



**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

**La adopción de la tecnología Blockchain en los mercados financieros**

Trabajo Fin de Grado presentado por Eneko Eguiguren Gómez, siendo el tutor del mismo la profesora María Dolores Oliver Alfonso

Alumno:

Vº. Bº. del Tutor:

Fdo: Eneko Eguiguren Gómez

Fdo: María Dolores Oliver Alfonso

Sevilla, Julio de 2021



**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO ACADÉMICO (2020-2021)**

TÍTULO:

**LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LOS MERCADOS FINANCIEROS**

AUTOR:

**ENEKO EGUIGUREN GÓMEZ**

DEPARTAMENTO:

**ECONOMÍA FINANCIERA Y DIRECCIÓN DE OPERACIONES**

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

**ECONOMÍA FINANCIERA**

RESUMEN:

Tras el análisis de múltiples estudios en la base de datos de Web of Science y Google Académico, además de las noticias más actualizadas acerca del tema, se ha realizado un estudio de la adopción de ésta nueva tecnología emergente en los mercados financieros y por sus actores principales.

PALABRAS CLAVE:

**BLOCKCHAIN; BITCOIN; CRIPTOMONEDAS; MERCADO FINANCIEROS**

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	4
<b>JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA</b> .....	4
1.1. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.2. OBJETIVOS .....	4
1.3. METODOLOGÍA .....	5
1.4. ESTRUCTURA .....	5
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	6
<b>EL BLOCKCHAIN</b> .....	6
2.1. NACIMIENTO, CONCEPTO Y POSIBLES APLICACIONES .....	6
2.1.1. NACIMIENTO .....	6
2.1.2. CONCEPTO .....	7
2.1.3. CRECIMIENTO Y POSIBLES APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA ....	11
2.2. LAS CRIPTOMONEDAS .....	14
2.2.1. BITCOIN .....	15
2.2.1.4. ANÁLISIS DAFO DEL USO DEL BITCOIN EN LA ECONOMÍA .....	21
2.2.1.5. BITCOIN, LA MAYOR INNOVACIÓN FINANCIERA DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL .....	22
2.2.2. ETHEREUM .....	24
2.2.2.1. LAS DIFERENCIAS DEL ETHEREUM RESPECTO AL BITCOIN .....	26
2.2.2.2. SMART CONTRACT .....	27
2.2.3. OTRAS CRIPTOMONEDAS .....	29
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	32
<b>LA ADOPCIÓN DEL BLOCKCHAIN EN LOS MERCADOS FINANCIEROS</b> .....	32
3.1. EL BLOCKCHAIN Y LAS INSTITUCIONES FINANCIERAS .....	33
3.2. LOS BANCOS CENTRALES, GOBIERNOS Y ENTIDADES INTERNACIONALES .....	37
3.3. EMPRESAS Y PARTICULARES .....	41
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	44
<b>CONCLUSIONES</b> .....	44
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	44

# CAPÍTULO 1

## JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA

### 1.1. JUSTIFICACIÓN

En pleno 2021, los conceptos como el Bitcoin, Criptomonedas o el *blockchain* están en boca de todos. Hay quién dice que estamos ante la cuarta revolución industrial que va a cambiar el mundo tal y como lo conocemos. Otros en cambio, detectan ciertos paralelismos con la burbuja de los “Puntocom” del inicio de siglo actual. Pero realmente, ¿qué ofrece la tecnología *blockchain* a los mercados financieros? ¿cómo ha sido la adopción de la tecnología por parte del mercado financiero?

### 1.2. OBJETIVOS

Para poder analizar el análisis más a fondo vamos a marcar los siguientes objetivos:

- Entender el porqué del nacimiento de la tecnología y sus posibles aplicaciones.
- Analizar más a fondo el concepto de la tecnología *blockchain*.
- Comprender el uso de las criptomonedas a través de los ejemplos del Bitcoin y el Ethereum.
- Analizar la importancia del *blockchain* en los próximos años.
- Estudiar el impacto del Bitcoin en la economía.
- Entender el posible uso del Ethereum en la economía y los mercados financieros mediante los *Smart contract*.
- Analizar la adopción de la tecnología *blockchain* en el mercado financiero.
- Analizar la adopción de la tecnología *blockchain* por los diferentes actores del mercado financiero.
- Ejemplos de varias instituciones financieras para estudiar la adopción del *blockchain* por parte de las instituciones financieras.
- El uso de ejemplos de actualidad como el caso de El Salvador para estudiar las ventajas para ciertos países emergentes.
- Ejemplos de varias empresas líderes a la hora de adaptar sus servicios a la cadena de bloques.

Siguiendo los objetivos marcados, vamos a intentar sacar una conclusión sobre su potencial y su adopción en los mercados financieros.

### 1.3. METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo vamos a emplear múltiples estudios científicos publicados en Web Of Science y en la red. Vamos a analizar los diferentes informes realizados por parte de las instituciones que conforman el mercado financiero, así como de los bancos mundiales y estatales.

Vamos a tener en cuenta los informes de diferentes auditorías o organizaciones que tratan de guiar a la sociedad mediante consultas realizadas a empresas o a la población.

Por último, vamos a tener en cuenta las últimas noticias más relevantes y destacadas, ya que, al tratarse de un tema de gran actualidad, hay muchos cambios de última hora.

### 1.4. ESTRUCTURA

Para poder realizar el trabajo, vamos a dividirlo en los siguientes apartados.

Después de realizar la justificación, la presentación de los objetivos, metodología y estructura en este capítulo, en el siguiente capítulo 2 analizaremos el *blockchain* en su conjunto para entender su nacimiento, sus posibles aplicaciones, así como el estudio de los derivados más relevantes surgidos de esta tecnología hoy en día, como son las criptomonedas, y más concretamente, el Bitcoin y el Ethereum.

Para posteriormente en el capítulo 3, hacer un análisis más a fondo de la adopción del *blockchain* por parte de los actores principales de los mercados financieros. Para ello, lo dividiremos en tres partes, estudiando su adopción por parte de las instituciones financieras en el primer punto. Posteriormente la adopción de los bancos mundiales, gobiernos e instituciones internacionales. Para finalizar con la parte de las empresas y particulares.

En el capítulo 4, al final trataremos de hallar unas conclusiones derivadas de todo el trabajo anteriormente realizado.

## CAPÍTULO 2

# EL BLOCKCHAIN

### 2.1. NACIMIENTO, CONCEPTO Y POSIBLES APLICACIONES

#### 2.1.1. NACIMIENTO

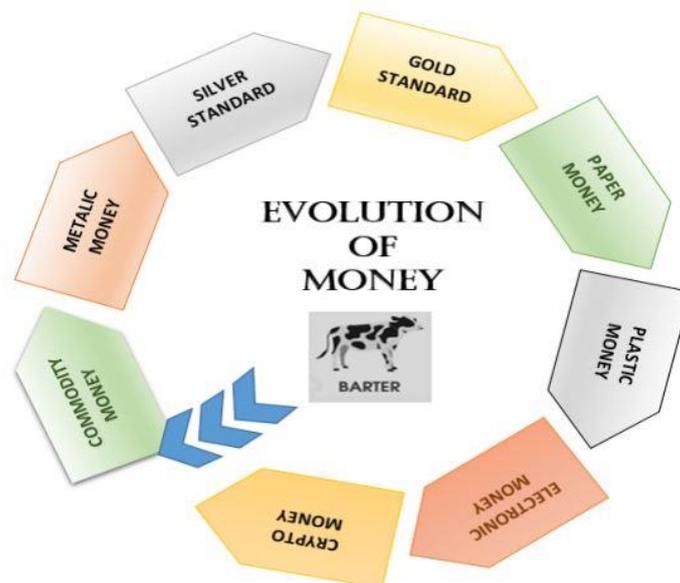
El nacimiento de la moneda o el dinero es una solución que nace siglos más tarde para dar solución al trueque, práctica que existe desde el periodo neolítico (Palencia Ramírez, 2019).

Para Karl Marx, el intercambio tiene que darse entre dos bienes con un valor equivalente. Ninguna tercera parte debe interferir para determinarlo, ya que dicho valor se debe determinar objetivamente (Marx, n.d.).

Como se observa en la figura 1, la moneda, según Taskinsoy (2020) ha pasado por 7 etapas claves, siendo la última etapa las criptomonedas.

Figura 1

*La evolución de la moneda*



Tomado de *Bitcoin Nation: The World's New 17<sup>th</sup> Largest Economy* (p.5), por Taskinsoy 2021, UNIMAS

En la séptima etapa situamos a la tecnología *blockchain* y las criptomonedas. En esta última fase, podríamos afirmar que la moneda intenta volver a los orígenes del trueque, eliminando esa tercera figura “vigilante”. El *blockchain* tiene el potencial para transformar economías y sociedades, reduciendo o eliminando la necesidad de confianza de terceros (Clemons et al., 2017).

Las recesiones son un fenómeno recurrente en las economías desarrolladas. Según el artículo realizado por el Banco Central Europeo “*Money and credit growth after economic and financial crises – a historical global perspective*” hubo 87 recesiones de países avanzados en el periodo del 1960 hasta el 2010, teniendo en cuenta 12 países de la Euro zona y otros 11 países del OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). Además hubo 24 crisis bancarios en otros 23 países del OECD (Central Bank, 2012).

Las recientes crisis de los últimos 50 años, han hecho que la búsqueda a una alternativa del actual sistema financiero o bancario haya sido una necesidad.

Hasta que el *blockchain* se materializa a raíz del nacimiento del proyecto Bitcoin. En octubre del 2008 se publica el documento “*Bitcoin: A peer-to-peer Electronic Cash System*” haciendo oficial su nacimiento bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto.

Además, con la creciente irrupción del Internet en nuestra sociedad, el comercio a distancia mediante Internet seguía dependiendo de la intermediación de terceros, en los que los participantes tenían que confiar. Según Satoshi Nakamoto este sistema tiene límites;

- No existen pagos verdaderamente irreversibles, ya que en caso de disputa existen intermediarios para solucionar el problema.
- Derivado del primer punto, los intermediarios introducen un coste adicional, lo que hacía impracticable realizar pagos causales de importes reducidos.

La tecnología *blockchain* puede crear avances significativos en cuanto a la transparencia, responsabilidad, confianza, seguridad, eficiencia y reducción de costes (Kshetri, 2018), por ejemplo, de transacciones, en cuanto al sector financiero se refiere.

Todos estos motivos son varios de los que impulsaron el nacimiento del *blockchain*, un sistema totalmente distribuido para capturar y almacenar criptográficamente un evento o una transacción lineal e inmutable entre actores de la red (Risius & Spohrer, 2017).

### **2.1.2. CONCEPTO**

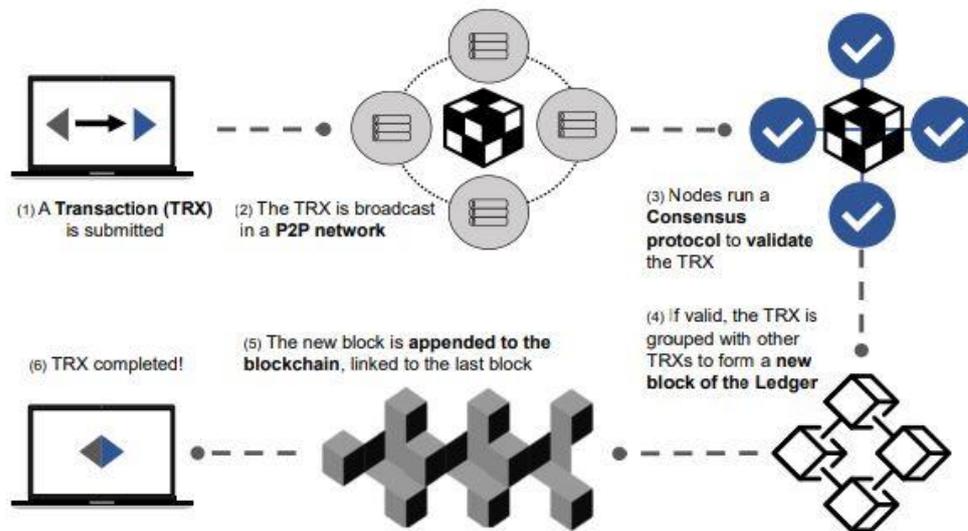
A primera vista, la tecnología *blockchain* se puede definir como la estructura de datos utilizado para registrar transacciones.

Aunque desde una perspectiva más amplia, tal como lo definen Ghire et al. (2021) y como lo observamos en la figura 2 con el ejemplo de una transacción, la tecnología *blockchain* se puede considerar un sistema distribuido que en general incluye:

- Una red *Peer-to-Peer (P2P)* formado por todos los nodos que conjuntamente leen o suscriben las transacciones en el *blockchain* (Ghiro et al., 2021).
- *Consensus protocol* (algoritmo de consenso) que trata de una serie de normas aceptadas e implementadas por todos los nodos, que regulan qué y cómo se pueden agregar nuevas transacciones al *blockchain* (Ghiro et al., 2021).

Figura 2

*El proceso de una transacción antes de su almacenamiento en el Blockchain*



Tomado en *What is Blockchain ? A definition to clarify the Role of the Blockchain in the Internet of Things (p.2)*, por Ghiro et al. , 2021

Con lo que, se trata de un mecanismo digital que permite crear un libro mayor digital en el que dos o más participantes mediante una red de *peer-to-peer* (P2P) pueden intercambiar información y activos directamente sin necesidad de un intermediario. La tecnología *blockchain*, mediante los nodos, identifica a los usuarios y valida que verdaderamente posean los activos que quieren intercambiar antes de que se produzca el intercambio.

La tecnología *blockchain* es una red distribuida secuencial en el que un libro mayor contable se encarga de registrar todo el historial de las transacciones en una cadena de bloques (Böhme et al., 2015). Dicho libro mayor contable puede ser:

- Público o sin permiso: es una red abierta para todo el que quiera participar y no requiere permiso para añadir transacciones a la cadena de bloques una vez que el algoritmo de consenso lo haya aceptado (Lewis et al., 2017).
- Privado: están solo abiertos para aquellos participantes que obtienen el derecho a participar. Sólo hay usuarios certificados, no siempre asegura una completa transparencia, y los participantes tienen que cumplir con unos criterios regulatorios (Lewis et al., 2017).

Para diferenciar ambos tipos de cadena de bloques es muy útil el ejemplo de la diferencia existente entre el internet y el intranet de algunas compañías. Mientras internet es accesible para todo el mundo, el acceso al intranet está controlado requiriendo ciertos criterios. Los usuarios del intranet tienen mucha más confianza y dicho espacio está asegurado (*BLOCKCHAINS UNCHAINED: The Implications of Blockchain Technologies for the Public Sector*, 2018).

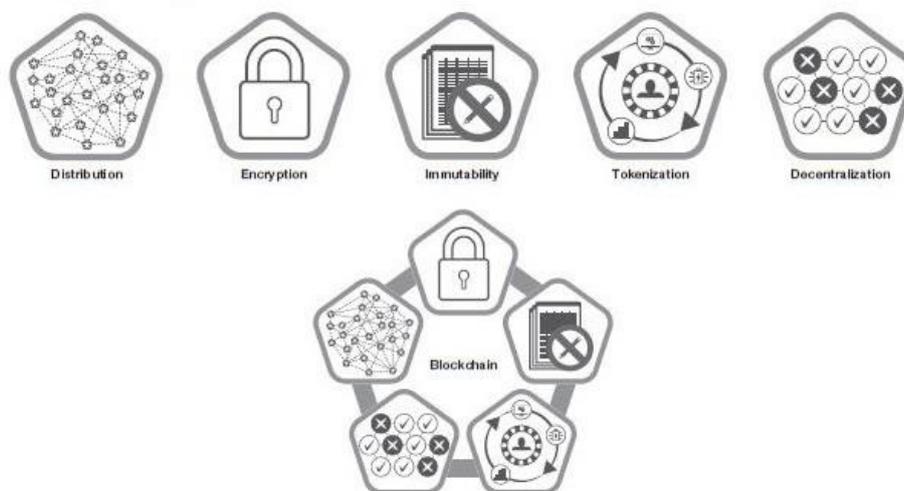
Una copia de dicho libro mayor es independientemente enviado a cada usuario y a la vez es actualizado en la red por cada usuario. Los registros son inmodificables, marcados en el tiempo, encriptados y vinculados entre sí en bloques. Cada bloque es aproximadamente un grupo de dos mil transacciones, y el libro mayor crece a medida que los participantes realizan transacciones.

Siguiendo la definición del informe de la consultoría GARTNER realizado por Furlonger & Uzureau (2019), los cinco elementos centrales del *blockchain* son las que aparecen en la figura 3:

- **Distribución:** Es un registro distribuido entre muchas partes diferentes llamados “bloques” que a su vez comparten una base de datos. El hecho de que sea compartida permite que todos puedan acceder a la misma información, lo que aumenta la seguridad del sistema (Furlonger & Uzureau, 2019).
- **Cifrado:** El *blockchain* se sustenta en redes privadas y públicas para recolectar con seguridad los datos en los bloques y casi anónimamente (ya que los usuarios tienen pseudónimos). Los usuarios pueden controlar tanto su identidad personal como otra información y compartir únicamente lo que sea necesario para la transacción (Furlonger & Uzureau, 2019).

Figura 3

*Los cinco elementos centrales del blockchain*



Tomado de *The real business of Blockchain* (p. 4), por Furlonger & Uzureau, 2019, Harvard Business Review Press

- **Inalterable:** Las transacciones realizadas son criptográficamente selladas, marcadas en el tiempo y secuencialmente añadidas al libro mayor. Los registros no pueden ser corrompidos o modificados a no ser que los usuarios lo acuerden. Tal acuerdo es conocido como *fork* (Furlonger & Uzureau, 2019).
- **Tokenización:** Las transacciones y otras interacciones del *blockchain* conllevan un intercambio seguro del valor. Este valor viene en forma de Tokens. Los mercados digitales funcionan más eficientemente gracias a los Tokens, además de que necesitan crearlos por varios motivos. Los Tokens pueden considerarse representaciones digitales de los activos físicos, una especie de mecanismo de recompensa para incentivar a los usuarios de la red o para crear el intercambio de nuevas formas de valor (Furlonger & Uzureau, 2019).
- **Descentralización:** La información de la red y las normas que rigen el funcionamiento de la red son llevados a cabo por varios computadores o nodos. La descentralización significa que ninguna entidad controla todas las computadoras o las normas que rigen el funcionamiento. El nodo mantiene una copia encriptada idéntica a la red. Un mecanismo consensuado por cada nodo verifica y aprueba las transacciones. Por lo que la descentralización es una realidad, ya que esta estructura basada en el consenso elimina cualquier necesidad de gobernanza por una entidad central y actúa contra el fraude y falsas transacciones (Furlonger & Uzureau, 2019).

Cuando en el *blockchain* falta uno o varios elementos de los 5 anteriormente citados, su valor es limitado o incluso nulo.

Pero informalmente, ¿qué significa esto? Significa que teóricamente puedes realizar un negocio con un socio desconocido situado en cualquier parte del mundo, y comercializar cualquier activo con una transacción de cualquier tamaño, y sin necesidad de ningún banco, abogado, seguro o cualquier otro intermediario que se asegure de que se cumplan las condiciones previamente pactadas.

### 2.1.3. CRECIMIENTO Y POSIBLES APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA

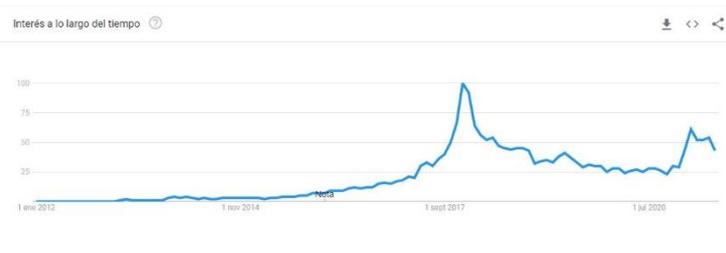
Durante mucho tiempo, la tecnología *blockchain* ha sido eclipsado por el fenómeno Bitcoin, pero en los últimos años ha comenzado a atraer mayor atención con luz propia convirtiéndose una tecnología referente en la familia del *FinTech* (Du et al., 2019).

El interés por la tecnología *blockchain* ha crecido tanto que lo ha colocado en el foco de muchos estudios y promete ser mucho más revolucionario incluso que el fenómeno Bitcoin, a pesar de su uso en la propia criptomoneda (Böhme et al., 2015).

En la figura 4 podemos observar que la tecnología es bastante reciente, ya que el interés que demuestra la búsqueda del término “*blockchain*” hace 10 años apenas existía. Además, se observan grandes momentos de tendencia de dicha tecnología, aunque su juventud hace que la sociedad sea todavía muy desconocedora de esta nueva tecnología.

Figura 4

*Interés a lo largo del tiempo del blockchain*

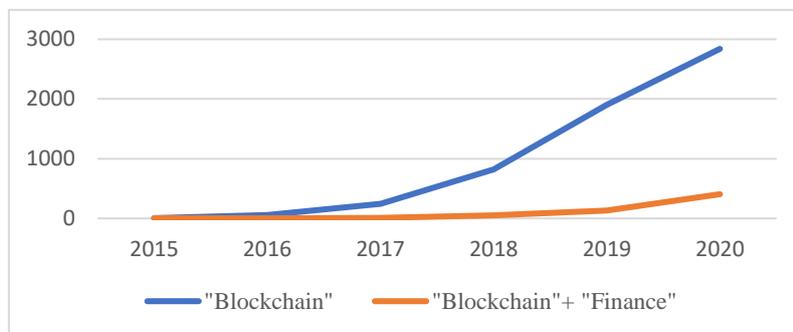


Tomado en *Google Trends*

Como ha sido comentado anteriormente, el estudio de la tecnología *blockchain* es cada vez mayor, hasta el punto en el que teniendo en cuenta las publicaciones de artículos académicos que podemos encontrar en Web of Science clasificados por año, visualizados gráficamente en la figura 5, observamos un aumento muy grande.

Figura 5

Número de artículos académicos acerca de la tecnología Blockchain



*Elaboración propia*

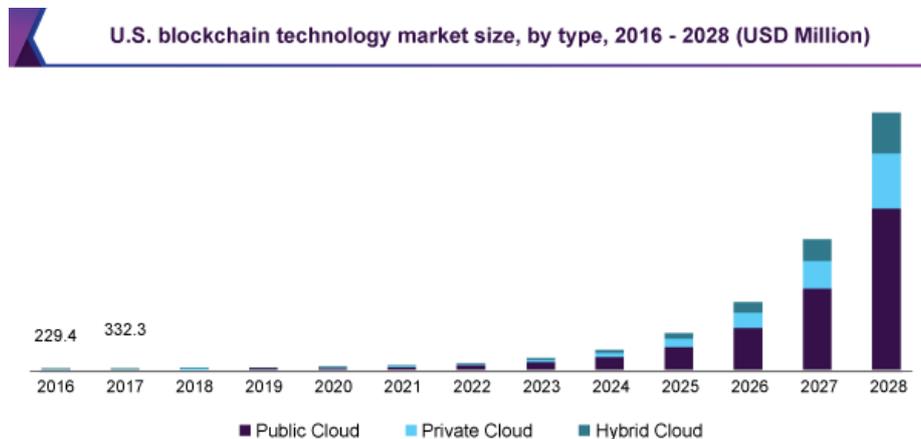
*Grand View Research Data Base* es utilizado por las instituciones académicas más prestigiosas del mundo además de las empresas estadounidenses integrantes de la lista *Fortune 500* para entender el panorama mundial y regional económico. En el informe que publicaron en marzo de 2021 teniendo en cuenta los datos del periodo 2016-2019, llegaron a las siguientes conclusiones.

El tamaño del mercado global de la tecnología *blockchain* en 2020 fue de 3,67 billones de USD. En la figura 6, se observa tasa de crecimiento anual compuesto esperada, siendo del 82,4% desde el año 2021 hasta el 2028.

$$Tasa\ de\ crecimiento\ anual\ compuesto = \left[ \left( \frac{valor\ final}{valor\ inicial} \right)^{\left( \frac{1}{número\ de\ años} \right)} - 1 \right] = 82,4$$

Figura 6

La evolución del tamaño del mercado global de la tecnología blockchain



Tomado en <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/blockchain-technology-market>

Tienen en cuenta que el tamaño del mercado de la tecnología *blockchain* ha sufrido un aumento durante la pandemia del COVID-19, ya que juega un papel fundamental en el desarrollo de una plataforma para afrontar dicha pandemia.

Además de ser una transformación económica, también es una transformación técnica (Böhme et al., 2015) :

- Transformación técnica: trata de una nueva forma de sistema de bases de datos; sobre todo para entornos descentralizados con una insuficiencia de confianza (Böhme et al., 2015)
- Innovación económica: ofrece herramientas para cualquier dominio que depende de un registro de transacciones y donde no se pueda confiar plenamente en las partes, ya sean humanos o máquinas (Böhme et al., 2015).

Es por eso que varios sectores se exponen a la influencia de la tecnología *blockchain* en su ámbito de uso. Siguiendo el estudio de Nisarg & Panda (2019) los diferentes ámbitos de uso de la tecnología *blockchain* en los diferentes sectores viene en la Tabla 1.

Tabla 1

Uso de la tecnología *blockchain* en diferentes sectores

Ámbito de uso	Razón de uso
Internet de las cosas	La habilidad de las aplicaciones de las cosas para contribuir con los datos transaccionales del <i>blockchain</i>
Almacenamiento en la nube	Un aumento de la seguridad con un cambio de una red con datos centralizados hacia una red descentralizada
Banca financiera	Optimización del proceso de los pagos con mayor eficiencia, velocidad y seguridad
Ciberseguridad	Enfrentarse al hacking con un libro mayor inmutable
Sanitario	Transparencia y automatización de las transacciones paciente-hospital o paciente-médico
Identidad digital y pasaporte	Reducir la carga del papeleo y la existencia de identidades falsas
Sistema de voto	Luchar contra la manipulación de votos durante las elecciones
<i>Smart contract</i> (contratos inteligentes)	Comprar o vender sin pagar ninguna comisión a una tercera parte por ello

Tomado en *Blockchain Technology: A study of investment and applications introduction* (p.4), por Jani & Panda 2019, The NorthCap University

## 2.2. LAS CRIPTOMONEDAS

En la última década ha habido un aumento significativo de innovaciones financieras como consecuencia de la Cuarta Revolución Industrial.

Esta revolución es muchas veces definida como el resultado de la integración y efectos compuestos de múltiples tecnologías “exponenciales”, la inteligencia artificial, la biotecnología y los nanomateriales (revolution & 2018, n.d.).

Dichos avances tecnológicos prometen satisfacer la demanda de la sociedad creando productos financieros además de hacer la inversión más accesible a cada grupo de la sociedad, que tiene el anhelo de obtener mayores rentabilidades (Pereira de Silva et al., 2019).

Uno de los resultados de la revolución han sido las criptomonedas. Las criptomonedas son activos financieros digitales, cuya propiedad y la transferencia están garantizadas por una tecnología criptográfica descentralizada (Giudici et al., 2020).

Desde que en 2008 naciesen las criptomonedas mediante el proyecto del Bitcoin, han sufrido un tremendo auge en los mercados financieros. Al final de febrero de 2020, un total de 5300 criptomonedas estaban siendo negociados en los mercados financieros, con un valor de capital del mercado de alrededor de 250 billones de dólares (Li et al., 2021).

La introducción de esta particular tecnología extremadamente innovadora ha liderado un intenso escrutinio y debate sobre los beneficios y riesgos que pueden conllevar las criptomonedas en cuanto al crecimiento económico, estabilidad del sistema financiero o un aspecto más general como es el bienestar de la sociedad (Ahluwalia et al., 2020).

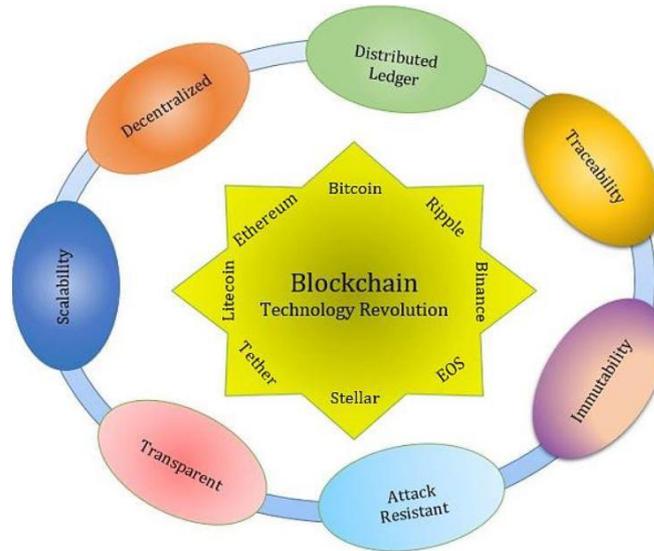
Por una parte, ha sido aclamado por muchos como la mayor innovación financiera del siglo. Para otros en cambio criticado por su exuberante liberalismo (Li et al., 2021).

El *3rd Global Cryptoasset benchmarking study* realizado por la universidad de Cambridge y publicado en septiembre de 2020 es de gran utilidad para entender el panorama actual de estos activos financieros digitales.

En la primera edición de dicho estudio, hace hincapié en la diferencia existente entre el centenar de criptomonedas existentes. La diferencia se basa en el nivel de innovación que aportan. La mayoría de las criptomonedas son básicamente clones del Bitcoin u otra criptomoneda y simplemente presentan diferentes parámetros (Hileman et al., n.d.).

Figura 7

Características claves del Blockchain



Tomado de *Bitcoin Nation: The World's New 17<sup>th</sup> Largest Economy* (p.8), por Taskinsoy 2021, UNIMAS

En la figura 7 podemos observar las criptomonedas que actualmente son de las más importantes en el mercado y las diferentes características de la tecnología *blockchain* que cumplen. En las próximas hojas vamos a analizar algunas de ellas y vamos a intentar explicar las distinciones de cada una de las criptomonedas comentadas.

Para cerrar la definición de la tecnología de las criptomonedas básicamente trata de un fenómeno que está recibiendo una atención significativa. Se basa en una tecnología cuyo potencial no se entiende totalmente todavía hoy en día. Por otro lado, en su actual estado, ofrece funciones similares a los activos tradicionales.

## 2.2.1. BITCOIN

### 2.2.1.1. NACIMIENTO

Las ideas y teorías existentes antes del año 2008 de una "moneda criptográfica virtual" se materializaron en el artículo *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, publicado por un grupo anónimo bajo el pseudónimo de Satoshi Nakamoto. En él incluían la descripción teórica y la primera versión del código.

Además de ser la primera criptomoneda con aceptación extendida por todo el mundo, el gran logro del Bitcoin es ofrecer la primera solución práctica al **problema de los generales bizantinos** (Pérez Solà & Herrera Joancomartí, 2014).

El problema de los generales bizantinos es un experimento mental creado para ilustrar el dilema de lograr un consenso entre un conjunto de entidades con un objetivo común cuando entre ellas pueden existir traidores, es decir, entidades con objetivos opuestos que intenten dinamitar el proceso (Pérez Solà & Herrera Joancomartí, 2014).

Este problema fue planteado en *The Byzantine Generals Problem* en el centro de investigación científica y tecnológica SRI Internacional por Lamport, Shostak & Pease (1982):

*“Existe un grupo de generales del ejército de Bizantina que ha acampado alrededor de una ciudad del enemigo. Pudiendo comunicarse solamente a través de un mensajero, los generales deben coordinar su plan de batalla. Sin embargo, algunos de los generales pueden ser traidores que van a intentar confundir a los demás. La cuestión es encontrar un algoritmo con la ayuda del cual los generales pueden llegar a un acuerdo”.*

Todo este proceso se ha debido a la necesidad de buscar una manera de asegurar la seguridad en los sistemas informáticos. Los sistemas informáticos confiables deben manejar componentes que funcionan mal y que brindan información conflictiva a diferentes partes del sistema (Lamport et al., 1982).

Este fue el problema al que se enfrentaron durante las décadas 1990 y 2000 los creadores de las monedas digitales y que solucionó Nakamoto mediante su publicación *Bitcoin P2P e-cash paper*.

El *proof-of-work* es una solución al problema de los generales Bizantinos (Nakamoto, 2008). Más adelante vamos a explicar más a fondo la solución que el *proof-of-work* ofrece al problema creando el *Byzantine Fault Tolerance* (BFT).

Una vez que un general recibe la notificación de un ataque, prepara su ordenador para intentar resolver un problema *proof-of-work* extremadamente difícil. Cuando uno de los generales haya solucionado el problema, lo transmite a toda la red modificando todos los *hash*. Consiguiendo así que los generales que pueden considerarse traidores tengan que solucionar un problema *proof-of-work* diferente cada vez que el *hash* haya sido modificado, imposibilitando así su traición.

Mediante la introducción del PoW y el sistema de consenso resolvió los principales problemas que impedían el nacimiento de la tecnología *blockchain* y en consecuencia la creación de las criptomonedas posteriormente.

### **2.2.1.2. FUNCIONAMIENTO DEL BLOCKCHAIN A TRAVÉS DEL BITCOIN**

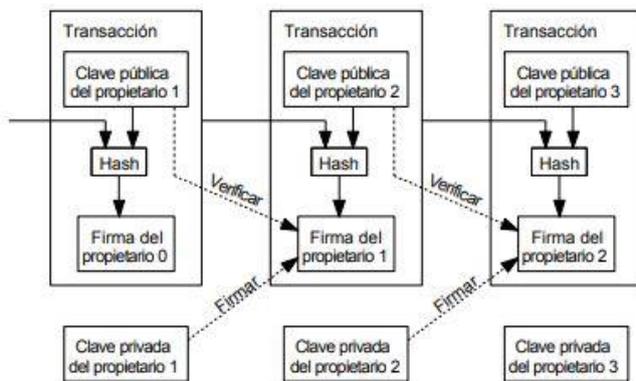
El Bitcoin confía en dos tecnologías fundamentales de la criptografía:

- Una criptografía pública o privada para almacenar o gastar el dinero
- Una validación criptográfica de las transacciones (Böhme et al., 2015).

En la figura 8 podemos observar mediante un esquema lo que sucede en cada transacción del Bitcoin. Cada nueva transacción es publicada a la red del Bitcoin periódicamente y agrupado en un “bloque” con las transacciones recientes (Böhme et al., 2015). Cada transacción envuelve un conjunto de claves públicas y privadas (Taskinsoy, 2021); mientras que el propietario del Bitcoin puede enviar la criptomoneda a otro firmando digitalmente un hash en la transacción previa en la que recibió el Bitcoin, junto a la clave pública del destinatario (Singhal et al., 2018a; Wright, 2019).

Figura 8

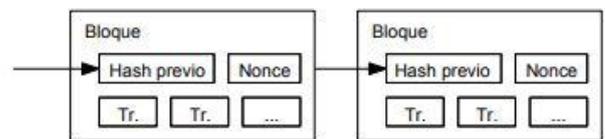
Esquema de las transacciones del Bitcoin



Tomado de *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* (p.2), por Nakamoto, 2008, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Figura 9

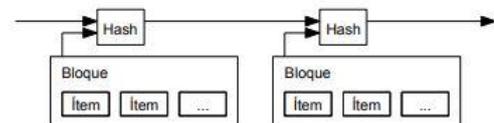
El *proof-of-work*



Tomado de *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* (p.2), por Nakamoto, 2008, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Figura 10

El sellado de tiempo



Tomado de *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* (p.2), por Nakamoto, 2008, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

La creación del bloque requiere de un proceso matemático llamado *hashing*. *Hashing* es una solución criptográfica que genera un código único para conectar los diferentes bloques y hacerlos prácticamente inmutables (De Filippi, 2016).

El problema es que el beneficiario no puede verificar que uno de los propietarios no haya realizado un doble gasto de la criptomoneda (Wright, 2019). Además, como aparece en la figura 11, dos transacciones que provienen del mismo recurso podría causar una alteración del orden si es validado por diferentes validadores (Ghiro et al., 2021).

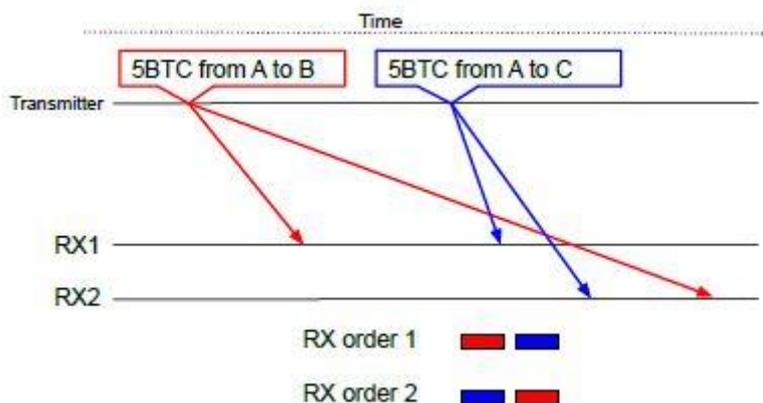
Es por ello que se aplica el sellado del tiempo figurada en la figura 10. El sistema funciona porque los bloques son añadidos uno detrás de otro, y cada bloque es sellado en el tiempo en el orden en el que llegan a la cadena de bloques (Singhal et al., 2018a).

Para que el beneficiario pueda comprobar que ese Bitcoin no haya sido utilizado, debe conocer todas las transacciones anteriormente realizadas. Para ello, se usa el servidor de sellado de tiempo. Como se puede observar en la figura 11, este servidor toma el *hash* de un bloque de ítems y los sella en el tiempo, para posteriormente notificar públicamente su *hash* (Wright, 2019).

Con lo que todos los nodos (mineros) resuelven finalmente el problema del doble gasto usando el protocolo figurado en la figura 9, el *proof-of-work*, que se basa en la criptografía. Consiste en escanear en busca de un valor que comience con un número de cero bits necesarios. Posteriormente, el servidor del sellado del tiempo lo sella en el tiempo mediante el *hash*, y lo notifica a todos los demás nodos de la red haciendo uso del *distributed ledger*. Este verifica los datos y la vez la existencia de la transacción.

Figura 11

El problema del doble gasto



Tomado de *What is Blockchain?* (p.3), por Ghiro et al., 2021

Cuando se agota el esfuerzo del CPU para satisfacer la *proof-of-work*, sin rehacer el trabajo no existe posibilidad de cambiar el bloque. El *hash* del bloque no es únicamente el *hash* de la anterior transacción, si no del bloque entero hasta llegar al bloque llamado génesis, que es el primer bloque de cualquier cadena de bloques (Singhal et al., 2018a). A no ser que el 51% de los nodos se modifiquen, es imposible alterar el bloque ya que todos los nodos tienen sus propias copias en cada nodo.

Otro problema que resuelve el *proof-of-work* es la toma de decisiones mayoritarias. Se trata de un voto por CPU, es decir, la decisión de la mayoría es representada por la cadena de bloques más larga. A su vez, cuánto más larga sea la cadena de bloques, se requerirá mayor esfuerzo *proof-of-work*. Si la mayoría de los nodos que controlan la potencia CPU son honestos, la cadena honesta crecerá más rápido y dejará atrás cualquier cadena con la que compita (Wright, 2019).

Para finalizar, es una tecnología creada en los incentivos. Los mineros, que son los que verifican el *blockchain* son recompensados con el propio Bitcoin (Böhme et al., 2015). Después de que 21 millones de bitcoins hayan sido minados, la recompensa será de 0 y no se creará ningún Bitcoin más. El 22 de junio de 2021 se habían minado el 90,9%.

### 2.2.1.3. EL IMPACTO DEL BITCOIN EN LA ECONOMÍA

Desde su nacimiento en 2008, el impacto que ha causado esta tecnología en la economía ha sido siempre una pregunta a responder (Burniske et al., n.d.).

En los últimos años, unos pocos estudios han realizado el esfuerzo para intentar analizar el potencial beneficio que tienen las criptomonedas para los inversores y para la sociedad.

En 2014, algunas investigaciones percibieron el Bitcoin como un ejemplo real de una moneda descentralizada (Gervais et al., 2014). Otros añadieron que tanto el Bitcoin y el Dólar tienen grandes similitudes en el hecho de que ambos se usan principalmente como medio de intercambio sin poseer un valor intrínseco (*How Is Bitcoin Different From The Dollar?*, n.d.).

Por otro lado, tiene algunas características similares al oro. Estadísticamente, se ha podido ver que existe una relación significativa entre el precio del Bitcoin y del oro, y ambos tienen características en común, aunque difieren en el corto y largo plazo (Bouri et al., 2018).

Aunque la posición del Bitcoin en el mercado podría situarse entre el oro y el dólar en una escala entre los beneficios de una reserva de valor y las ventajas de un medio de intercambio (Dyhrberg, 2016).

Hay una cierta percepción de que las criptomonedas y por tanto el Bitcoin son simplemente supranacionales, descentralizados y digitales (Su et al., 2020). Muchas organizaciones de inversión están publicitando las criptomonedas únicamente como un producto de inversión (Burniske et al., n.d.). Y otros estudios afirman que el Bitcoin y los activos tradicionales no están correlacionados, siendo utilizados como una herramienta especulativa (Baur et al., 2018).

De acuerdo al estudio *Is Bitcoin a currency, a technology based product or something else?* realizado por White et al. (2020), el comportamiento del Bitcoin se parece más a otra clase de activos y a un producto basado en la tecnología en lugar de ser un valor o una moneda.

Corbet et al. (2019) examinaron la asociación dinámica entre las criptomonedas y otros valores financieros. Los resultados revelaron que las criptomonedas son una nueva clase de inversión, y ofrecen el beneficio de la diversificación a los inversores.

En la línea de lo anterior, es innegable gran parte de la culpa del auge de las criptomonedas o del Bitcoin ha sido su aumento de valor.

El retorno o la rentabilidad de las criptomonedas puede ser predicha por dos factores específicos en el mercado: el *momentum* y la atención del inversor. Es más, los retornos de las criptomonedas tienen baja exposición a los activos tradicionales como las divisas, materias primas, acciones y factores macroeconómico (Liu & Tsyvinski, 2021).

LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LOS MERCADOS FINANCIEROS  
TFG – FCEYE – UNIVERSIDAD DE SEVILLA

En el año 2020, a causa de la pandemia del COVID-19 el Bitcoin aumentó un 300% su valor en medio de especulaciones del mercado financiero en el que los inversores apostaron fuerte por la moneda digital (Sarkodie et al., 2021).

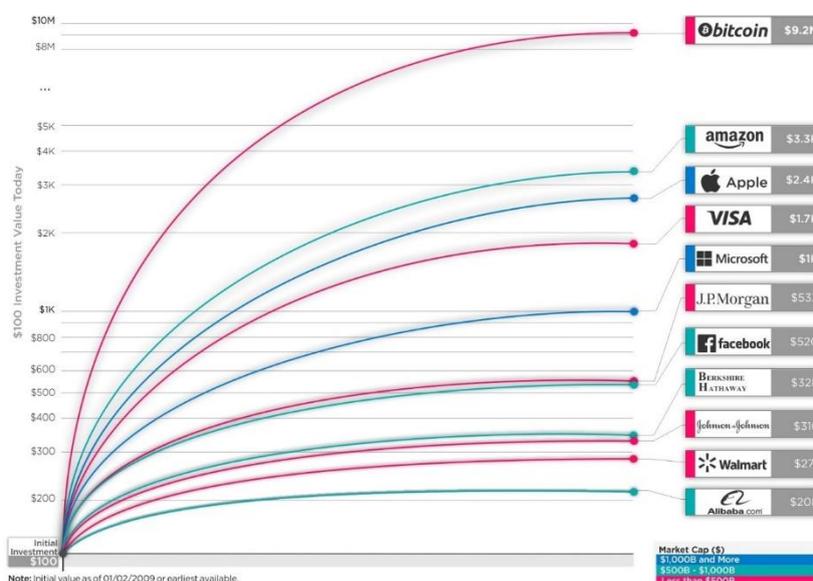
Pero antes de dicho aumento, observando la figura 12, en la década del 2009-2020, siendo los precios iniciales del febrero del 2009, las grandes rentabilidades del Bitcoin respecto a las firmas más grandes atrajo a los inversores, pero también al usuario medio, aumentando su fama.

El apoyo de grandes corporaciones como Starbucks, Microsoft, Dell y Quinn Emmanuel en Estados Unidos, además de los países como Japón o Corea del Sur, Bitcoin ha sido reconocido como una alternativa legal y legítima de pago (Li et al., 2021).

Mientras las criptomonedas siguen desarrollándose como producto e inversión en el mercado, es importante que las expectativas sobre su valor potencial y los beneficios que pueden ofrecer a la sociedad se moderen, siendo cautelosos ante los riesgos que tiene la red de internet. Lecciones pasadas como la Tulipomania del siglo XVII o la burbuja Puntocom del final del siglo XX contribuyen a las acusaciones de una posible burbuja de las criptomonedas (Corbet et al., 2019).

Figura 12

Comparativa de la rentabilidad del Bitcoin y las grandes compañías en la década del 2010-2020



Tomado en <https://howmuch.net/articles/biggest-companies-vs-bitcoin-last-decade-performance>

**2.2.1.4. ANÁLISIS DAFO DEL USO DEL BITCOIN EN LA ECONOMÍA**

El análisis DAFO (o FODA) es una herramienta de gestión que facilita el proceso de planificación estratégica, proporcionando la información necesaria para la implementación de acciones y medidas correctivas, y para el desarrollo de proyectos de mejora. El nombre DAFO, responde a los cuatro elementos que se evalúan en el desarrollo del análisis: las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (Olivera & Matamoros Hernández , 2011, p. 1).

En la tabla 2 analizamos la aplicación de dicha herramienta a la tecnología Bitcoin en la economía realizada en el estudio *The economic and environmental impact of Bitcoin* para ver las diferentes ventajas, desventajas, amenazas y oportunidades han surgido a partir de ella.

Tabla 2

Análisis DAFO del uso del Bitcoin en la economía.

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorra el tiempo y el espacio físico de los involucrados en las transacciones, empleando el entorno virtual.</li> <li>• No está controlado por ninguna autoridad, siendo posible su circulación sin comisiones de los bancos (aunque tengan alguna tarifa de los mineros).</li> <li>• El precio del Bitcoin es el resultado de la oferta y la demanda.</li> <li>• No involucra la burocracia en ninguna de las etapas de obtención o uso.</li> <li>• Al existir una cantidad limitada de Bitcoins, no genera inflación</li> <li>• El Bitcoin ilustra el modelo de libre mercado que se auto ordena espontáneamente.</li> <li>• Mantiene el anonimato de los operadores económicos que realizan transacciones.</li> <li>• Es compatible con la globalización de los mercados financieros.</li> <li>• El número de comerciantes que aceptan el Bitcoin está creciendo.</li> <li>• Crea una impresión de libertad el hecho de no existir una autoridad central.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleva la volatilidad en todos los mercados.</li> <li>• Muchos de los bancos más importantes del mundo creen que la inversión en el Bitcoin es peligrosa.</li> <li>• Altos costes ambientales, generados por el consumo de la electricidad o la emisión de CO2.</li> <li>• Aumenta la vulnerabilidad generada por el entorno en línea, en los que los problemas de seguridad pueden ocurrir también.</li> <li>• Falta de una institución o banco central para proteger los usuarios en el caso de que se dé un ataque especulativo.</li> <li>• La accesibilidad al Bitcoin está muy relacionado al nivel de familiarización del usuario con las nuevas tecnologías.</li> <li>• Confianza limitada dado su uso en actividades ilegales; juego, evasión de impuestos, terrorismo, transacciones de bienes prohibidos por la ley (drogas o armas), blanqueo de capital.</li> <li>• Falta de valor intrínseco de correlación con el precio de los bienes y servicios comercializados.</li> <li>• Prohibición del uso del Bitcoin en ciertos países.</li> </ul>

<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de la tecnología basada en Bitcoin puede conducir a un rendimiento inesperado del área virtual, asociado a diferentes áreas de actividad.</li> <li>• Estimula a generaciones más viejas a adaptarse a las nuevas tecnologías.</li> <li>• No está relacionado con conflictos de naturaleza patriótica o de estado, lo que hace que no se despierten disputas de naturaleza nacional.</li> <li>• El número de los que aceptan el Bitcoin está creciendo en todo el mundo; bares, restaurantes, tiendas, universidades, etc..</li> <li>• A diferencia de la moneda tradicional, el Bitcoin no tiene fundamentos materiales, por lo tanto, no requiere un proceso muy elaborado para emitir dinero.</li> <li>• Al no haber sido regulado todavía en diversos países, deja una impresión de libertad real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las autoridades expresaron públicamente su preocupación de la posibilidad de utilizar las criptomonedas en el blanqueo de capital y otras actividades ilegales.</li> <li>• Las pérdidas que podrían generar a los estados dejar de tributar las transacciones o el uso del Bitcoin en actividades ilegales podrían acabar por prohibirlo.</li> <li>• El alto coste de la tecnología necesaria en la obtención del Bitcoin.</li> <li>• La simple atracción de usar el Bitcoin es suficiente para generar preocupación en los mercados tradicionales, rígidos y conservadores.</li> <li>• La presión ejercida por los seguidores de cánones monetarios clásicos, especialmente en la dirección del reconocimiento del Bitcoin por los estados.</li> <li>• Errores humanos: pérdidas de contraseñas, memoria..</li> <li>• Riesgos cibernéticos.</li> </ul>

Tomado en *The economic and environmental Impact of Bitcoin* (p.5-6), por Badea & Mungiu-Pupázan, 2021, IEEE Access

### 2.2.1.5. BITCOIN, LA MAYOR INNOVACIÓN FINANCIERA DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

En cuanto a la pregunta de si el Bitcoin, como la mayor revolución financiera de la cuarta revolución industrial, tiene el potencial para ser un bien y aportar bienestar a la sociedad, el estudio realizado por Li et al. (2021) nos indica que el Bitcoin proporciona una mejora eficiente y la oportunidad para el sistema financiero y la sociedad de obtener mayores rentabilidades que los que estaban obteniendo los inversionistas previamente.

Sus resultados se basan en los datos de la última década, y durante ese periodo el Bitcoin ha sufrido múltiples subidas y bajadas, mostrando su resiliencia y presencia en el mercado, manteniendo su posición líder en el mercado de las criptomonedas.

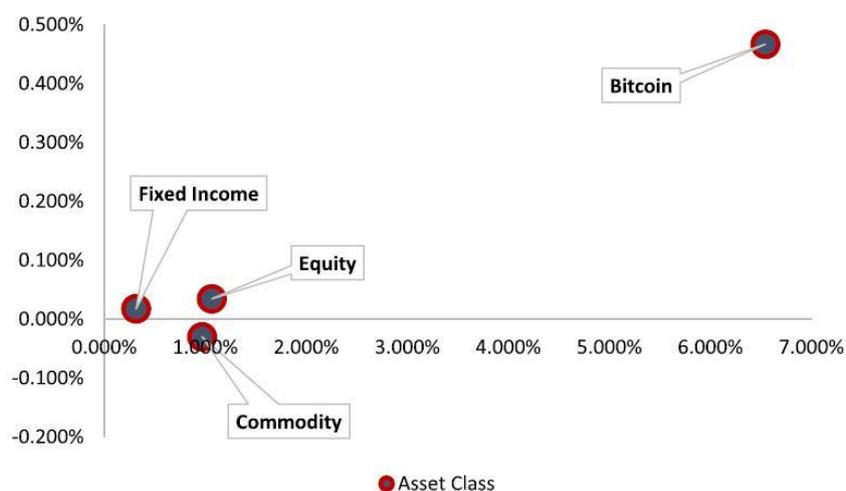
Para calcular el riesgo y retorno de diferentes clases de activos con diferentes perfiles como son la mercancía, el capital, la renta fija y el Bitcoin han sido utilizados los datos entre Julio de 2010 y marzo de 2020. En la ordenada de la figura 13 podemos encontrar los retornos, y en la abscisa la desviación estándar. Los datos se

han basado en la zona geográfica de Estados Unidos y para calcularlas se han utilizado diferentes índices como:

- Para el capital: Índice S&P 500
- Para la renta variable: S&P 500 Investment Grade Corporate Bond Index, (Subíndice del S&P 500) que mide la deuda corporativa emitida por los componentes del S&P 500 con un grado de inversión
- Para la mercancía: Thomson Reuters/Core Commodity CRB Index
- Para el Bitcoin: Bitcoin/USD (dólar estadounidense)

Figura 13

Perfil de riesgo y retorno de diferentes clases de activos con diferentes niveles de riesgo



Tomado de *Bitcoin: The biggest financial innovation of fourth industrial revolution and a portfolio's efficiency booster* (p.6), por Li et al., 2021

Tras observar la figura 13, por una parte, los inversores pueden obtener mayores tasas de retorno invirtiendo en Bitcoin, por otro lado, los mercados y los responsables políticos observan que es más peligroso que otros activos financieros, como serían las materias primas y la renta variables. El Bitcoin tiene sus riesgos idiosincráticos, pero llega con el potencial de ofrecer beneficios de diversificación a los inversores sofisticados (Li et al., 2021).

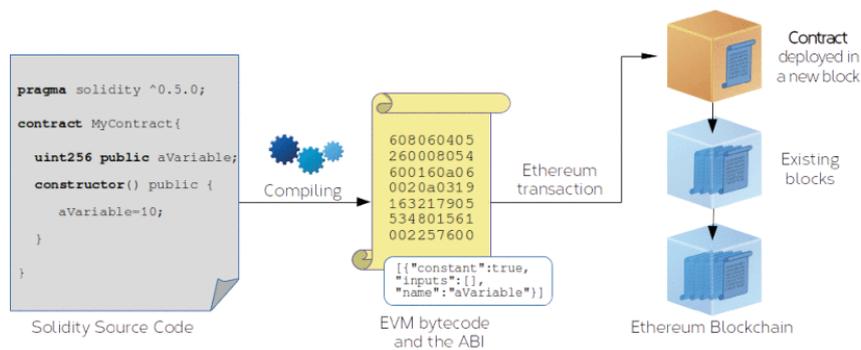
El dato que puede hacer entender la magnitud de la revolución del Bitcoin, es la curva de adopción de la tecnología que vamos a ver a continuación. Todos conocemos la revolución que ha generado el Internet en nuestra sociedad, economía, y en nuestra manera de entender el mundo. En la figura 14 podemos observar como el Bitcoin tiene una curva de adopción mayor que la que tuvo el Internet en su día. Este dato hace que podamos relativizar las dimensiones a las que está llegando el *blockchain*.



Para entender e ilustrar más a fondo el proceso por el que pasa un contrato inteligente en la cadena de bloques del Ethereum, en la figura 15 podemos observar el orden de la utilización del lenguaje de programación *Solidity* y como posteriormente pasa por EVM para al final crear el contrato inteligente.

Figura 15

Implementación de un contrato inteligente de Ethereum en el blockchain



Tomado de *Massive Analysis of Ethereum Smart Contracts Empirical Study and Code Metrics* (p.4), por Pinna et al., 2019

Ethereum siendo la cadena de bloques más larga en ejecutar contratos inteligentes, ha generado una atracción hasta que a comienzos de 2020 su capitalización llegó a los 20 billones de dólares (Chen et al., 2020). Es comúnmente conocido como el rival del Bitcoin, pero actualmente es mucho más que una divisa. La fundación Ethereum explica que su *token*, el *Ether*, no pretende ser una divisa, si no que trata de un subproducto de una visión mucho más amplia, el combustible para hacer funcionar a una “computadora mundial” (Kyun Kim et al., 2018).

Desde un punto de vista informático, el Ethereum es una máquina determinista pero prácticamente ilimitada, que consiste en una máquina virtual globalmente accesible. Pero desde un punto de vista más práctico, es una infraestructura informática de código abierto y descentralizada a nivel mundial que ejecuta programas denominados *Smart contracts* o contratos inteligentes (Antonopoulos, 2018a). La plataforma permite crear a los desarrolladores potentes aplicaciones descentralizadas con funciones económicas integradas.

En junio de 2021 la capitalización de mercado del Ethereum es de 237 billones de dólares <sup>2</sup>, únicamente superado por el Bitcoin y seguido por el Tether. Este *blockchain* trata de programas informáticos autónomos, que una vez lanzados, son capaces de ejecutar automática y obligatoriamente según la lógica del programa definido de antemano (Chen et al., 2020). Insiste en implementar una computadora digital, descentralizada e imposible de poseer para ejecutar contratos *peer-to-peer* en forma de programas de software reales (Kehrli & Ch, 2016).

<sup>2</sup> Dato obtenido en <https://coinmarketcap.com/es/>

### 2.2.2.1. LAS DIFERENCIAS DEL ETHEREUM RESPECTO AL BITCOIN

Tras analizar el Bitcoin en los anteriores apartados vamos a analizar las principales diferencias entre el Ethereum y la principal criptomoneda.

Ethereum comparte elementos en común con otros *blockchains* (Antonopoulos, 2018b)

- una red *peer-to-peer* para conectar a los participantes
- un algoritmo de consenso BFT (*Byzantine fault tolerant*)
- el uso de la criptografía como las firmas digitales y el *hash*
- una moneda digital (*ether*)

Además, el Bitcoin no es un *blockchain* programable. En cambio, los *blockchains* que ejecutan *smart contracts* como es el caso del Ethereum, son considerados *blockchains* programables.

El propósito y el nacimiento del Ethereum son totalmente diferentes a todos los *blockchains* abiertos que le preceden, incluido el Bitcoin (*Introducing Ethereum and Solidity Foundations of Cryptocurrency and Blockchain Programming for Beginners- Chris Dannen, 2017*). El Ethereum y el Bitcoin difieren sobre todo en su propósito. El propósito principal del Ethereum, a diferencia del Bitcoin, no es establecerse como una alternativa de pago. Su propósito principal es facilitar y monetizar el trabajo del Ethereum para poder facilitar a los desarrolladores en la construcción y ejecución de DApps (Decentralized Applications) (Rankhambe & Kaur Khanuja, 2019).

En la tabla 3 analizamos un poco más a fondo las principales diferencias entre el Ethereum y el Bitcoin.

Tabla 3

#### *Principales diferencias del Ethereum respecto a Bitcoin*

	Cuenta (1)	Balance (1)	Cambio (2)	Multi-inputs (3)	Multi-Outputs (3)	Varias direcciones (4)
Ethereum	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Bitcoin	NO	NO	SI	SI	SI	SI

*Elaboración propia*

(1) En el caso del Bitcoin no existen las cuentas o los balances, pero en el caso del Ethereum, sí. Cada cuenta de Ethereum es asociada a una dirección y registra el saldo de la cuenta.

En el caso del Bitcoin, el bloque básico de las transacciones es el UTXO (*unspent transaction output*). Cuando un usuario recibe un importe de Bitcoin, el importe es guardado en el *blockchain* como UTXO. Por lo tanto, el Bitcoin de un usuario puede ser repartido en varios UTXOs. El balance de un usuario es calculado con la aplicación del *wallet* que consigue repartir los UTXOs necesarios pertenecientes a cada usuario (Rankhambe & Kaur Khanuja, 2019).

- (2) Una transacción en el caso del Bitcoin puede tener un cambio. En el caso del Ethereum, una cuenta envía el importe exacto de Ethereum a la otra cuenta, por lo que no existe el cambio.
- (3) En el caso del Bitcoin, una transacción puede tener múltiples *inputs* o *outputs*, ya que el *wallet* puede agregar múltiples UTXOs pertenecientes al mismo usuario para una transacción, o enviar dinero a varias personas en una transacción. Pero en el caso del Ethereum, la transacción se da de un usuario a otro.
- (4) En general, un usuario de Bitcoin suele tener varias direcciones, mientras que el Ethereum asocia un EOA (*Externally Owned Account*) a una dirección.

Desde un punto de vista económico, el Ethereum carece de suministro máximo que tiene establecido el Bitcoin en 21 millones. A diferencia del Bitcoin, Ethereum tiene una base monetaria infinita, y la emisión del *ether* se da mediante la minería a una tasa lineal anual, pero esta tasa de crecimiento de la oferta no es constante (Mauri et al., 2018). Esta diferencia, hace que el Ethereum carezca de una naturaleza deflacionaria que el Bitcoin si tiene.

No hay que ignorar que varios estudios han añadido que el Ethereum además ofrece una mejor oportunidad de diversificación en comparación al Bitcoin (Ma et al., 2020).

Otros estudios en cambio, han investigado el comportamiento de ambas criptomonedas durante la pandemia del COVID-19. Tanto el Bitcoin como el Ethereum mostraron características de refugio para el corto plazo, aunque el Ethereum mostró mejor refugio en el corto plazo durante una bajada extrema en el mercado de valores (Mariana et al., 2021).

Además se observó un aumento del 0,58% y 0,44% del Ethereum y Bitcoin respectivamente durante la pandemia cuando se daban unas subidas del 3,77% y 3,65% de casos y muertes diarios (Sarkodie et al., 2021).

#### **2.2.2.2. SMART CONTRACT**

El término de *Smart Contract* fue creado por Szabo en 1994. Un *Smart contract* es un protocolo de transacción computarizado que ejecuta los términos de un contrato (Szabo, 1994).

Con lo que, es un término utilizado para describir el código de un programa informático. Es capaz de facilitar, ejecutar y hacer cumplir la negociación de un acuerdo, como es el caso de un contrato, mediante la tecnología *blockchain* (Kehrli & Ch, 2016). Todo el proceso está automatizado. Puede actuar como complemento o sustituto de los contratos legales. Los términos del contrato inteligente se registran en un lenguaje informático como un conjunto de instrucciones (Ansaldi Oliva et al., n.d.).

LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LOS MERCADOS FINANCIEROS  
TFG – FCEYE – UNIVERSIDAD DE SEVILLA

En cuanto al ámbito de aplicación de los contratos inteligentes o sus posibles aplicaciones, en la figura 16 podemos observar varios apartados que tuvieron en cuenta Bartoletti & Pompianu (2017). Los apartados son los siguientes: Financiero, Notario, Juego, Cartera y Biblioteca. Podemos observar, como en 2017, el apartado financiero se diferenciaba considerablemente respecto a otros posibles ámbitos de aplicaciones.

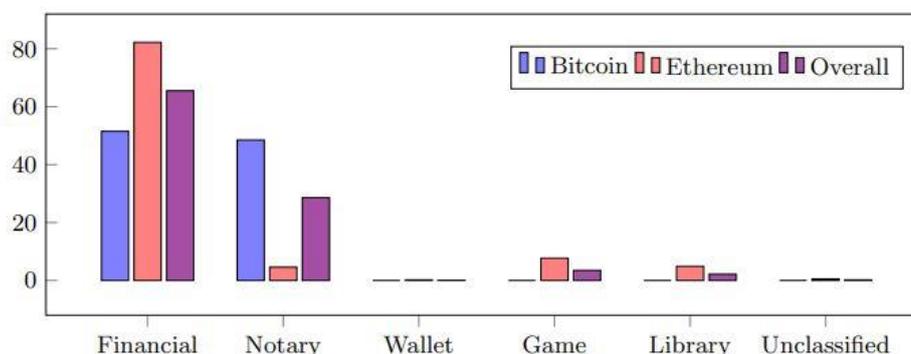
Una vez que tenemos en cuenta que el apartado principal donde se han desarrollado hasta ahora los contratos inteligentes es en el mundo financiero, vamos a analizar un poco más a fondo su utilidad en este ámbito.

En la industria financiera, según el estudio *Blockchain 2.0 – From Bitcoin Transactions to Smart Contract Applications* realizado por Kehrlí en 2016 se diferencian diferentes utilidades de los que vamos a resaltar:

- Compensación y liquidación comercial: administrar los flujos de trabajo y la aprobación entre los participantes de un acuerdo, además de calcular los importes de liquidación de operaciones y transferir fondos automáticamente.
- Pago de cupones: calcular y pagar cupones para pagarlos automáticamente y periódicamente. Además de devolver el capital inicial al vencimiento del vínculo.
- Banca comercial y minorista: apoyar los préstamos, tanto normales o hipotecarios, y el *crowdfunding*.
- Proceso de reclamaciones de seguros: realizar todo el trabajo de verificación, seguimiento y aprobación de errores. Calcular el pago según el tipo de reclamación o política subyacente.
- Cyberseguridad: Apoyo de seguridad a la economía colaborativa, seguros de acuerdos de P2P, mejorar la prevención de fraude ..
- Apoyo corporativo a los fondos de capital riesgo o capital privado.

Figura 16

Distribución de las transacciones por categoría



Tomado de *An Empirical análisis of Smart contracts: platforms, applications, and design patterns* (p.9), por Bartoletti & Pompianu, 2017

### 2.2.3. OTRAS CRIPTOMONEDAS

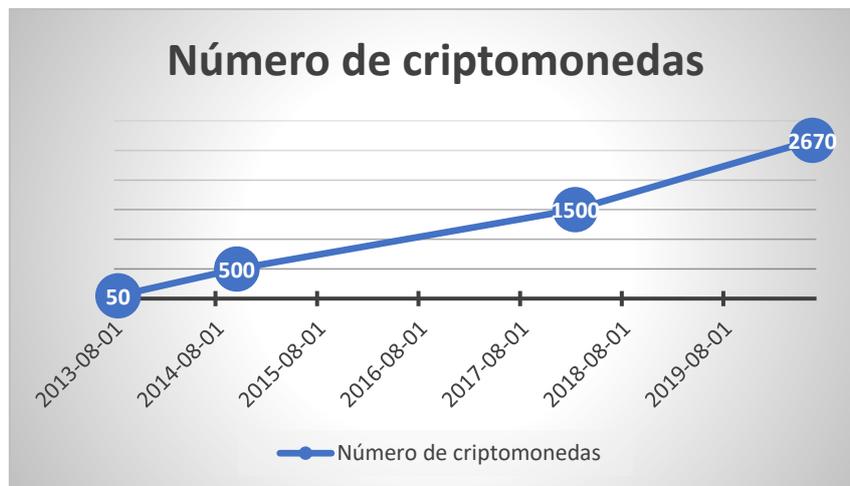
Como hemos comentado en este capítulo, el fenómeno de las criptomonedas es un fenómeno muy reciente, y desde su nacimiento con el Bitcoin, el número de criptomonedas existentes no ha hecho más que crecer. Nuevos activos e instrumentos financieros son formulados y desarrollados periódicamente, que finalmente atraen capital y atención (Ballis & Drakos, 2021).

Como podemos observar en la figura 17, el número de criptomonedas en el mercado ha crecido de manera muy significativa desde 2013 hasta el día de hoy. El 4 de agosto de 2013 existían 50 criptomonedas, que se expandieron a 500 a la fecha del 26 de octubre de 2014. Para después finalmente seguir creciendo hasta las 1500 criptomonedas el 25 de febrero de 2018 y 2670 el 14 de junio de 2020. Este crecimiento es del 266,9%, un crecimiento increíble en un periodo de tiempo relativamente corto. Es bastante difícil recordar otro fenómeno económico o financiero con un crecimiento equivalente en una sola década (Ballis & Drakos, 2021).

En la tabla 4 observamos a día de 3 de julio de 2021 las principales 10 criptomonedas según su capitalización de mercado, y en consecuencia su importancia.

Figura 17

Número de criptomonedas desde el 04/08/2013 hasta el 14/06/2020



*Elaboración propia con datos tomados de The explosión in cryptocurrencies: a black hole analogy, por Ballis & Drakos, 2021*

Vamos a realizar una breve descripción de cada una de ellas para poder entender sus respectivos objetivos.

Tabla 4

*Precio, oferta y la capitalización de mercado de las 10 principales criptomonedas a 3 de julio de 2021*

Ranking	Logo	Ticker	Nombre	Precio (\$)	Oferta (redondeado)	Capitalización de mercado
1.		BTC	Bitcoin	34 684,18	19 000 000	649 800 000 000
2.		ETH	Ethereum	2110,37	116 000 000	257 100 000 000
3.		USDT	Tether	1,00	63 000 000 000	62 400 000 000
4.		ADA	Cardano	1,42	32 000 000 000	45 200 000 000
5.		BNB	Binance Coin	293,72	153 000 000	45 100 000 000
6.		DOGE	Dogecoin	0,25	130 000 000 000	32 200 000 000
7.		XRP	XRP	0,67	45 000 000 000	30 600 000 000
8.		USDC	USD Coin	0,99	26 000 000 000	25 600 000 000
9.		DOT	Polkadot	15,54	1 000 000 000	15 700 000 000
10.		UNI	Uniswap	18,86	575 000 000	10 800 000 000

*Elaboración propia: Datos tomados de prices.org*

- **Tether:** creado en 2014, y con una oferta ilimitada al igual que el Ethereum, originalmente fue diseñado como una *stablecoin* (moneda estable) con el objetivo de estar totalmente respaldado por una moneda fiduciaria. Posteriormente, se descubrió que cada Tether no estaba siempre totalmente respaldado por el dólar.
- **Cardano:** es un *blockchain* público creado en 2015 con el objetivo de crear y usar *Smart contracts* enfocándose en los problemas de escalabilidad e interoperabilidad. ADA es su moneda interna.
- **Binance Coin:** emitido por la plataforma de intercambio de criptomonedas Binance Exchange, es utilizado para pagar las tasas de los intercambios. Originalmente operaba en el *blockchain* de Ethereum, hoy en día BNB tiene su propia *mainnet*.
- **Dogecoin:** fue nombrado en honor al meme de Shiba Inu y es creado como una alternativa divertida a Bitcoin.
- **Ripple (XRP):** es un sistema que facilita los pagos transfronterizos a las instituciones financieras.

- **USD Coin:** es una moneda estable totalmente respaldado por el dólar estadounidense, que mediante [Centre<sup>3</sup>](https://www.centre.io/usdc) que es el consorcio que mina el USDC, respaldan la moneda dejando un dólar en reserva por cada moneda.
- **Polkadot:** está diseñado para proporcionar interoperabilidad a otras cadenas de bloques. Una de sus características principales es su “*shared security*” que consiste en que los desarrolladores pueden crear sus propios *blockchains* manteniendo el acceso a la seguridad de Polkadot.
- **Uniswap:** es una plataforma *DeFi* (Finanzas descentralizadas) que corre sobre el *blockchain* de Ethereum donde los usuarios intercambian criptomonedas y tokens. UNI es el token de gobernanza de la plataforma que ofrece el derecho a votar a los usuarios sobre nuevos desarrollos y cambios en la plataforma.

---

<sup>3</sup> <https://www.centre.io/usdc>

## CAPÍTULO 3

# LA ADOPCIÓN DEL BLOCKCHAIN EN LOS MERCADOS FINANCIEROS

Siguiendo el planteamiento de *The State of play of blockchain technology in the financial services sector* realizado por Ali et al. en 2020, vamos a estudiar el estado actual de la tecnología que hemos descrito en el anterior capítulo para intentar entender su adopción, y así poder intentar sacar conclusiones en el siguiente capítulo.

Diferencia tres ramas del impacto del *blockchain* en los mercados financieros:

- Beneficios
- Retos
- Funciones

Además de esa división, posteriormente vamos a intentar analizar la adopción más detalladamente, diferenciando diferentes actores del mercado financiero como serían;

- Instituciones financieras
- Los bancos centrales, instituciones internacionales y gobiernos
- Empresas y particulares

Observamos la tabla 5 donde podemos ver los diferentes beneficios, retos y funciones del *blockchain* en el sector financiero, clasificado en diferentes categorías de influencia.

Tabla 5

*Los beneficios, retos y funciones del blockchain en el sector financiero*

Categoría	BENEFICIOS	RETOS	FUNCIONES
Personas	Confianza y privacidad		
Económica	Costes de transacciones más bajas		
Económica	Oportunidades especulativas		
Político	Gestión de almacenamiento de datos		
Financiera		Incidentes de seguridad y vulnerabilidad de los intercambios	
Regulatoria		Regulaciones gubernamentales	
Operacional		Escalabilidad	
Propiedad de los datos			Recursos de crédito
Compartir datos			Registro automático de datos
Innovaciones distribuidas			<i>Smart contract</i>

Tomado en *The state of play of blockchain technology in the financial services (p.8)*, por Ali et al., 2020

Se espera que el *blockchain* conlleve importantes beneficios a los consumidores, al actual sistema financiero y a la sociedad en general.

Uno de los principales retos del sector financiero es referente a la seguridad. El uso de la cadena de bloques proporciona una mayor seguridad en comparación al almacenamiento de todos los datos en una base central, y esto evitará los daños causados por los ataques a la base de datos (Park & Park, 2017).

Otros de los beneficios comentados en múltiples ocasiones durante el trabajo es la transparencia que conlleva el uso de la cadena de bloques. Esta transparencia se ve respaldada a la hora de que las transacciones son compartidas a toda la red, junto con cualquier información útil, lo que permite que todos los actores de la red estén informados de todo en su debido momento. La transparencia proyecta en este caso otro de los beneficios del *blockchain*, la confianza (Queiroz & Fosso Wamba, 2019).

Una vez examinadas las razones por las que los organismos están adoptando el *blockchain*, se concluyó que esta intención estaba relacionada con los beneficios de la reducción de costes, aumento de la seguridad, eficiencia y transparencia de las transacciones (Clohessy & Acton, 2019).

Si bien el riesgo de la tecnología *blockchain* se relaciona con los riesgos legales, técnicos, operativos y regulatorios, las oportunidades están relacionadas con sí el mercado adoptará la tecnología o no (Osmani et al., 2020). Dada esta afirmación, vamos a analizar como los diferentes actores han tratado la adopción de la tecnología emergente.

### 3.1. EL BLOCKCHAIN Y LAS INSTITUCIONES FINANCIERAS

La disrupción del *blockchain* en las instituciones financieras está remodelando la innovación tecnológica en el sector financiero (Cong & He, 2019). Asumiendo que los bancos son más conservadores que las *start-ups*, y que han intentado adaptar sus modelos a la tecnología *blockchain*, son pequeños los pasos que se han podido observar (Rajnak & Puschmann, 2020).

El *blockchain* en la industria financiera es de gran importancia y está condicionando fuertemente los mercados financieros. Hay una creciente emisión de monedas digitales, como antes hemos podido analizar, y las finanzas descentralizadas son cada vez más importantes. En caso de que la tecnología sea bien desarrollada en los siguientes años, las *DeFi* podría liderar un cambio de paradigma en la industria financiera, además de contribuir a una infraestructura financiera más robusta, accesible y transparente (Schär, 2021).

Todas las principales instituciones del mercado financiero están adoptando soluciones basadas en la tecnología *blockchain* mucho más rápidamente de lo que inicialmente se esperaba (Mauri et al., 2018). Dos estudios de mercado realizados por *IBM Institute for Business Value* (Bear et al.) subrayaron en 2017 que el 14% de las instituciones financieras y el 15% de los bancos esperaban tener el *blockchain* en producción y en escala comercial.

Según estos estudios, el 70% de los *early adopters* están priorizando esfuerzos en el *blockchain* en lugar de cambiar los roles de la jerarquía y confianza (Martin et al., 2018).

La motivación real para los bancos a la hora de adaptarse a esta nueva tecnología según Chan et al. (2020) son tres.

La primera es la reducción de costes. Muchas veces los bancos tienen que invertir una gran cantidad de dinero en una base de datos centralizada, siendo además muy caro su mantenimiento. A estos costes se le suman los costes de los recursos humanos que tienen. El *blockchain* puede solucionar este problema empleando una base de datos descentralizada, creando un modelo con costes más bajos y mayor transparencia.

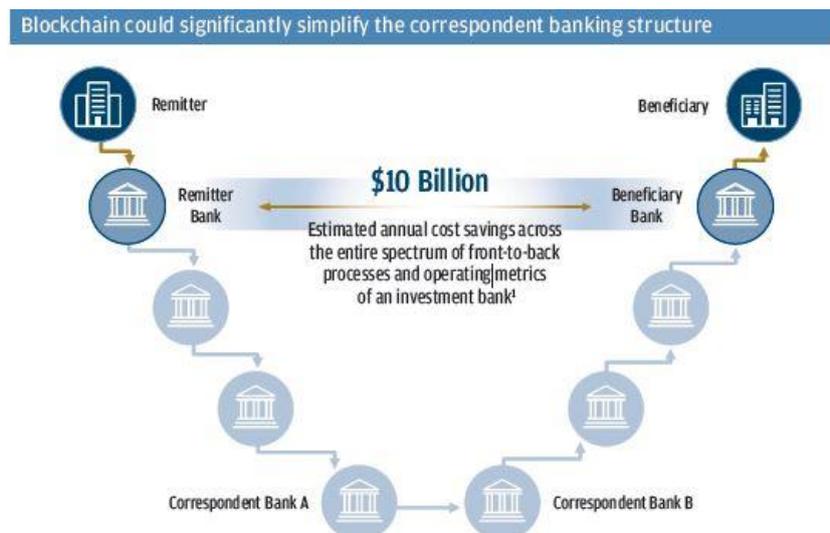
Segundo, puede controlar los riesgos más efectivamente. Los bancos llevan a cabo una gran monitorización y seguimiento del uso de los préstamos pero en realidad la operación no es tan eficaz. El *blockchain* permite transacciones directamente entre particulares con lo que elimina la necesidad de garantías crediticias por parte de los bancos como intermediarios. El riesgo de crédito es considerablemente reducido y la eficiencia de la gestión de fondos es mucho mayor.

Finalmente, incentiva la búsqueda de diferentes maneras de lucrarse. En el sector financiero, cada vez son más los gigantes de la industria que invierten en la tecnología *blockchain*, además de diferentes *start-ups*. En un entorno tan ferozmente competitivo, los bancos están obligados a buscar nuevos modelos innovadores para desarrollar productos financieros y expandir mercados que sigan siendo rentables.

En la figura 18 podemos observar la reducción de costes que se daría en la estructura bancaria. Eliminando muchos pasos en el proceso de cualquier transacción entre bancos, JP Morgan estima que se ahorrarían alrededor de 10 billones de dólares en costes de transacción.

Figura 18

La tecnología blockchain podría simplificar la estructura bancaria



Tomado de *Blockchain and the Decentralization revolution* por JP Morgan

Los productos y servicios ofrecidos por el sector financiero son considerados costosos e ineficientes (Pal et al., 2021). Ante esta situación, la tecnología está intentando dar respuesta a este problema. La cadena de bloques no es la única tecnología con esta intención. Por ejemplo, combinaciones de la tecnología *blockchain* con el *Big Data Analytics* han creado oportunidades para diferentes compañías *Fintech* a la hora de establecer servicios bancarios con menores costes (Hassani et al., 2018).

Además el *blockchain* es ejecutado por computadoras y es considerado como un proceso transparente, ya que los factores humanos como los sentimientos, los prejuicios personales pueden afectar en algunas operaciones eficientes (Burggraf et al., 2020).

Desde el nacimiento del *blockchain* muchos son los bancos que han invertido recursos en la búsqueda de adaptarse, claro ejemplo de ello son los siguientes casos.

Ya en el 2016, como anunciaba Heires (2016) el Banco Central de América tenía redactado ya 35 patentes relacionados a la cadena de bloques. Barclays, Citigroup, Goldman Sachs and UBS formaron el consorcio R3 CEV para explorar el potencial del *blockchain* para reducir costes. Además, la bolsa de valores NASDAQ respaldado por VISA lanzaron *Linq*, que se basa en la tecnología *blockchain*.

Muestra del aumento de inversión es también que la ASX Australiana (*Australian Securities Exchange*) ha anunciado que cambiará su sistema de compensación y liquidación por un nuevo sistema basado en la tecnología *blockchain* (Nfq Consultoría Financiera, n.d.). Esto conllevará una reducción de costes para sus clientes, desarrollo de nuevos servicios y mejor mantenimiento de registros y transacciones, además de ofrecer datos de mejor calidad. El gobierno federal Australiano apoya la implementación de esta tecnología, ya que fortalecerá el sistema financiero nacional.

IBM (*International Business Machines Corporation*) y JPX (*Japanese Exchange Group*) están colaborando en una plataforma de intercambios basado en el *blockchain*. Esto conllevará que la firma de todas las partes antes de acordar una transacción podrá evitar que las claves puedan ser robadas y así no haya problemas de cambios de propiedad (Jayasuriya Daluwathumullagamage & Sims, 2021).

La tecnología puede hacer que cambie la manera en la que se trabaja teniendo grandes consecuencias en la calidad del servicio final que se ofrece. El desafío deber ser diseñar la tecnología para hacer las cosas un poco más rápidamente. Si el servicio ofrecido no es constantemente mejorado, los competidores lo harán (Limehouse, 1999).

En la línea de lo anterior, *Know Your Customer* (KYC) es otra rama del sector bancario que está en constante mejora. Se conoce como el proceso de una empresa que identifica y verifica la identidad de sus clientes. El *blockchain* ha llegado con el potencial de innovar y transformar los procesos.

Actualmente, cada cliente son múltiples veces registrados por varios bancos (duplicado). Este proceso es repetitivo, costoso, reduce la satisfacción de los clientes, además de no tener ningún valor añadido para los bancos (Kirss & Milani, 2020).

Con una banca basada en la tecnología *blockchain*, los clientes deberían ser registrados una sola vez, ya que la red de la cadena de bloques no requeriría la repetición del registro (Jayasuriya Daluwathumullagamage & Sims, 2021). Actualmente proyectos como Tradle<sup>4</sup> y Cambridge Blockchain<sup>5</sup> están trabajando en la identificación del cliente mediante la tecnología *blockchain*.

Otro apartado a tener en cuenta es el de los pagos. Varios proyectos han sido lanzados para intentar mejorar el coste, eficiencia y la velocidad de los pagos. El mayor valedor en este apartado es Ripple. Un sistema RTGS (Real-time gross settlement system) que se estableció en 2012. Los bancos pueden hacer uso del servicio que puede beneficiar a sus clientes. Este sistema es mucho más rápido, eficiente y menos costoso.

Por otra parte, el Sistema Federal de Estados Unidos colaboró en este sentido en 2016 con IBM para intentar establecer un sistema de pago digital. Otros bancos como Deutsche Bank, BNP Paribas y Barclays Banks siguieron este movimiento (Jayasuriya Daluwathumullagamage & Sims, 2021).

España no ha sido menos en la adopción de la tecnología *blockchain* por parte de sus bancos principales. El Banco Santander entiende el impacto de la tecnología *blockchain* en los mercados financieros y es por eso que lanzaron el primer bono con tecnología *blockchain* de principio a fin. Para la emisión de dicho bono usaron el *blockchain* público de Ethereum. “Queremos aprovechar cualquier tecnología que acelere el proceso para que nuestros clientes progresen y sean más rápidos y eficientes” dijo el director financiero de Banco Santander (*Blockchain: Qué Es y Cómo Afecta Al Sector Financiero*, n.d.).

En 2020, Caixa Bank lanzó la plataforma *Blockchain we.trade* para ejecutar y financiar transacciones de comercio exterior de sus clientes empresa. El objetivo era ayudar a la internacionalización del negocio de las compañías. Este lanzamiento pone a disposición de los clientes una solución para activar contratos digitales y vincular la operación comercial a la financiación o el pago. Ofrece rapidez, seguridad y simplicidad. Fue uno de los primeros bancos europeos en incorporar la tecnología *blockchain* a sus servicios (*CaixaBank Lanza La Plataforma “Blockchain” We.Trade Para Ejecutar y Financiar Transacciones de Comercio Exterior de Sus Clientes Empresa*, n.d.).

La tecnología *blockchain* ha transformado la manera de operar del servicio bancario y financiero en un proceso de innovación llamado también *FinTech* (Kimani et al., 2020). Aunque el potencial de la tecnología *blockchain* promete ofrecer muchas mejoras, su implementación en el sector bancario sigue en una etapa inicial (Rekha & Resmi, 2021). No existe un consenso de los beneficios que realmente aporta.

---

<sup>4</sup> <https://tradle.io/>

<sup>5</sup> <https://www.cambridge-blockchain.com/>

### 3.2. LOS BANCOS CENTRALES, GOBIERNOS Y ENTIDADES INTERNACIONALES

Otro componente clave a tener en cuenta para poder estudiar la posible adopción de la tecnología *blockchain* en los mercados financieros, son los bancos centrales, las instituciones internacionales y los diferentes gobiernos.

Los bancos centrales son una pieza clave de la economía mundial. Son responsables a la hora de mantener la confianza de la moneda nacional y dar estabilidad a los precios. Pero hoy en día, los bancos centrales están variando sustancialmente su estructura y propósito. Se enfrentan a problemas complejos ya que deben diseñar políticas para cada una de sus principales funciones, y la adaptabilidad es necesaria (*Issues in the Governance of Central Banks*, 2009).

Como autoridad monetaria, a veces fallan a la hora de contener crisis macroeconómicas que podrían derivarse de una toma de riesgos excesiva, a través de herramientas de política monetaria no convencionales, como son las tasas negativas o la flexibilización cuantitativa (QE). Estas medidas, en tiempos de dificultades financieras o de alta volatilidad, dan resultados negativos (Hayes, 2016). Otros problemas son en cambio por el largo número de intermediarios financieros.

Además de las altas tarifas, y tasas que se pagan por los servicios de intermediación financiera, añadido al costo del cumplimiento normativo, existen demoras, trámites onerosos y oportunidades para el fraude (Peterson K Ozili, n.d.).

La piedra angular de las operaciones de cualquier banco es su propio modelo de negocio, que es el proceso y la actividad en torno a la infraestructura del sistema de pago (Holotiuk et al., n.d.). Es por eso que los bancos centrales podrían también innovar en cuyos sistemas creando nuevos modelos de negocio basados en la tecnología *blockchain*, que es la tecnología que viene a empujar la adopción DLT (*Distributed Ledger Technology*) por parte de la industria bancaria. Esto posibilitará una manera diferente de realización y seguimiento de las transacciones financieras pudiendo llegar a amenazar la naturaleza centralizada del sistema financiero de los bancos centrales (Del Río, 2017).

Adicionalmente, la innovación combinada de la tecnología *blockchain* con el Big Data, podría ayudar a los bancos en la creación de sistemas de valor compartidos y mejorar la cooperación de las agencias regulatorias, y en consecuencia los mercados financieros.

Los Bancos Centrales de todo el mundo están explorando las monedas digitales. El Reino Unido, Canadá, Rusia, Australia, Suecia y China entre otros, estudian los riesgos y beneficios que acarrearía la adopción de esta nueva tecnología, además de los potenciales efectos en su economía y estabilidad financiera (World Bank Group, 2017).

El Banco Central Europeo (BCE) afirma que la digitalización ha llegado a cada rincón de nuestras vidas transformando la manera en la que pagamos. En esta nueva era, creen que un euro digital podría garantizar a los ciudadanos de la zona euro una nueva manera de pago simple, universalmente aceptado, seguro y sin un coste añadido. Pero en este sentido, el Banco Central Europeo no apoya la creación de una criptomoneda, ya que el euro digital no es una criptomoneda.

La volatilidad de las criptomonedas, que dificultan su uso para algunos aspectos contables, y la falta de una institución pública que respalde la criptomoneda hacen que el Euro Digital no sea una criptomoneda (Central Bank, 2020). Buscan que el euro digital tenga el mismo nivel de confianza que el euro físico, ya que ambos están respaldados por el BCE.

El Euro Digital será el símbolo digital del progreso y de la integración de Europa, afirma Fabio Panetta – miembro de la junta ejecutiva (*Committee on Economic and Monetary Affairs - Multimedia Centre*, n.d.).

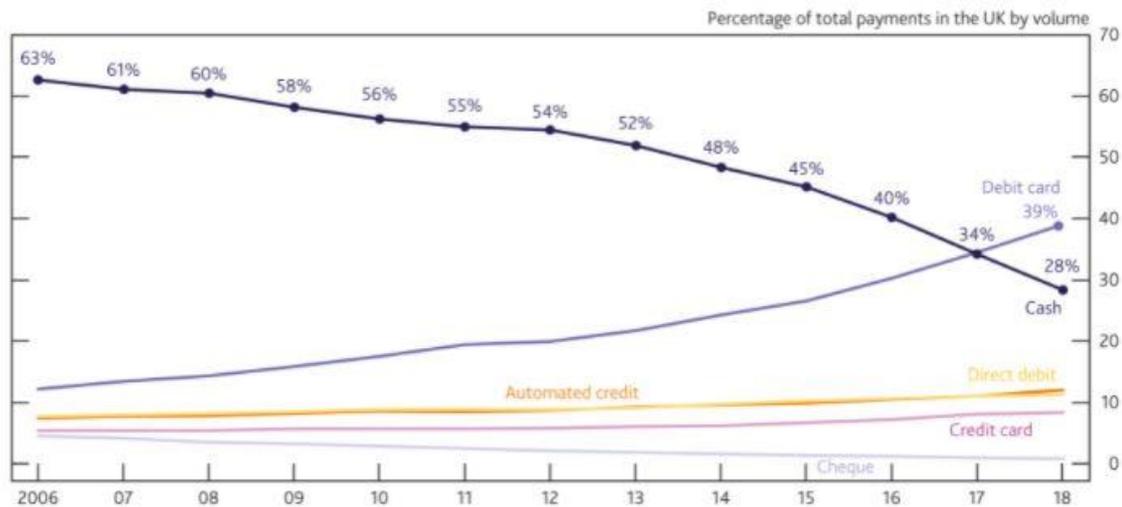
Los inconvenientes del Banco Central respecto a las criptomonedas son:

- Ninguna institución pública lo respalda
- No es una forma de pago generalmente aceptada
- Los usuarios no están protegidos
- Es demasiado volátil

El Banco de Inglaterra en la línea del Banco Central Europeo, afirma que el dinero y la manera de realizar los pagos están evolucionando. Como podemos observar en la figura 19, la utilización del dinero en efectivo se redujo considerablemente, desde el 63% en 2006 hasta el 28% en 2018.

Figura 19

El medio de pago utilizado en Reino Unido en porcentaje respecto al volumen total



Tomado de *Central Bank Digital Currency* por Bank of England

<https://www.bankofengland.co.uk/paper/2020/central-bank-digital-currency-opportunities-challenges-and-design-discussion-paper>

Para dar solución a dicho problema, *Bank Of England* ha decidido introducir el CBDC (*Central Bank Digital Currency*). Trata de una moneda digital para que los hogares y las empresas realicen los pagos necesarios. Busca crear nuevas oportunidades de

pago, siempre persiguiendo el objetivo principal de mantener los precios y todo el sistema financiero estable (Bank of England, 2020).

Aun así, todavía no han tomado una decisión y tienen que estudiar con las partes interesadas los beneficios y riesgos que conllevaría la introducción de la moneda digital.

Por parte del Banco de España, en 2018 junto a la CNMV (Comisión Nacional de Mercado de Valores), y tras la gran subida de los precios de las criptomonedas en 2021, recordaron de nuevo el alto riesgo que conllevan. Las criptomonedas carecen de valor intrínseco, convirtiéndose en inversiones altamente especulativas (de España, n.d.).

El informe afirma que la compra o inversión en las criptomonedas implica tener una amplia información acerca del tema, ya que los riesgos asociados son muchos, como serían la pérdida o fraude.

Por parte de los diferentes gobiernos del mundo, intentar entender los potenciales riesgos y beneficios que tiene la tecnología *blockchain* ha sido todo un reto.

Son cada vez más gobiernos los que aceptan la realizar los pagos de los impuestos en criptomonedas. Es el caso de Suiza que permite pagar los impuestos mediante Bitcoin y Ether. Suecia por su parte yendo un poco más lejos, estaba estudiando la manera de introducir una moneda digital en su sistema de finanzas (*Más Gobiernos Europeos Aceptan Pagos de Impuestos En Criptomonedas*, n.d.)

En 2016, Sir Mark Walport, el jefe del gobierno de Reino Unido en cuanto a la ciencia, afirmaba que esta nueva tecnología tenía el potencial de transformar la relación existente entre los gobiernos y la población, en cuanto al intercambio de información, transparencia y confianza (*Distributed Ledger Technology: Beyond Block Chain - GOV.UK*, n.d.). Pero en esta línea, el gobierno de Reino Unido realizó un estudio analizando las aplicaciones de esta tecnología en los gobiernos. Entre los beneficios citados destacan:

- Reducción de la fricción en el mercado, ayudando a las pequeñas y medianas empresas a interactuar con autoridades locales e internacionales
- Mayor transparencia en las transacciones entre agencias gubernamentales y los ciudadanos
- Mejor inclusión financiera de la población que actualmente se encuentra fuera de ella

Un gran número de solicitantes de asistencia social no cuentan con servicio bancarios o están insuficientemente “bancarizados”. Con esta tecnología se debería enfrentar las barreras a una mayor inclusión financiera de esta parte de la población, además de tener una mejor verificación de los créditos y los costes de transacciones no autorizadas. Una identidad digital podría hacer que las personas que no cuentan con los servicios bancarios necesarios fuesen más integradas en el sistema financiero, recibiendo directamente, mediante aplicaciones derivadas de esta tecnología, los beneficios de la asistencia social (Walport, 2016).

El 9 de Junio de 2021, El Salvador fue el primer país del mundo en autorizar el Bitcoin de forma legal, pero no las demás criptomonedas (BBC News Mundo, n.d.). Aunque cabe destacar que el presidente de El Salvador, Nayib Bukele afirmó que

nadie recibiría Bitcoin si no lo desease, haciendo su uso totalmente opcional. Y es que Bukele afirma que alrededor del 70% de la población de El Salvador carece de acceso a los servicios financieros tradicionales (BBC News Mundo, n.d.). Además, en las economías emergentes, en las que la presencia bancaria es muy inferior a los países desarrollados y la dependencia a la inversión extranjera es mucho mayor, las criptomonedas presentan una gran oportunidad.

Por parte del Fondo Monetario Internacional, la noticia de El Salvador ha sido recibida con gran preocupación. El portavoz del FMI Gerry Rice afirma que “la adopción del bitcoin como moneda de curso legal plantea una serie de cuestiones macroeconómicas, financieras y legales que requieren un análisis muy cuidadoso” (CNN, 2021). Se ha unido al FMI el Banco Mundial, rechazando ofrecer ayuda a El Salvador, a la hora de dar apoyo a esta nueva medida tomada por el país emergente. El Banco Mundial dijo que dadas las deficiencias medioambientales y de transparencia que tiene el bitcoin, no era algo que podía apoyar (France 24, 2021).

En cambio, ¿son el Bitcoin y las criptomonedas algo que el Banco Mundial esté obligado a aceptar?

Los artículos que regulan la constitución del Fondo Monetario Internacional fueron adoptados el 22 de Julio de 1944. Originalmente fueron aceptadas por 29 países y desde entonces lo han firmado y rectificado un total de 190 países miembros (Woolley, 2020). Y en sus documentos describe los procedimientos por los cuales el Banco Mundial se compromete a colaborar con los gobiernos soberanos.

En el documento de los acuerdos del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), institución del Banco Mundial, afirma en la sección 12 del Art.5 *Form of Holdings currency* (1945):

***“El Banco aceptará por parte de cualquier miembro, cualquier parte de la moneda del miembro, (...), pagarés u obligaciones similares emitidas por el Gobierno del miembro (...) y serán pagados en su valor nominal en la cuenta del Banco en el depositario designado”***

Mediante este artículo, el banco permite pagos mediante la moneda del país miembro, además de permitir a los bancos centrales el pago de pagarés u obligaciones mediante sus reservas.

El Art. 9 va más allá y afirma que pagos realizados al banco por los miembros deberían ser constantemente revalorizados. Si la moneda local lo ha aceptado, el Banco Mundial debería hacer lo mismo y devolver las ganancias:

***“Siempre que el valor nominal de la moneda de un miembro aumente, El Banco devolverá a dicho miembro dentro de un tiempo razonable una cantidad de la moneda de ese miembro equivalente al aumento del valor de dicha moneda”*** (International Bank for Reconstruction and Development Articles of Agreement, 1945).

Todo esto dependerá obviamente, de si el Banco Mundial decide aceptar la soberanía de el Salvador para decidir su propia moneda.

En cuanto a que el Banco Mundial no puede apoyar el Bitcoin por sus problemas de transparencia y medioambientales, Rivers (2021) en el artículo de la revista mundialmente reconocida Forbes, aclaró que el Banco Mundial acepta pagos mediante el oro cuando su minería representa una emisión de 0,8 toneladas de CO2 por cada onza de oro producida (S&PGlobal, 2021). Por otra parte, el Banco Mundial

ha invertido 12 billones de dólares en proyectos de combustible fósil, siendo casi el 6% de su cartera de inversión (*UN Chief Warns Development Banks to Stop Backing Fossil Fuels | Climate Change | Al Jazeera*, n.d.).

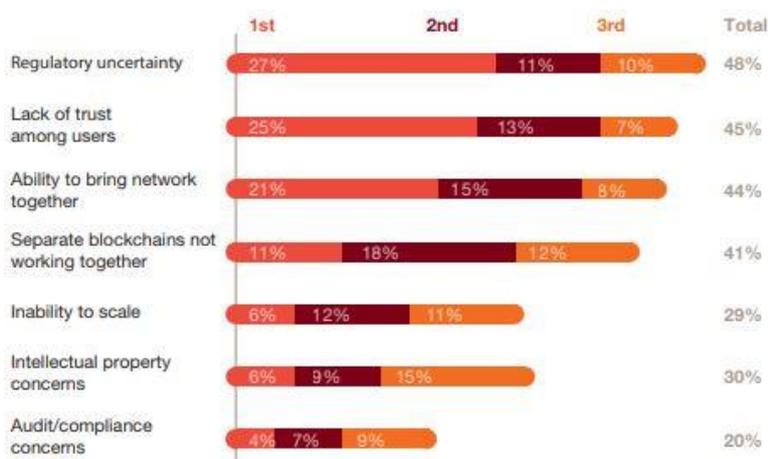
Muestra una contradicción por parte del Banco Mundial no aceptar el Bitcoin por sus problemas medioambientales mientras cuenta con proyectos que no cuidan especialmente dicho apartado.

### 3.3. EMPRESAS Y PARTICULARES

Actualmente, múltiples líderes de diversas industrias están analizando la tecnología *blockchain* (Mauri et al., 2018). Varias empresas han decidido invertir en implementar la tecnología de la cadena de bloques, mientras otras muchas organizaciones aceptan ya el pago mediante Bitcoin del cliente.

Figura 20

Las principales barreras a la adopción del *blockchain* por parte de las empresas



Tomado de *PwC's Global Blockchain Survey* por PwC

<https://www.pwccn.com/en/research-and-insights/publications/global-blockchain-survey-2018/global-blockchain-survey-2018-report.pdf>

En la figura 20 observamos las principales barreras que tienen las empresas a la hora de adaptarse al *blockchain*. En el estudio realizado a 600 directivos de diferentes empresas por parte de la auditoría reconocida PwC, encontraron las siguientes principales barreras a la adopción de cadena de bloques:

- La incertidumbre regulatoria
- Falta de confianza por parte de los usuarios
- La capacidad para unir la red
- Cadenas de bloques separadas que no funcionan juntas

La definición del *blockchain* trae en gran parte añadida la confianza. Pero en realidad, las compañías hacen frente a la falta de confianza hacia esta nueva tecnología. Como en cualquier tecnología emergente, los retos y las dudas rodean a su desarrollo inicial

y en este caso a su capacidad de seguridad, velocidad y escalabilidad. Además, son varias las compañías que le atribuyen falta de estandarización, y una potencial falta de interoperabilidad entre diferentes cadenas de bloques.

Además de ello, en el mismo estudio, hace referencia a los factores que estancan el progreso del *blockchain* en las compañías que lo han adoptado. Entre dichos factores encontramos:

- El alto coste
- Inseguridad de como empezar
- Falta de gobernanza
- Los usuarios no ven beneficio

En cuanto a las empresas reconocidas mundialmente que han decidido usar la tecnología *blockchain* para crear servicios destacamos la compañía informática Microsoft, y el caso de Amazon y Samsung.

Microsoft decidió lanzar Microsoft Azure, un servicio para crear soluciones en la nube seguras y preparadas para el futuro. Permite crear aplicaciones nativas de nube para poder transformar las ideas de las organizaciones en aplicaciones más rápidamente (*Servicios de Informática En La Nube | Microsoft Azure*, n.d.).

Amazon por su parte, apuesta por *Amazon Managed Blockchain*, para crear y administrar redes de *blockchain* escalables. Está pensado para la comercialización y transferencia de recursos, para facilitar que varias organizaciones, como importadores, exportadores, bancos, compañías navieras y departamentos de aduana trabajen de forma conjunta. También ofrece soluciones para la venta al por menor, mejorando los programas de fiabilidad de clientes. Por último y no menos importante, ayuda a las pequeñas empresas que suelen depender de cadenas de suministro en donde no hay una única entidad que controle el movimiento integral de la mercancía de la red. Así dichas empresas pueden implementar rápidamente una *blockchain* en la red de suministro para proporcionar mayor transparencia, registro en tiempo real y un seguimiento de la mercadería en su envío (Cj, 2020).

Por último, la empresa Samsung, ofrece un servicio para mantener a salvo tus activos de valor con *Samsung Blockchain*. Ofrece el *Samsung Blockchain Wallet* para que el usuario pueda hacer una gestión segura de sus activos virtuales utilizando simplemente su *smartphone* (*Samsung Blockchain | Apps - The Official Samsung Galaxy Site*, n.d.).

Son varias las empresas que ya han aceptado el pago en sus tiendas o en sus servicios mediante el uso del Bitcoin. El caso más famoso, por el efecto que se le atribuye a su dueño en el precio del Bitcoin, es la empresa de Elon Musk, Tesla. Otras empresas que han seguido esta línea son Paypal, Rakuten, Starbucks o Nordstrom (*Customers Can Spend Bitcoin At Starbucks, Nordstrom And Whole Foods, Whether They Like It Or Not*, n.d.).

En cuanto a los particulares o la población en su conjunto, la manera en la que se realizan los pagos, o el uso general de la moneda ha cambiado totalmente. Siendo claro ejemplo de ello los países como Canadá, que se considera el país que menos emplea la moneda física. De media, cada habitante tiene 2 tarjetas de crédito. Seguido se encuentra Suecia, que actualmente el 59% de las transacciones se hacen mediante métodos de pago digitales. El país que completa el “podium” es Reino Unido, donde el

47% de la población afirma que conoce como realizar los pagos con su *smartphone* (*What Are the Worlds Most Cashless Countries?*, n.d.).

Uno de los problemas de las criptomonedas en la sociedad, o del Bitcoin en este caso de estudio, es la extrema volatilidad que se le atribuye, que puede tener su origen en la excesiva influencia que puede tener el sentimiento de la sociedad en su precio.

El sentimiento microeconómico, que reflejaría las preocupaciones de la vida cotidiana en el hogar, como la búsqueda de empleo, el desempleo, y la deuda de las tarjetas de crédito, tiende a tener un impacto mayor en el Bitcoin que el sentimiento macroeconómico (Burggraf et al., 2020).

Este sentimiento microeconómico tendría un impacto negativo en el retorno del Bitcoin en el caso de Estados Unidos. La relación causal es unidireccional, del sentimiento al Bitcoin, pero no viceversa (Burggraf et al., 2020).

En esta línea de adaptación de la sociedad a esta nueva era, un nuevo estudio afirma que 46 millones de ciudadanos americanos poseen hoy en día al menos el Bitcoin. *New York Digital Investment Group* realizó un estudio en el que de la muestra realizada concluyó que el 65% deseaba conocer más acerca del Bitcoin y el 82% esperaba que su asistente financiero tuviera un conocimiento profundo acerca de la criptomoneda (“CAPTRUST FINANCIAL ADVISORS,” n.d.).

Un estudio realizado por Mastercard mostró que el 80% de los consumidores “millennials” estaban interesados en el aprendizaje de la criptomoneda, para poder entenderlo mejor, ya que el 75% respondió que si tuvieran mejor conocimiento de las criptomonedas harían mayor uso de ellos (*About 46 Million Americans Now Own Bitcoin | Nasdaq*, n.d.).

Podemos observar como las empresas y la sociedad en su conjunto están haciendo un esfuerzo para entender la tecnología *blockchain* y sus productos derivados. Pero al tratarse de una tecnología en una etapa muy inicial, existe un gran desconocimiento acerca del tema. A medida que las grandes organizaciones sigan aceptando el uso de criptomonedas, a la vez que se normalice el uso de la cadena de bloques en la construcción de aplicaciones prácticas del día a día, su uso se podrá normalizar.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES

La conclusión principal es que la tecnología *blockchain* es todavía una tecnología emergente. Aunque en la última década haya crecido significativamente, como hemos podido ver en múltiples evidencias, se trata de una tecnología que todavía no ha podido expresar todo su potencial. Varios estudios concluyen remarcando que seguir realizando estudios acerca de su potencial es necesario.

En el capítulo 3 hemos podido observar los diferentes puntos de vista y varios ejemplos de la adopción de los actores de los mercados financieros respecto a la tecnología *blockchain*. La descentralización que acarrea este cambio, amenaza con cambiar la estructura de los mercados financieros tal y como los conocemos. Aunque sea alta la incertidumbre que acarrea esta nueva tecnología, varias son las evidencias del creciente interés por parte de las organizaciones, gobiernos y la sociedad en su conjunto a la hora de entender la tecnología e intentar adaptarse al cambio.

Figura 20

La jerarquía del dinero basado en el aforismo de Jyman Minsky

#### The Hierarchy of Money

- The private sector “leverages” the government’s money
- Layering of IOUs with differing degrees of acceptability
- But private sector cannot create net financial assets
- Only one final means of payment



Tomado en [https://www.slideshare.net/MitchGreen/money-is-no-object/13-The Hierarchy of Money The](https://www.slideshare.net/MitchGreen/money-is-no-object/13-The-Hierarchy-of-Money-The)

La pirámide que observamos en la figura 20 es la pirámide de la jerarquía del dinero. Se basa en el aforismo de Hyman Minsky que reafirma que “Cualquiera puede crear dinero, el problema radica en conseguir que alguien lo acepte” (Bell, 2005).

Los pasivos emitidos de los que se hallan en la cúspide, que es el gobierno seguido por los bancos, son más aceptables y poseen mayor solvencia crediticia. Las promesas de los bancos son casi tan líquidas como el dinero estatal y ocupan este lugar por el apoyo que tienen del banco central.

Paul Davidson (1972) opinaba que la confianza es un atributo crítico para la aceptación del dinero: si la comunidad perdiera la confianza en la capacidad de las instituciones estatales para hacer cumplir los contratos, el sistema monetario entraría en decadencia. En términos más generales, el origen y la aceptabilidad del dinero

dependen de convenciones sociales espontáneas y no únicamente de la fuerza coactiva del estado.

Como conclusión personal, creo que el nacimiento del *blockchain*, y su derivada moneda digital conocida como las criptomonedas nacen de la necesidad de la sociedad de buscar soluciones alternativas al sistema financiero.

Los bancos centrales, las instituciones financieras y los gobiernos se han visto obligados a reformular su manera de trabajar, por la amenaza de esta nueva tecnología. Uno de los principales problemas dicha tecnología, es el comportamiento de la sociedad ante un cambio inminente.

La incertidumbre y la posible falta de legitimidad que puede conllevar la creación de formas de pago derivadas de la sociedad o de la base de la pirámide de la jerarquía del dinero, hace que el miedo al cambio o a lo desconocido sea aún más elevado todavía. Aunque haya un choque de intereses, y no se pueda vaticinar el futuro que tendrá el *blockchain*, está claro que ya es una realidad del mundo tecnológico, económico y financiero.

Como comentan diversos estudios, al ser una tecnología muy reciente, y aunque los estudios acerca del tema son cada vez más numerosos, seguir estudiando e investigando sus posibles aplicaciones prácticas, beneficios, riesgos, y el impacto que puede conllevar al sector financiero, empresarial, y a la sociedad en su conjunto es necesario.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros y artículos

- Ahluwalia, S., Mahto, R. V., & Guerrero, M. (2020). Blockchain technology and startup financing: A transaction cost economics perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119854. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119854>
- Ansaldi Oliva, G., Hassan, A. E., Oliva, G. A., & Ming Jiang, Z. (n.d.). An Exploratory Study of Smart Contracts in the Ethereum Blockchain Platform Software Ecosystems View project Blockchain analytics View project An Exploratory Study of Smart Contracts in the Ethereum Blockchain Platform. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/s10664-019-09796-5>
- Antonopoulos, A. M. (2018a). *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts And Dapps* [CLICK HERE FOR DOWNLOAD](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nJJ5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR4&dq=ethereum&ots=uBIJiol3pN&sig=wQSzPOv-Au9PUyHWMD0eVLIN75M).  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nJJ5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR4&dq=ethereum&ots=uBIJiol3pN&sig=wQSzPOv-Au9PUyHWMD0eVLIN75M>
- Ballis, A., & Drakos, K. (2021). The explosion in cryptocurrencies: a black hole analogy. *Financial Innovation*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-020-00222-0>
- Bank of England. (2020). Central Bank Digital Currency Opportunities, challenges and design. *Bank of England Discussion Paper, March*, 77–82.
- Baur, D. G., Hong, K. H., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.004>
- Bell, S. A. (2005). The Hierarchy of Money. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.96845>
- BLOCKCHAINS UNCHAINED: The Implications of Blockchain Technologies for the Public Sector*. (2018). <http://oe.cd/opsi-blog>
- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, technology, and governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213–238. <https://doi.org/10.1257/jep.29.2.213>
- Bouri, E., Gupta, R., Lahiani, A., & Shahbaz, M. (2018). Testing for asymmetric nonlinear short- and long-run relationships between bitcoin, aggregate commodity and gold prices. *Resources Policy*, 57, 224–235. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.03.008>
- Burggraf, T., Huynh, T. L. D., Rudolf, M., & Wang, M. (2020). Do FEARS drive Bitcoin? *Review of Behavioral Finance*. <https://doi.org/10.1108/RBF-11-2019-0161>
- Burniske, C., ark, A. W.-A. I. (January 2017) <https://research.>, & 2017, undefined. (n.d.). BITCOIN: RINGING THE BELL FOR A NEW ASSET CLASS. In *j2-capital.com*. Retrieved June
- Central Bank, E. (2012). *MONEY AND CREDIT GROWTH AFTER ECONOMIC AND FINANCIAL CRISES - A HISTORICAL GLOBAL PERSPECTIVE*.
- Central Bank, E. (2020). *Report on a digital euro*.
- Chen, T., Li, Z., Zhu, Y., Chen, J., Luo, X., Lui, J. C. S., Lin, X., & Zhang, X. (2020). Understanding Ethereum via Graph Analysis. *ACM Transactions on Internet Technology*, 20(2).

- Clemons, E. K., Dewan, R. M., Kauffman, R. J., & Weber, T. A. (2017). Understanding the Information-Based Transformation of Strategy and Society. *Journal of Management Information Systems*, 34(2), 425–456. <https://doi.org/10.1080/07421222.2017.1334474>
- Clohessy, T., & Acton, T. (2019). Investigating the influence of organizational factors on blockchain adoption: An innovation theory perspective. *Industrial Management & Data Systems*, 119(7), 1457–1491. <https://doi.org/10.1108/IMDS-08-2018-0365>
- Cong, L. W., & He, Z. (2019). Blockchain Disruption and Smart Contracts. In *Review of Financial Studies* (Vol. 32, Issue 5, pp. 1754–1797). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz007>
- Corbet, S., Lucey, B., Urquhart, A., & Yarovaya, L. (2019). Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis. *International Review of Financial Analysis*, 62, 182–199. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.09.003>
- de España, C.-B. (n.d.). *Comunicado conjunto de la CNMV y del Banco de España sobre “criptomonedas” y “ofertas iniciales de criptomonedas” (ICOs)*.
- Del Río, C. A. (2017). Use of distributed ledger technology by central banks: A review. *Enfoque UTE*, 8(5), 1–13. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n5.175>
- Du, W. (Derek), Pan, S. L., Leidner, D. E., & Ying, W. (2019). Affordances, experimentation and actualization of FinTech: A blockchain implementation study. *Journal of Strategic Information Systems*, 28(1), 50–65. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.10.002>
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar - A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>
- Gervais, A., Karame, G. O., Capkun, V., & Capkun, S. (2014). Is Bitcoin a Decentralized Currency? *IEEE Security and Privacy*, 12(3), 54–60. <https://doi.org/10.1109/MSP.2014.49>
- Ghiro, L., Restuccia, F., D’Oro, S., Basagni, S., Melodia, T., Maccari, L., & Cigno, R. Lo. (2021). *What is a Blockchain? A Definition to Clarify the Role of the Blockchain in the Internet of Things*. <http://arxiv.org/abs/2102.03750>
- Giudici, G., Milne, A., & Vinogradov, D. (2020). Cryptocurrencies: market analysis and perspectives. In *Journal of Industrial and Business Economics* (Vol. 47, Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40812-019-00138-6>
- Hassani, H., Huang, X., & Silva, E. (2018). Banking with blockchain-ed big data. In *Journal of Management Analytics* (Vol. 5, Issue 4, pp. 256–275). <https://doi.org/10.1080/23270012.2018.1528900>
- Hayes, A. (2016). Decentralized banking: Monetary technocracy in the digital age. *New Economic Windows*, 121–131. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42448-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42448-4_7)
- Hileman, G., Alternative, M. R.-C. C. for, & 2017, undefined. (n.d.). GLOBAL CRYPTOCURRENCY BENCHMARKING STUDY 2 3 Global Cryptocurrency Benchmarking Study. In *crowdfundinsider.com*. Retrieved June 18, 2021, from <https://www.crowdfundinsider.com/wp-content/uploads/2017/04/Global-Cryptocurrency-Benchmarking-Study.pdf>
- Holotiuk, F., Pisani, F., & Moormann, J. (n.d.). *The Impact of Blockchain Technology on Business*

- Introducing Ethereum and Solidity Foundations of Cryptocurrency and Blockchain Programming for Beginners*-Chris Dannen. (2017). <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2535-6>
- Issues in the Governance of Central Banks*. (2009). <https://www.bis.org/publ/othp04.htm>
- Jayasuriya Daluwathumullagamage, D., & Sims, A. (2021). Fantastic Beasts: Blockchain Based Banking. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(4), 170. <https://doi.org/10.3390/jrfm14040170>
- Kehrli, J., & Ch, N. (2016). *Blockchain 2.0 Blockchain 2.0-From Bitcoin Transactions to Smart Contract applications*. <http://www.slideshare.net/JrmeKehrli/blockchain-20-69472625>.
- Kimani, D., Adams, K., Attah-Boakye, R., Ullah, S., Frecknall-Hughes, J., & Kim, J. (2020). Blockchain, business and the fourth industrial revolution: Whence, whither, wherefore and how? *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120254. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120254>
- Kirss, K. K., & Milani, F. (2020). Using Blockchain Technology to Redesign Know-Your-Customer Processes Within the Banking Industry. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 397, 251–262. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66498-5\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66498-5_19)
- Kyun Kim, S., Ma, Z., Murali, S., Mason, J., Miller, A., & Bailey, M. (2018). Measuring Ethereum Network Peers. *Proceedings of the Internet Measurement Conference 2018*, 14. <https://doi.org/10.1145/3278532.3278542>
- Lamport, L., Shostak, R., & Pease, M. (1982). *The Byzantine Generals Problem*.
- Lewis, R., McPartland, J., Ranjan, R., Lewis, R., & McPartland, J. (2017). Blockchain and Financial Market Innovation. *Economic Perspectives*, 7, 2–12. [www.jpmmc-gcard.com](http://www.jpmmc-gcard.com)
- Li, J. P., Naqvi, B., Rizvi, S. K. A., & Chang, H. L. (2021). Bitcoin: The biggest financial innovation of fourth industrial revolution and a portfolio's efficiency booster. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120383. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120383>
- Limehouse, D. (1999). Know your customer. *Work Study*, 48(3), 100–102. <https://doi.org/10.1108/00438029910262518>
- Liu, Y., & Tsyvinski, A. (2021). Risks and Returns of Cryptocurrency. *The Review of Financial Studies*, 34(6), 2689–2727. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa113>
- Ma, Y., Ahmad, F., Liu, M., & Wang, Z. (2020). Portfolio optimization in the era of digital financialization using cryptocurrencies. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120265. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120265>
- Mariana, C. D., Ekaputra, I. A., & Husodo, Z. A. (2021). Are Bitcoin and Ethereum safe-havens for stocks during the COVID-19 pandemic? *Finance Research Letters*, 38, 101798. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101798>
- Marx, K. (n.d.). *El Capital (Libro Primero) El proceso de producción del Capital*. Retrieved June 15, 2021, from <http://www.feedbooks.com>
- Mauri, L., Cimato, S., & Damiani, E. (2018). A Comparative Analysis of Current Cryptocurrencies. *ICISSP 2018 - Proceedings of the 4th International Conference on Information Systems Security and Privacy, 2018-Janua*, 127–138. <https://doi.org/10.5220/0006648801270138>

- Osmani, M., El-Haddadeh, R., Hindi, N., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2020). Blockchain for next generation services in banking and finance: cost, benefit, risk and opportunity analysis. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(3), 884–899. <https://doi.org/10.1108/JEIM-02-2020-0044>
- Pal, A., Tiwari, C. K., & Behl, A. (2021). Blockchain technology in financial services: a comprehensive review of the literature. In *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing* (Vol. 14, Issue 1, pp. 61–80). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-07-2020-0039>
- Palencia Ramírez, A. (2019). *Influencia del marketing en los cambios en la alimentación*. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/38265>
- Park, J. H., & Park, J. H. (2017). Blockchain Security in Cloud Computing: Use Cases, Challenges, and Solutions. *Symmetry 2017*, Vol. 9, Page 164, 9(8), 164. <https://doi.org/10.3390/SYM9080164>
- Pereira de Silva, L. A., Frost, J., & Gambacorta, L. (2019). Welfare implications of digital financial innovation. *Bank for International Settlement*, 63(3), 1–8. <https://www.bis.org/speeches/sp191120.htm>
- Pérez Solà, C., & Herrera Joancomartí, J. (2014). *Bitcoins y el problema de los generales bizantinos*. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/40444>
- Peterson K Ozili, P. (n.d.). Blockchain Finance: Questions Regulators Ask. *International Finance Review*. Retrieved July 4, 2021, from [https://www.academia.edu/38843732/Blockchain\\_Finance\\_Questions\\_Regulators\\_Ask](https://www.academia.edu/38843732/Blockchain_Finance_Questions_Regulators_Ask)
- Queiroz, M. M., & Fosso Wamba, S. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. *International Journal of Information Management*, 46, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.021>
- Raj, A., Maji, K., & Shetty, S. D. (2021). Ethereum for Internet of Things security. *Multimedia Tools and Applications*, 80(12), 18901–18915. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-10715-4>
- Rajnak, V., & Puschmann, T. (2020). The impact of blockchain on business models in banking. *Information Systems and E-Business Management*, 1–53. <https://doi.org/10.1007/s10257-020-00468-2>
- Rankhambe, B. P., & Kaur Khanuja, H. (2019). A comparative analysis of blockchain platforms - Bitcoin and ethereum. *Proceedings - 2019 5th International Conference on Computing, Communication Control and Automation, ICCUBEA 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA47591.2019.9129332>
- Rekha, A. G., & Resmi, A. G. (2021). *An Empirical Study of Blockchain Technology, Innovation, Service Quality and Firm Performance in the Banking Industry* (pp. 75–89). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63149-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63149-9_5)
- revolution, B. P. the era of the fourth industrial, & 2018, undefined. (n.d.). Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution. *Library.Oopen.Org*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0194-0>
- Risius, M., & Spohrer, K. (2017). A Blockchain Research Framework: What We (don't) Know, Where We Go from Here, and How We Will Get There. *Business and Information Systems Engineering*, 59(6), 385–409. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0506-0>

- Sarkodie, S. A., Ahmed, M. Y., & Owusu, P. A. (2021). COVID-19 pandemic improves market signals of cryptocurrencies—evidence from Bitcoin, Bitcoin Cash, Ethereum, and Litecoin. *Finance Research Letters*, 102049. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102049>
- Schär, F. (2021). Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets. *Review*, 103(2). <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74>
- Singhal, B., Dhameja, G., & Panda, P. S. (2018a). *How Bitcoin Works*. 149–217. [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3444-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3444-0_3)
- Singhal, B., Dhameja, G., & Panda, P. S. (2018b). How Ethereum Works. In *Beginning Blockchain* (pp. 219–266). Apress. [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3444-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3444-0_4)
- Su, C. W., Qin, M., Tao, R., & Umar, M. (2020). Financial implications of fourth industrial revolution: Can bitcoin improve prospects of energy investment? *Technological Forecasting and Social Change*, 158, 120178. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120178>
- Szabo, N. (1994). *Smart contracts*. <https://doi.org/10.5553/oenf/157012472018026004005>
- Taskinsoy, J. (2021). Bitcoin Nation: The World's New 17th Largest Economy. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3794634>
- UN chief warns development banks to stop backing fossil fuels | Climate Change | Al Jazeera*. (n.d.). Retrieved July 5, 2021, from <https://www.aljazeera.com/economy/2020/10/13/un-chief-warns-development-banks-to-stop-backing-fossil-fuels>
- Walport, M. (2016). Distributed ledger technology: Beyond block chain. *Government Office for Science*, 1–88. <https://youtu.be/4sm5LNqL5j0>
- Wohrer, M., & Zdun, U. (2018). Smart contracts: Security patterns in the ethereum ecosystem and solidity. *2018 IEEE 1st International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering, IWBOSE 2018 - Proceedings, 2018-January*, 2–8. <https://doi.org/10.1109/IWBOSE.2018.8327565>
- Woolley, R. (2020). ARTICLES OF AGREEMENT. In *Find Your Way Around JCT 98* (pp. 31–32). <https://doi.org/10.4324/9780203302651-15>
- International Bank for Reconstruction and Development Articles of Agreement, (1945).
- World Bank Group. (2017). Distributed Ledger Technology (DLT) and Blockchain Acknowledgments III. *World Bank*, 1, 1–43. <http://documents.worldbank.org/curated/en/177911513714062215/pdf/122140-WP-PUBLIC-Distributed-Ledger-Technology-and-Blockchain-Fintech-Notes.pdf%0Awww.worldbank.org>
- Wright, C. S. (2019). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3440802>

## Webs

- About 46 Million Americans Now Own Bitcoin | Nasdaq.* (n.d.). Retrieved July 5, 2021, from <https://www.nasdaq.com/articles/about-46-million-americans-now-own-bitcoin-2021-05-14>
- Amazon Managed Blockchain.* (n.d.). Retrieved July 5, 2021, from <https://aws.amazon.com/es/managed-blockchain/>
- BBC News Mundo. (n.d.). *Bitcoin: El Salvador, el primer país del mundo en autorizar que la criptomoneda sea de curso legal.* Retrieved July 5, 2021, from <https://www.eleconomista.com.mx/mercados/El-Salvador-es-el-primer-pais-del-mundo-en-adoptar-bitcoin-como-una-moneda-de-curso-legal-20210609-0036.html>
- Blockchain: qué es y cómo afecta al sector financiero.* (n.d.). Retrieved July 3, 2021, from <https://www.santander.com/es/stories/blockchain-seguridad-y-transparencia-al-servicio-de-la-banca>
- CaixaBank lanza la plataforma “blockchain” we.trade para ejecutar y financiar transacciones de comercio exterior de sus clientes empresa.* (n.d.). Retrieved July 3, 2021, from [https://www.caixabank.com/comunicacion/noticia/caixabank-lanza-la-plataforma-blockchain-we-trade-para-ejecutar-y-financiar-transacciones-de-comercio-exterior-de-sus-clientes-empresa\\_es.html?id=42117#](https://www.caixabank.com/comunicacion/noticia/caixabank-lanza-la-plataforma-blockchain-we-trade-para-ejecutar-y-financiar-transacciones-de-comercio-exterior-de-sus-clientes-empresa_es.html?id=42117#)
- CAPTRUST FINANCIAL ADVISORS. (n.d.). *New York Digital Investment Group.* Retrieved July 5, 2021, from [www.captrustadvisors.com](http://www.captrustadvisors.com)
- CNN. (2021). *El FMI ve problemas en la adopción del bitcoin en El Salvador.* <https://cnnespanol.cnn.com/2021/06/11/bitcoin-el-salvador-problemas-fmi-reuters/>
- Committee on Economic and Monetary Affairs - Multimedia Centre.* (n.d.). Retrieved July 4, 2021, from [https://multimedia.europarl.europa.eu/en/committee-on-economic-and-monetary-affairs\\_20201012-1645-COMMITTEE-ECON\\_vd](https://multimedia.europarl.europa.eu/en/committee-on-economic-and-monetary-affairs_20201012-1645-COMMITTEE-ECON_vd)
- Customers Can Spend Bitcoin At Starbucks, Nordstrom And Whole Foods, Whether They Like It Or Not.* (n.d.). Retrieved July 5, 2021, from <https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2019/05/13/starbucks-nordstrom-and-whole-foods-now-accept-bitcoin-just-dont-ask-them/?sh=5358ae2e2252>
- Distributed ledger technology: beyond block chain - GOV.UK.* (n.d.). Retrieved July 5, 2021, from <https://www.gov.uk/government/news/distributed-ledger-technology-beyond-block-chain>
- Ethereum es Turing completo ¿y eso qué es? - elEconomista.es.* (n.d.). Retrieved June 28, 2021, from <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/8817210/12/17/Ethereum-es-Turing-completo-y-eso-que-es.html>
- France 24. (2021). *La Banque mondiale refuse d'aider le Salvador à adopter le bitcoin - France 24.* <https://www.france24.com/fr/info-en-continu/20210618-la-banque-mondiale-refuse-d-aider-le-salvador-a-adopter-le-bitcoin>
- How Is Bitcoin Different From The Dollar?* (n.d.). Retrieved June 18, 2021, from <https://www.forbes.com/sites/karlwhelan/2013/11/19/how-is-bitcoin-different-from-the-dollar/?sh=5c7ccf1a398f>
- Martin, A., Nagarajan, S., Pureswaran, V., & Soman, S. (2018). Building your

blockchain advantage - Fresh insights on how to create value, scale fast and open new markets. *IBM Institute for Business Value*. [www.ibm.com/blockchain](http://www.ibm.com/blockchain).

*Más gobiernos europeos aceptan pagos de impuestos en criptomonedas*. (n.d.).

Retrieved July 4, 2021, from <https://elpaisfinanciero.com/mas-gobiernos-europeos-aceptan-pagos-de-impuestos-en-criptomonedas/>

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin P2P e-cash paper* | Satoshi Nakamoto Institute.

<https://satoshi.nakamotoinstitute.org/emails/cryptography/11/>

Nfq Consultoría Financiera. (n.d.). *Cómo Blockchain está transformando los mercados financieros* - Nfq Consultoría Financiera. Retrieved July 3, 2021, from

<https://nfq.es/blog/blockchain-una-alternativa-real-viable-esta-transformando-los-procesos-tradicionales-los-mercados-financieros/>

PwC's. (2018). *PwC's Global Blockchain Survey 2018*. Retrieved July 19, 2021, from

<https://www.pwccn.com/en/research-and-insights/publications/global-blockchain-survey-2018/global-blockchain-survey-2018-report.pdf>

S&PGlobal. (2021). *Greenhouse gas and gold mines: Nearly 1 ton of CO2 emitted per ounce of gold produced in 2019* | S&P Global Market Intelligence. S&P Global.

<https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/blog/greenhouse-gas-and-gold-mines-nearly-1-ton-of-co2-emitted-per-ounce-of-gold-produced-in-2019>

*Samsung Blockchain | Apps* - The Official Samsung Galaxy Site. (n.d.). Retrieved July

5, 2021, from <https://www.samsung.com/global/galaxy/apps/samsung-blockchain/>

*Servicios de informática en la nube* | Microsoft Azure. (n.d.). Retrieved July 5, 2021,

from <https://azure.microsoft.com/es-es/>

*What are the worlds most cashless countries?* (n.d.). Retrieved July 5, 2021, from

<https://www.forexbonuses.org/cashless-countries/>