimiento como activos, no como moneda.

Fuente: elaboración propia con base en Claudia Viegas et all (2014).

En cuanto a la idea de la aplicación de la blockchain como mecanismo para emitir moneda digital de curso legal, el Banco Internacional de Pagos (2015) (BIS por sus siglas en inglés) menciona que la adopción y el uso de monedas digitales aumentará de forma significativa en los próximos años debido a las tendencias crecientes de la digitalización, lo que traerá como consecuencia que la demanda de agregados monetarios tradicionales se vea afectada y la conducción de la política monetaria se vea entorpecida al no poder regular el dinero privado. El impacto en esta área estará en función de los cambios en la demanda de dinero por parte de los individuos como serían la sustitución de depósitos en sistemas financieros tradicionales por monedas digitales, sumado a esto el grado de interconexión entre las relaciones que se lleven a cabo con dinero tradicional y con criptodivisas. Si la sustitución es grande pero la interconexión es débil, entonces la política monetaria puede perder eficacia, además de que el uso de monedas digitales también podría plantear una serie de cuestiones técnicas relacionadas con la definición adecuada de los agregados monetarios, planteando retos a la aplicación de la política monetaria.

La aparición de la tecnología de contabilidad distribuida podría plantear un desafío hipotético a los bancos centrales, no a través de la sustitución de un banco central por otro tipo de organismo central, sino principalmente porque reduce las funciones de un organismo central y, en casos extremos, inducen su desaparición, debido a que el papel de las autoridades monetarias centrales que emite una moneda soberana podría verse disminuido por los protocolos para emitir monedas no soberanas que no son responsabilidad de ninguna institución central. Cabe mencionar que hasta cierto punto los bancos centrales ya emiten "moneda digital" en que los saldos de las reservas sólo existen ahora en forma electrónica y son pasivos del banco central, como ocurrió en los Estados Unidos con los famosos QE<sup>8</sup>. El impacto en el accionar de la política monetaria, sin embargo, dependerá en gran medida del

---

<sup>8</sup> Quantitative easing (flexibilización cuantitativa): es un programa de estímulo monetario no convencional que se caracteriza por la compra de deuda pública y privada a modo de inversión por parte del Banco Central y en el que se gastan millones de unidades monetarias, con el fin de aumentar la rentabilidad de los valores adquiridos y reducir la inestabilidad en los mercados. En algunos casos ha consistido en la erogación de importantes sumas de dinero por valores "basura".

nivel de desarrollo digital que posean las economías para poder operar bajo monedas virtuales.

Ben Fung y Hanna Halaburda (2016) mencionan que existe un interés creciente en las monedas digitales ante el potencial que tienen para la realización de transacciones a mayor velocidad, ante esto las autoridades públicas y en especial los bancos centrales están siguiendo de cerca la evolución en la utilización de estas monedas como mencionan estos autores, una cuestión relevante es si las autoridades monetarias deben emitir su propia moneda virtual de curso legal con el fin de contrarrestar la popularización de monedas privadas y no perder el control de la emisión ni del valor de la misma.

Ante esta cuestión, se obtuvieron los siguientes puntos:

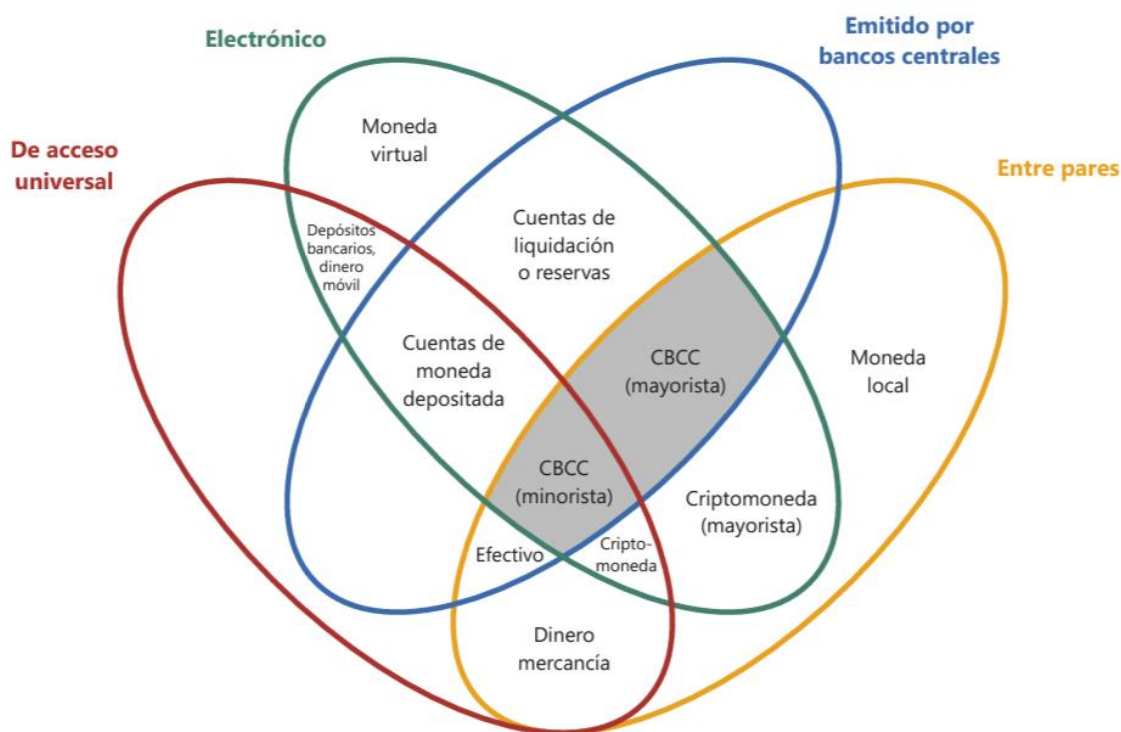
- Un banco central primeramente deberá explorar los argumentos en pro y en contra de emitir su propia moneda virtual y evaluar los efectos sobre la economía y el sistema financiero de tal decisión, de hacerlo de forma discrecional, se generaría una gran incertidumbre provocando que los usuarios trasladen su riqueza a monedas virtuales privadas ante la desconfianza en la de curso legal, alterando de esta forma la conducción de la política monetaria (la cual sería completamente ineficaz) y el grado de intermediación financiera, y
- El diseño y las características de la moneda digital creada por los bancos centrales podría afectar su demanda y sus probabilidades de ser sustituidos por billetes de banco y depósitos bancarios.

Los autores concluyen que es altamente probable que se sigan desarrollando tecnologías que incidan en la generación de monedas virtuales que se vayan aceptando de forma más general como es el caso del bitcoin y que llenen las brechas de sistemas de pago existentes, ante estas cuestiones las autoridades monetarias deberán evaluar la conveniencia de emitir su propia moneda digital y, en caso afirmativo, qué consideraciones debe darse a su diseño con el fin de no perder el control de la emisión monetaria ni generar una elevada incertidumbre en el sistema económico.

Como indica Javier Arriola, esta idea no es nueva, ya que en el año 2015, el Banco de Inglaterra fue el primero en considerar una emisión virtual de curso legal que en términos

sencillos sería el dinero que circula de forma tradicional, pero en una base digital. Por tanto, su diferenciación de las criptomonedas privadas radicaría que serían emitidas y respaldadas por bancos centrales. Entre las naciones que están pensando en la introducción de estas tecnologías se encuentran: Banco de Inglaterra, que cuantificó los potenciales efectos macroeconómicos de las criptomonedas emitidas por bancos centrales, y además, ha teorizado sobre su aplicación, retos e implicaciones; Banco de Estonia, Banco de Japón y Banco Central Europeo, Banco de Suecia, la Reserva Federal, Canadá, Rusia, China y Rusia.

Ilustración 13 Taxonomía de dinero



Fuente: Morten Bech y Rodney Garratt (2017, pág. 5)

Bech y Garratt (2017) presentan una nueva taxonomía del dinero la cual se basa en cuatro categorías generales: el emisor, el cual puede ser centralizado es decir un banco central o tener una estructura descentralizada como las actuales criptomonedas; forma, la cual habla de su tangibilidad; mecanismo de transferencia, es decir usa una red centralizada o descentralizada y distribuida y accesibilidad. De acuerdo a esta nueva taxonomía que los autores proponen, se define la posibilidad de una emisión de moneda virtual por parte de las autoridades monetarias de los países, existiendo dos tipos de dinero: “un instrumento de pago

orientado al consumidor y disponible de forma general, que se utilizaría en transacciones minoristas, y un token de liquidación digital de acceso restringido para aplicaciones de pago mayorista” (Bech & Garratt, 2017, pág. 2).

En este marco, John Barrdear y Michael Kumhof (2016) estudian las consecuencias macroeconómicas de que un banco central emita su propia moneda digital universalmente accesible y que genere rendimientos a través de la distribución de libros de contabilidad (CBDC). Este estudio se lleva a cabo mediante un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DSGE por sus siglas en inglés) cuya calibración en Reino Unido coincide con el periodo post-crisis en los Estados Unidos, se asume que la moneda digital centralizada es un sustituto imperfecto de los depósitos bancarios en la prestación de los servicios de transacciones monetarias, y que los modelos de depósitos bancarios como ser creado mediante préstamos o compras de activos. En este trabajo se considera un escenario en el cual la emisión de moneda virtual del banco central es igual al 30% del PIB, esta magnitud es elegida porque refleja porcentajes similares a las magnitudes de QE realizadas por diversos bancos centrales a lo largo de la última década.

Los resultados del modelo muestran esta opción de política monetaria tiene efectos beneficiosos, entre los que se destacan: un aumento en el nivel de estado estacionario del PIB de casi un 3%, debido a las reducciones en las tasas de interés reales, en las tasas impositivas y en los costos de transacción monetaria; un régimen de moneda virtual centralizada puede contribuir a la estabilización del ciclo de negocios, dando a las autoridades el acceso a un segundo instrumento de política que controla la cantidad o el precio, incidiendo en una mayor eficacia en respuesta a choques de demanda y creación de dinero privado; y un entorno de mayor estabilidad financiera. Entre las cuestiones negativas los autores encontraron que principalmente se concentran en la existencia de riesgos que entraña la transición a un régimen monetario y financiero tradicional a uno digital. Los autores concluyen que la única condición necesaria para asegurar que estos beneficios sean suficientemente amplios y se extiendan a todo el sistema económico es que la emisión sea estacionaria y limitada.

Pablo Andrés Rivas (2016) es escéptico de que los países puedan adoptar una moneda virtual como medio de pago de curso legal, en el análisis que realiza para la economía colombiana,



debido a que la soberanía monetaria constituye la principal barrera al uso generalizado de una criptomoneda. De lo anterior, se deduce que ante los riesgos que conlleva el uso de monedas virtuales coexistiendo con las monedas de curso legal, se hace necesario que las autoridades asuman una postura regulatoria, al adaptar las diferentes herramientas de política monetaria para moldearse a los requerimientos del nuevo instrumento en el mercado, como ha ocurrido en el pasado o el surgimiento de monedas virtuales que se encuentren relacionadas con el dinero fiduciario y que sean capaces de permitir la interacción con la economía real.

### **2.3 Sector Público y Democracia.**

“La relevancia e importancia de la administración pública es superior a la de cualquier otro sector económico, organización o movimiento social, ya que es el responsable de asegurar el crecimiento sostenido y estable de una nación, aumentar el bienestar de sus ciudadanos e impulsar medidas que favorezcan la creación de empleos de calidad y una óptima distribución de la renta y riqueza disponibles”. (Kuchkovsky, 2017, pág. 94).

La diversidad política, social, económica y las nuevas exigencias de los ciudadanos en la actualidad, han sobrepasado los modelos tradicionales de gobernanza y se encuentran pujando por la generación de un nuevo modelo de administración pública, un rol renovado para el sector público; que lo identifique como un regulador, no intrusivo, inteligente, proactivo y defensor de las libertades e igualdad de oportunidades; donde el establecimiento del entorno regulatorio, facilite los negocios y propicie ambiente adecuado para su desarrollo.

Las nuevas exigencias, buscan un gobierno transparente, rápido, eficaz, integrado y que promueva la participación de los ciudadanos; donde para el cumplimiento de estos objetivos, la tecnología blockchain podría ser uno de los instrumentos necesarios.

“La tecnología propiciaría que los ciudadanos, empresas y organizaciones civiles puedan acceder a información relevante, mejorar los servicios públicos y participar en la toma de decisiones de manera más activa”. (Kuchkovsky, 2017, pág. 95). La cadena de bloques aportaría:

Tabla 3 Aportaciones

<b>Integridad</b>	Otorga transparencia total, recuperando confianza pública en las instituciones políticas.
<b>Poder</b>	Los ciudadanos pueden exigir que las acciones del gobierno se presenten en el registro inalterable e incorruptible (cadena de bloques).
<b>Valor</b>	Otorga transparencia y descentralización en procesos de votación, agregando credibilidad
<b>Privacidad y otros derechos protegidos</b>	Con blockchain se pueden registrar derechos de autor, organizar reuniones e intercambiar mensajes de forma privada y anónima; evitando interferir de manera arbitraria en la privacidad de los ciudadanos, que no se censure y que se impida el derecho a reunión, entre otros.
<b>Seguridad</b>	Registraría todas las pruebas de uso indebido de la fuerza por parte de los miembros de las fuerzas del orden, y éstas no podrían ser ocultas.
<b>Inclusión</b>	Puede incluir a todos los ciudadanos, reconocerles como personas ante la ley y garantizarles acceso equitativo a servicios públicos y seguridad social.

Fuente: Elaboración propia con base en (Don Tapscott, 2017)

Hasta la fecha, se han lanzado iniciativas para digitalizar procesos, pero digitalizar no significa transformar; transformar es repensar y modificar los procesos reales operativos en un mundo que ya es digital, es ahí donde la tecnología de cadena de bloques presenta ser disruptiva (Kuchkovsky, 2017, pág. 95), ya que representa una total transformación de procesos imperantes y la generación de nuevos recursos y métodos.

### 2.3.1 Aplicaciones.

Las aplicaciones dentro del sector público son las siguientes:

- Incluir datos oficiales (pasaporte, acta de nacimiento, de matrimonio, de defunción, licencia, carné de salud, títulos de propiedad, credencial de elector, registros mercantiles, condición fiscal, laboral, expedientes académicos, etc.) que existen en diferentes bases de datos en una, permitiendo es esa forma ofrecer servicios integrados, sin necesidad de pasar por un procesamiento central. Según Melanie Swan, fundadora del Institute for Blockchain Studies, “la integración facilitará acontecimientos de la vida como el matrimonio; permitiendo vincular en el contrato matrimonial una cuenta de ahorro común, contrato de cuidado de los hijos, escrituras de propiedad y cualquier otro tipo de documentos.” (Don Tapscott, 2017, pág. 293).

- Registro y administración de documentos con transparencia, donde cada ciudadano verifique datos en la red por sí mismo y no a través de funcionarios.
- Registro de dispositivos inteligentes en la cadena de bloques para gestionar vida útil de edificios, espacios de trabajo y equipamiento, entre otros.
- Gestionar infraestructuras de energía, agua, medio ambiente, educación, salud, etc.
- Permitir que los contribuyentes tengan conocimiento completo sobre el destino de recursos, su uso y resultados de programas, garantizando responsabilidad en el uso de fondos públicos.
- A través de contratos inteligentes, definir funciones y responsabilidades de representantes públicos, permitiendo medir el grado de compromiso y cumplimiento de funciones.
- Generar información pública exacta, inalterable y de libre acceso, que permita al ciudadano saber quién se comporta con integridad y quién no (donaciones a campaña, cumplimiento de compromisos, violaciones en los términos de contratos inteligentes, etc.), posibilitando saber si las demandas de la ciudadanía son razonables y no reaccionarias. (Don Tapscott, 2017, pág. 301).
- Nuevos modelos de identidad digital.
- Redefinición de sistemas de justicia, sanidad, educación y hacienda. (Kuchkovsky, 2017, pág. 96).

Estonia es el país considerado como líder en gobierno digital y segundo en índices de progreso social<sup>9</sup>. Ha diseñado un modelo de gobierno descentralizado, con apertura, integración y seguridad cibernética. Los residentes tienen acceso a información y servicios en línea, hacen uso de identidades digitales, utilizan carné de identidad para acceder a servicios del estado y viajar por la Unión Europea, y del mismo modo usan carnés para votar, actualizar datos fiscales, solicitar beneficios de seguridad social y de transporte público, los estudiantes pueden visualizar trabajos, currículos y cursos en línea, y en el sector salud se registra en tiempo real la información sanitaria en un archivo único para cada ciudadano, por otro lado, las votaciones se realizan por internet y existe un registro inmobiliario electrónico.

---

<sup>9</sup>[www.socialprogressimperative.or/data/spi#data\\_table/countries/com6/dim1,dim2,dim3,com9,idr35,com6,idr16,idr34](http://www.socialprogressimperative.or/data/spi#data_table/countries/com6/dim1,dim2,dim3,com9,idr35,com6,idr16,idr34).

Otros casos de gobiernos pioneros con la tecnología blockchain son:

Tabla 4 Gobiernos digitales en el mundo

PAÍS	APLICACIÓN
<b>REINO UNIDO</b>	Explora el uso para pagar y monitorizar becas de investigación, y realiza pruebas de concepto con personas que reciben pago de asistencia social con resultados exitosos
<b>SINGAPUR</b>	Combate fraude en relaciones entre comerciantes y bancos
<b>DUBAI</b>	Para el año 2020 planea trasladar todos sus documentos a blockchain y no volver a emplear papel, actualmente aplica la tecnología de bloques para registros de salud, comercio de diamantes, registro de transferencia de títulos, registro de empresas, testamentos digitales e impulso al turismo.
<b>AUSTRALIA</b>	Investiga su uso en casos relacionados con las comunicaciones gubernamentales, seguridad cibernética, logística, y en seguridad pública busca que videos filmados por la policía se almacenen en una cadena de bloques para que no sean alterados; de igual forma estudia su uso para monitorización del uso correcto de los fondos públicos.
<b>GEORGIA, GHANA, HONDURAS, RUSIA Y SUECIA</b>	Exploran proyectos para registrar títulos de propiedad.

Fuente: (Kuchkovsky, 2017)

### 2.3.2 Democracia.

El proceso característico de la democracia representativa son las elecciones. Sin embargo en la actualidad existe un panorama internacional de crisis de legitimidad, dada la existencia de sistemas electorales que fallan, funcionarios corruptos que manipulan resultados de elecciones o manipulación electoral, entre otros. Y donde hasta el momento, el internet no ha logrado mejorado la democracia, al contrario, de la mano con regímenes autoritarios ha fomentado violaciones de privacidad.

En la actualidad la ciudadanía exige un nuevo paradigma de gobierno, que se rija por la rendición de cuentas y la transparencia en la gestión, y que fomente la participación ciudadana para el diseño y ejecución de políticas. Se demandan sistemas de votación seguros, justos y fáciles, que vía la tecnología blockchain se pueden alcanzar. “El carácter descentralizado de la cadena de bloques permite dar una respuesta a una de las mayores deficiencias de las plataformas actuales, que al estar basadas en sistemas centralizados y gobernados por una única fuente no garantizan inalterabilidad” (Don Tapscott, 2017, pág.

101), ya que en un sistema así la confianza en el administrador central es fundamental y es ésta la mayor deficiencia de la relación representantes-ciudadanía.

Blockchain descentraliza la responsabilidad y la dispersa entre los nodos participantes, que son los que logran el consenso, y permite auditabilidad, ya que se pueden incluir nodos públicos, de auditores e incluso de medios de comunicación que podrían comunicar en tiempo real al público interesado. Otro factor relevante es que ofrece anonimato por diseño.

Dichas características coinciden con las que el voto online debe garantizar:

- Autenticación para verificar identidad del votante.
- Anonimato, que elimina la posibilidad de trazabilidad del voto
- Auditabilidad del proceso y la plataforma
- Inalterabilidad del voto. (Kuchkovsky, 2017, pág. 100).

En un sistema de votación electrónica con la tecnología blockchain, se tiene conocimiento pleno de cuando una autoridad electoral intenta modificar o alterar resultados. Al momento de votar, los votantes reciben a cambio un comprobante que les permite comprobar que su voto ha sido depositado como ellos desearon, que ha quedado registrado en el mismo momento de depositarlo y que ha sido contado en el mismo momento del registro. (Don Tapscott, 2017, pág. 30).

La tecnología blockchain se presta de igual modo para el desarrollo de nuevas herramientas democráticas como:

Tabla 5 Aplicaciones al aparato burocrático.

HERRAMIENTA	
COOPERACIÓN DIGITAL	Funcionarios públicos y ciudadanos podrán reunirse en línea para debatir en tiempo real sobre cuestiones y necesidades políticas. El consenso se logra por sistemas de votación
CONCURSOS	Competiciones en línea con jurado, con la finalidad de que los ciudadanos se comprometan con la innovación y creación de valor público
JURADOS Y TRIBUNALES CIUDADANOS EN LÍNEA	Ciudadanos elegidos al azar ejercen el papel de jurado o de asesor en un asunto. El jurado usa internet para compartir información, hacer preguntas, debatir y escuchar a los testigos. Los sistemas de reputación basados en <u>Blockchain</u> , permitirán a los interrogadores conocer los antecedentes y reputación de miembros del jurado. Las decisiones y actas quedan registradas en la <u>blockchain</u> .
PLANEACIÓN DE ESCENARIOS	Construcción de escenarios con programas informáticos de simulación y creación de modelos para proyectar necesidades futuras.

Fuente: (Don Tapscott, 2017).

## 2.4 Sector Salud.

Las administraciones sanitarias y la industria farmacéutica en la actualidad enfrentan grandes retos de transformación y adaptación frente a una sociedad instantánea, dinámica, informada y que exige procesos con transparencia. El panorama actual incluye un incremento del gasto sanitario, búsqueda de mayor eficiencia y la búsqueda de una mejora constante del servicio del paciente, donde éste sea el centro de la atención y se le empodere. Para generar una evolución de la situación actual se requiere el trabajo conjunto de todos los actores del sector salud: industrias farmacéuticas, distribuidores, centros hospitalarios y prestadores médicos y farmacéuticos.

*Ilustración 14 Atención centrada en paciente*



*Fuente: (Capgemini, 2017, pág. 5).*

Las aplicaciones de la blockchain que funcionarían como puente de transformación para el sector salud son numerosas, buscando sustituir tecnologías que actualmente enfrentan limitaciones relacionadas con seguridad, privacidad, interoperabilidad y con el estado de los registros de atención médica; que se encuentra desarticulado y cerrado. Se requiere resolver problemas como la “falta de operaciones logísticas, detección de fraudes en medicamentos, la necesidad de información incorruptible, y los requerimientos del paciente por información precisa sobre su historial médico, tratamientos y la utilización de sus datos”. (Kuchkovsky, 2017, pág. 69).

### **2.4.1 Aplicaciones.**

La tecnología blockchain propone importantes cambios estructurales para el sector, que buscan mutar la situación actual a modelos más eficientes, seguros y que signifiquen una baja de costos administrativos.

Busca eliminar la fricción y los costos de intermediarios actuales, y mejorar la integridad de la información; generando una base de datos descentralizada, des-intermediando de esta forma la confianza. La des-intermediación generaría un sistema más eficiente y seguro, donde todos los participantes o nodos tendrían acceso total al libro mayor distribuido. Actualmente existen pruebas de concepto para la generación de un marco distribuido para identidades digitales del paciente, y los involucrados en el sistema, que utiliza identificadores públicos y privados asegurados criptográficamente, y en “donde los contratos inteligentes crean un método consistente y basado en reglas para acceder a los datos del paciente” (Deloitte, 2016, pág. 4).

El contar con datos juntos y accesibles (base de datos única), “mejoraría la calidad y coordinación de la atención sanitaria, las posibilidades de utilizar datos anonimizados para impulsar la investigación, disminuiría los costos y riesgos asociados a contener información en diversas fuentes, y empoderaría a los pacientes al darles control y propiedad de sus datos”. (Arribas, 2018, pág. 30). Aunado a esto, un mejor intercambio de datos entre proveedores de servicio y pacientes, significaría diagnósticos más precisos, tratamientos efectivos y sistemas de prevención autónomos, y permitiría que todo interesado dentro de la red, tuviera acceso a información y datos sin poner en riesgo la integridad de ésta.

Otra innovación importante tiene que ver con las cadenas de suministro, donde se busca prevenir la falsificación de medicamentos, al trazarlos a lo largo de toda la cadena; autenticando el origen, distribución y el ciclo de vida de los medicamentos. La trazabilidad se logra, ya que el sistema cada vez que un medicamento es fabricado, genera un hash que proporciona toda la información relativa a la fabricación y componentes, y cada vez que un agente interacciona con este medicamento, se vuelve a generar otro has vinculado al anterior, agregando más información a la cadena.

Se presentan a continuación algunos de los principales beneficios para el sector:

Tabla 6 Beneficios para el sector

Beneficios para el sector salud	
Cadena de suministro	Mejorar integridad y trazabilidad de cadenas de suministro. Blockchain agregaría capa adicional de integridad del producto (medicina)
Verificación de medicamentos	Capacidad de verificar la autenticidad de medicamentos en el momento de la dispensación
Control de acceso	A registros de salud electrónicos compartidos. Blockchain contendrá los datos y los contratos inteligentes definirán y harán cumplir las reglas de acceso al contenido. Además proporciona un registro irrevocable de todos los eventos que han sufrido los datos.
Reembolso	Contribuyentes y proveedores de atención médica podrían usar e intercambiar datos más fácilmente para verificar la cobertura del seguro, disminuyendo el nivel de costo administrativo
Pruebas Clínicas	Podría ayudar a que los ensayos clínicos sean confiables en cada paso al realizar un seguimiento y sellado del tiempo en cada fase.

Fuente: (COCIR, 2017, pág. 8)

A continuación se presentan los casos de aplicación en la actualidad:

Tabla 7 Aplicaciones en el sector salud

INICIATIVA /DESARROLADORA	APLICACIÓN
Blockverify	Desarrolla servicios sobre transparencia en las cadenas de suministro de diversas industrias
Isolve y BlockRx	Protección de información confidencial de nuevos medicamentos y la eficaz distribución de los mismos a lo largo de toda la cadena de suministros
Blockchain Health Co.	Iniciativa que busca establecer relación directa entre pacientes e investigadores, logrando gestionar adecuadamente la información sensible y el acceso a datos de pacientes
The Block Rx Project	Explora posibilidad de recopilar datos de pacientes tanto para reducir costos como para acelerar resultado de investigaciones a través de la expansión de un conocimiento conectado y distribuido.
Guardtime	Garantizar seguridad y a la vez constante actualización de historias médicas de los ciudadanos mediante base de datos descentralizada.
Health Nautica	Mejorar gestión y verificación de tratamientos en pacientes
Pokitdok	Conecta entre sí a pacientes y médicos con el fin de ofertar y contratar servicios directamente
Block M.D y Medibloc	Creación de plataformas de almacenamiento de datos médicos.
Carechain	Proporciona software y servicios de documentación médica para clínicas ambulatorias y consultorios médicos

Fuente: (Kuchkovsky, 2017, pág. 68)



Las iniciativas se pueden agrupar en 7 tipos:

- Infraestructura de datos de salud
- Gestión de registros personales de salud
- Análisis de salud
- Dispositivos médicos
- Identidad
- Cadena de suministro
- Medicina digital.

Donde las principales desarrolladoras son: Deep Mind Health, Factcom, Bloq, Hyperledger, Gem, Guardtime, Bitmark, Luna, You base, Tryo, Medibloc, Proofwork, Hearsy, docai, Enigma y Astri, entre otras.

Para poder materializar los múltiples beneficios de la tecnología, la creación de una blockchain privada que funja como única “base de datos” o registro compartido resalta indispensable a la vista, y ésta deberá permitir las siguientes acciones:




- Acceso por parte del paciente a sus datos médicos desde cualquier sitio y dispositivo conectado a internet.
- Acceso por parte de cualquier consumidor de la red, siempre que éste hay sido permitido por el paciente o centro médico.
- Acceso a datos anónimos de forma agregada para investigación. (Arribas, 2018, pág. 32).

Como ejemplo, Grant Thornton (firma de servicios de auditoría), investiga prueba de concepto, que busca mejorar la gestión de información clínica de pacientes; otorgándoles el derecho a decidir quién accede a sus datos, y garantizar la integridad, privacidad y consistencia de la información, y del mismo modo, busca facilitar el intercambio de datos.

La blockchain almacena información sobre el estado de una historia clínica, y adicionalmente metadatos que indican los permisos de acceso a los historiales, donde dichos permisos se otorgan y revocan mediante el uso de contratos inteligentes. La información se clasifica en dos segmentos; el primero, conformado por datos estándar como sexo, dominancia, fecha de nacimiento, entre otras; y el segundo conformado por información exclusiva, como

procedimientos, tratamiento, plan de observación, etc. La información estándar o de “superficie” no es protegida, y permitirá a organizaciones de atención médica y a instituciones de investigación acceder a un conjunto de información que les permita generar nuevo conocimiento. Blockchain puede almacenar dos tipos de información; los datos en cadena, que se almacenan directamente en la cadena de bloques y los datos “fuera de cadena”, con enlaces almacenados en la cadena de bloques que actúan como punteros a la información almacenada en bases de datos separados y tradicionales (imágenes rayos x, IRM, etc). A continuación se presenta un cuadro que explica pros y contras de cada tipo de datos:

Ilustración 15 Datos pros y contras

	<b>DENTRO DE LA CADENA</b>	<b>FUERA DE LA CADENA</b>
<b>TIPO DE DATOS</b> 	Campo de datos estandarizados que contienen información resumida en forma de texto.	Detalles médicos expansivos y tipo de datos abstractos.
<b>PROS</b> 	Datos inmediatamente visibles y accesibles a todas las organizaciones conectadas.	Almacenamiento de cualquier formato y tamaño de datos.
<b>CONTRA</b> 	Limitado en el tipo y tamaño de datos que pueden almacenarse.	-Datos no inmediatamente v i s i b l e s que requieren acceso a cada sistema fuente.  -Potencial de deterioro de la cadena de bloques.

Fuente: (Deloitte, 2016, pág. 5).

El procedimiento indica que “cuando una persona acude a consulta, el médico solicita la última versión de historial médico (para ello la red verifica que el historial ha sido autorizado por el paciente para acceder), una vez atendido el paciente, el colegiado actualiza la historia clínica y en blockchain se produce una transacción indicando el nuevo estado de ese historial; adicionalmente se informa al resto de nodos que ha ocurrido una actualización” (Arribas, 2018, pág. 14).

De esta forma el sistema permitirá que los historiales médicos converjan entre el sector público y privado, y garantizará el cumplimiento de los proveedores con las normativas imperantes referentes a la protección de datos.

Se presenta a continuación un esquema que ilustra el funcionamiento técnico del sector con la implementación de la tecnología blockchain:

Ilustración 16 Funcionamiento sector salud



Fuente: (Deloitte, 2016, pág. 4).

Dentro de los retos y consideraciones para la aplicación de la tecnología, encontramos dificultades como: carencia de madurez, cuestiones organizativas y culturales asociadas al establecimiento de nuevos roles y responsabilidades; una serie de características intrínsecas que generan dudas en cuestiones legales, y el alto consumo de energía, entre otros. A continuación se presenta un cuadro que expone diversas dificultades técnicas:

Tabla 8 Retos y consideraciones

Retos y consideraciones de implementación
Restricción del volumen de transacciones (Bitcoin realiza 7 transacciones por segundo). Se requiere evolución de la tecnología para agilizar tiempos de transacción
Se debe considerar qué información se almacenará dentro o fuera de la cadena de bloques. Para la información que va dentro, la preocupación inmediata es el tamaño de la información, ya que una presentación de datos de forma libre podría generar tamaños de transacción innecesariamente grandes, que podrían afectar al rendimiento de la cadena. Se debe estandarizar datos almacenados y gestionar rendimiento.
Desconocimiento de costo de operación del sistema
Alto costo de potencia informática

Fuente: (Arribas, 2018, pág. 23).

Como se trata de una tecnología en plena evolución, deja interrogantes acerca del costo de implementación y de operación, así como consideraciones respecto al alto costo de potencia informática y velocidad de transacciones. En otro sentido, al ser una tecnología disruptiva

promete transformar el sector salud y su funcionamiento, empoderando al paciente haciéndole tenedor de sus datos e información y otorgándole el control de acceso.

Para lograr una mutación de los sistemas operativos heredados, resulta necesaria la creación de una base de datos compartida que garantice el acceso generalizado y la adición de información a la cadena por parte de los nodos (centros hospitalarios, profesionales médicos, paciente, etc.); el contar con una fuente de información universal, que permita que la información médica (historiales) converja del sector público al privado y viceversa, garantizará información completa y precisa que apoyará a la realización de diagnósticos y tratamientos más certeros y personalizados. Por otro lado, se facilitará el acceso (previamente autorizado) a centros de investigación hacia datos que les apoyen a generar nuevo conocimiento, disminuyendo costos y riesgos asociados a no tener información. Otros beneficios tienen que ver con el control de los medicamentos a lo largo de la cadena de suministro, evitando así la falsificación y fraude; con la mejora de integridad de datos, desintermediación de la confianza y descentralización de la información. Del mismo modo, la creación de un marco distribuido de identidades digitales del paciente, significa un método de protección de identidad, donde acompañado del uso de contratos inteligentes se crea un método consistente para el acceso a datos. Finalmente, para cuestiones administrativas, el uso de la tecnología significaría una reducción de costos, al eliminar intermediarios actuales; y una optimización en la gestión y facturación de servicios de instituciones privadas, favoreciendo el conocimiento sobre el estatus de pólizas de seguro en tiempo real. Al general un ecosistema digital que favorezca el flujo de información, se apoyará a instituciones y dependencias médicas a tomar mejores decisiones; y a profesionales de la salud a ofrecer un servicio completo, personalizado y de calidad a los beneficiarios o pacientes.

## **2.5 Conclusiones del capítulo.**

En el capítulo se expusieron los sectores más relevantes en relación al impacto de la tecnología Blockchain. Se consideraron el sector financiero, el de criptomonedas y banca central, sector público y democracia, y por último, el sector salud.

Para el sector financiero, los mayores beneficios devengados de la implementación de la tecnología se ven traducidos en una simplificación operacional, incremento de la eficiencia y velocidad de las transacciones, la eliminación de terceros que a su vez genera disminución

de costos y minimización del fraude, esto permitiendo rastrear proveniencia de activos y completo acceso al historial de transacciones. Por otro lado, mediante la implementación de contratos financieros inteligentes, se generará una automatización de procesos; disminuyendo costos de contratación y cumplimiento por ejemplo. Para el mercado de capitales, las transformaciones estructurales de mayor relevancia, tienen que ver con el aprovisionamiento del mercado, almacenamiento de datos, eliminación de asimetrías de información y la prevención del lavado de dinero y financiamiento del terrorismo mediante el mecanismo (Know Your Client), otorgando detalles del cliente en tiempo real. Respecto a los retos que enfrenta el sector, encontramos los costos de implementación, la aceptación generalizada, el alto consumo de energía y la normalización global. Para el núcleo de criptomonedas y Banca Central, la creación de monedas virtuales como Bitcoin; que refiere ser la más representativa en la actualidad, han generado mayor velocidad de transacción, eliminación de intermediarios y de asimetrías de información, así como la inclusión de agentes antes no considerados “aptos” para entrar en el sistema financiero. El punto de análisis en la actualidad, tiene a Bancos Centrales analizando la opción de emitir monedas virtuales de curso legal, explorando argumentos en pro y contra, y consideraciones de diseño e implementación.

Para el sector público, los beneficios se centran en el acceso abierto a la información, permitiendo medir eficiencia y honestidad de los representantes, pleno conocimiento del destino de recursos públicos, e incluso el uso de contratos inteligentes para “programar” el uso de los mismos. La tecnología permitirá de igual modo generar una base de datos universal, facilitando su acceso y garantizando la inmutabilidad; por otro lado se generarán nuevos modelos de identidad digital y se redefinirán los sistemas de justicia, educación, salud y hacienda, entre otros. Los efectos de la tecnología en la democracia, traerán votaciones seguras, justas y fáciles, creando un sistema de votación electrónica, capaz de detectar cuando alguna autoridad o algún nodo intenten tergiversar los resultados, respondiendo al máximo problema de los actuales sistemas descentralizados: la inalterabilidad. Por último, para el sector salud, la tecnología busca aglomerar la información médica en una sola base de datos descentralizada, que aumente la calidad y coordinación de la atención médica; optimizando la gestión de costos, elevando la eficacia de operaciones logísticas y arrojando información incorruptible, transparente y actualizada.

Como se ha visto, para todos los sectores los beneficios son múltiples y variados, sin embargo la tenencia de información incorruptible, las bases de datos universales, disminución de costos, aumento de la eficiencia y la desintermediación de la confianza son comunes. El carácter disruptivo de la tecnología blockchain promete modificar sus estructuras y revolucionar las formas y procesos; acompañada del uso y aplicación de contratos inteligentes.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Hasta la fecha la tecnología Blockchain ha mostrado ser capaz de traer grandes transformaciones y beneficios para diversos sectores y núcleos de la economía, entre ellos; mayor eficiencia, disminución de costos, aumento de seguridad, desintermediación de terceros y la automatización de procesos con la utilización de contratos inteligentes; sin embargo al tratarse de una tecnología en desarrollo, trae consigo diversos obstáculos desconocidos, desafíos y un futuro poco claro, donde no por ello es desalentadora su aplicación, significa más bien un llamado al desarrollo de nuevas mentalidades, de la tecnología misma y de sistemas que acojan su correcta implementación.

La tecnología presenta grandes retos en la actualidad, entre los que se encuentran que las instituciones reguladoras y normativas y la infraestructura existente no son apropiadas y tienen un periodo largo y lento de adaptación, y que la tecnología misma carece de capacidad transaccional para su uso y aplicación generalizado, de falta de liquidez en el largo plazo, y un largo periodo de latencia, por ejemplo Bitcoin con 10 minutos. Por otro lado el cambio comportamental, donde a mayor grado de libertad mayor nivel de responsabilidad; y el alto consumo de energía que argumentan detractores de la tecnología, y que en defensa se ha expuesto que el consumo de energía se compensaría con el ahorro de toda aquella que en la actualidad se utiliza para realizar procesos manuales que podrían ser estandarizados; ejemplo claro de ello en el caso del sector financiero: arquitecturas de búnker, construcciones, sistemas de climatización, sucursales, cajeros etc.

En el caso específico de las criptomonedas, se concluye que debido a la alta volatilidad que presentan en su valor, carecen de una de las características fundamentales del dinero (depósito de valor), lo que, aunado a lo joven de la tecnología y la falta de una regulación global, les impide convertirse en un medio de pago de curso legal, como lo es el dinero en la actualidad.

Por otra parte, se ha expuesto que las blockchain quitan empleo, sin embargo, si bien la tecnología puede alterar el mercado laboral temporalmente no lo hace de manera determinista, y en conjunto crea nuevos empleos, por lo que resulta necesario comenzar a capacitar trabajadores para su pronta inserción en nuevas funciones. En el mismo sentido se habla de que los gobiernos reprimirán la tecnología o la utilizarán de manera incorrecta, y

que los tenedores del dinero, buscarán apropiarse de la red sobornando nodos; lo que se podría evitar generando una bifurcación de la cadena de bloques.

En el mismo orden de ideas, una de las grandes preocupaciones del uso de la blockchain es que la delincuencia la utilizará, sin embargo, al usar la tecnología éstos tendrían que hacer públicas sus transacciones y los gobiernos podrían tener mayor control a sí éstas fueran realizadas en efectivo. Por último, se habla de la dificultad de gestionar protocolos, ya que al no contar con un organismo de control oficial, las diferencias entre desarrolladores y adoptantes es creciente; en referencia a si el futuro son las blockchains públicas o las privadas, si debería o no aumentarse el tamaño de los bloques, o si debería restringirse su uso, y limitarlo para compras “cotidianas”, lo cierto es que debe haber puntos de acuerdo para evitar el debilitamiento de la tecnología “desde dentro”.

La pregunta ahora es: ¿cómo asimilar una tecnología con capacidad disruptiva tan brutal?

Las recomendaciones que propone el presente estudio son:

- Generar una transformación institucional que se adapte a un mundo transparente; desde la Banca Central, gobierno e instituciones educativas que doten de información sobre la tecnología.
- Desarrollo de nuevas leyes e instituciones que logren gestionar la tecnología.
- Adopción de un papel de gestión por parte de los gobiernos; que promueva la tecnología, que colabore con participantes no estatales y que obligue a las partes a actuar con transparencia.
- Generar un nuevo modelo de colaboración basado en transparencia, mérito y descentralización; para la gestión, resolución de problemáticas, creación de nuevas mentalidades y conciencia, en el cual participen de forma activa y con liderazgo los gobiernos, sector privado, académicos, desarrolladores e individuos.
- Posicionar la privacidad como elemento estructural y no opuesto a la seguridad; para generar confianza respetando la privacidad de la información de los usuarios.
- Promover la tecnología fomentando el conocimiento de su potencial y ventajas de aplicación.
- Dotar de información sobre la Blockchain al público en general para crear un “conocimiento colectivo”, apoyando así su aceptación.



- Reconocer la regulación y reglamentos actuales y adaptar con base a ello el modelo de implementación de la tecnología.
- Trabajo continuo en innovación y desarrollo de la tecnología para la resolución de problemáticas como la restricción de transacciones, alto consumo de energía y los periodos de latencia.
- Capacitar e informar a la ciudadanía para el desempeño de nuevas obligaciones, la comprensión de nuevos procesos y su correcta participación en el sistema.
- Que instituciones educativas preparen y capaciten a estudiantes para incorporarse a la nueva generación de nuevos empleos que la tecnología traerá consigo.
- Que la ciudadanía impulse la difusión del conocimiento de la tecnología, sus usos y potencial, para evitar que ésta sea “negada” por los representantes de los gobiernos.
- Incentivar la inversión en la tecnología vía difusión de información y desarrollo de estudios que demuestren su viabilidad y potencial.

La tecnología se presenta como la oportunidad de cambio de paradigma, de experimentar la autorregulación, donde nadie controla todo por completo y en la que todos son responsables, y se ha convertido en una innovación de múltiples usos y aplicaciones, ejemplo de ello es la “economía colaborativa”, que se refiere a modelos de intercambio económico en los que existe una comunicación entre iguales sobre una base tecnológica, en la cual los agentes intercambiarán valor expresado en bienes y servicios a través de plataformas digitales y los individuos pueden incluirse al mercado sin necesidad de un empleado, ejemplos de este nuevo sistema económico son Uber y Airbnb, entre otros en los cuales la propiedad de los inmuebles no es lo más relevante.

En suma, la tecnología Blockchain se trata de una innovación con capacidad disruptiva, incluyente y versátil, que cuenta con infinitos usos y aplicaciones y que viene a revolucionar no sólo industrias y sectores económicos, sino la forma en que entendemos el mundo y nuestro futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arribas, S. (2018). Blockchain en salud. *Revista de la sociedad española de información y salud*, 76.
- Barrdear, J., & Kumhof, M. (2016). *The macroeconomics of central bank issued digital currencies*. Bank of England.
- BBVA. (2016). *¿El año del despegue de la tecnología Blockchain y Bitcoin?*
- Bech, M., & Garratt, R. (2017). *Criptomoneda de bancos centrales*. BIS.
- BIS. (2015). *Digital currencies*. BIS.
- Brownworth, A. (2017). Blockchain demostración visual. Cambridge Massachusetts.
- Capgemini. (2017). Blockchain: A healthcare Industry view.
- CEEY. (2017). *El sistema financiero mexicano. Diagnóstico y recomendaciones*. México: CEEY.
- COCIR. (Diciembre de 2017). Sustainable Competence in Advancing Healthcare.
- Deloitte. (Agosto de 2016). Blockchain: Opportunities for health care.
- Don Tapscott, A. T. (2017). *La Revolución Blockchain*. Deusto.
- Equisot. (2017). La cadena de bloques. Una tecnología disruptiva con el poder de revolucionar el sistema financiero. Colombia .
- Fung, B., & Halaburda, H. (2016). *Central bank digital currencies: a framework for assessing why and how*. Bank of Canadá .
- Gorjón, S. (2014). *Divisas o monedas virtuales: el caso de Bitcoin*. Banco de España.
- Grupo de Política Pública y Regulación . (2016). Informe sobre economía colaborativa. Madrid, España .
- Hillebrand, T. (Noviembre de 2017). Key Concepts of Blockchain . Wien , Austria : PWC.
- Keerati, R. (2017). Preparing for Blockchain. EE. UU.: Berkeley.
- Kuchkovsky, C. (2017). *Blockchain: La Revolución Industrial del Internet* .
- Lewis, A. (09 de Septiembre de 2015). A gentle introduction to Blockchain Technology. EE. UU.: Brave New Coin.
- Mattila, J. (2016). The Blockchain Phenomenon. Berkeley, California, EE. UU.
- R3. (2017). Corda Solution Guide. EE. UU.
- Richard Gendal Brown, J. C. (Agosto de 2016). Corda: An introduction. EE. UU.
- Rivas Herazo, P. A. (2016). La inclusión del bitcoin en el marco de la soberanía monetaria y la supervisión por riesgos en Colombia. *Revista de Derecho Privado no. 55*, 3-36.
- Romero, F., & Buitrago, C. (2017). Blockchain. Construyendo la digitalización financiera bloque a bloque. Colombia: Tic Tac.
- Sahil Gupta, P. L. (2017). *Fedcoin. A Blockchain-Backed Central Bank Cryptocurrency*. Connecticut: Yale.
- Sutardja Center . (16 de Octubre de 2016). *Blockchain technology*. California, EE UU.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy* . O'Reilly.
- Várez Benegas, P. A. (2016). Blockchain: ¿Por qué es importante? Madrid, España : Blocklift.
- Viegas, C., & all, e. (2014). *Bitcoin: un desafío para la ejecución de políticas de la Banca Central*. Banco Central de la República Argentina .