



Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Economía

**Impacto de las criptomonedas en la
economía internacional:**

El caso del Bitcoin

Presentado por:

Sara García Romo

Tutelado por:

Julio López Díaz

Valladolid, 2 de septiembre de 2020

RESUMEN

La aparición de las criptomonedas ha supuesto un antes y después en el panorama económico internacional, así como en el propio concepto del dinero. Gracias a un sofisticado sistema de seguridad denominado Blockchain, Bitcoin y, posteriormente, muchas otras criptomonedas han servido como medio de pago alternativo y depósito de valor a los agentes económicos frente a la inestabilidad e incertidumbre que presentan otras monedas de soporte físico durante tiempos de crisis. En la medida que el grado de aceptación de las criptomonedas se generalice podrá generar un impacto económico, desde el mercado de dinero, hasta el resto de la economía.

Palabras clave: Bitcoin, criptomonedas, Blockchain, economía, dinero.

Clasificación JEL: E41, E51, B22.

ABSTRACT

The beginning of cryptocurrencies has marked a significant change in the international economic panorama, as well as in the concept of money. Thanks to a sophisticated security system called Blockchain, Bitcoin and, later, many other cryptocurrencies have been used as an alternative means of payment and a store of value for economic agents in the face of the instability and uncertainty that other physical support currencies have during times of crisis. As the degree of acceptance of cryptocurrencies becomes general, they can generate an economic impact, from the money market to the rest of the economy.

Key words: Bitcoin, cryptocurrencies, Blockchain, economy, money.

JEL Classification: E41, E51, B22

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción, objetivos y metodología	7
2. El dinero y las Criptomonedas	8
2.1. Origen histórico del dinero y las criptomonedas.....	8
2.2. Características principales de las criptomonedas.....	11
2.3. Tipos de criptomonedas	13
2.3.1. Bitcoin	13
2.3.2. Ethereum.....	14
2.3.3. Litecoin.....	15
2.3.4. Ripple	15
2.3.5. Dogecoin	16
2.3.6. Dash.....	16
2.3.7. Monero.....	16
2.3.8. Petro.....	17
2.4. Tecnología Blockchain	17
2.4.1. Elementos de Blockchain	19
2.4.2. Funcionamiento	22
3. Comportamiento e impacto del Bitcoin y otras criptomonedas en la economía internacional.....	24
3.1. Comportamiento y cotización del Bitcoin	25
3.2. Impacto económico de Bitcoin sobre la economía internacional.....	27
3.2.1. Bitcoin en el Brexit	28
3.2.2. Bitcoin como refugio ante la devaluación del yuan chino	29
3.2.3. Cierre de MTGOX	30
3.2.4. Bitcoin y COVID-19	30
4. Un ejemplo de la importancia del sector financiero: Modelo de Racionamiento de Crédito	32
5. Conclusiones.....	42
Bibliografía	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Stock de Bitcoin emitido</i>	<i>26</i>
<i>Gráfico 2: Cotización del Bitcoin en USD</i>	<i>27</i>
<i>Gráfico 3: Relación entre el rendimiento esperado y el tipo de interés ...</i>	<i>38</i>
<i>Gráfico 4: Equilibrio con racionamiento de crédito</i>	<i>39</i>
<i>Gráfico 5: Comportamiento del mercado de dinero</i>	<i>41</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema sobre el funcionamiento de un hash criptográfico 20

Figura 2: Estructura del Árbol de Merkle 21

Figura 3: Proceso de firma digital en Blockchain 23

1. Introducción, objetivos y metodología

La globalización y la Cuarta Revolución Industrial han propiciado que la economía requiera la necesidad de evolucionar al mismo ritmo que lo hace la tecnología, la cual permite que surjan nuevas técnicas que faciliten los procesos productivos, el acceso a la información y las transacciones. En este último aspecto, hasta hace poco era el dinero que conocemos hoy en día el que cumplía la función de servir de medio de pago en los intercambios de bienes y servicios, ya sea en monedas, billetes o dinero bancario. De su producción, emisión y control se encargan las autoridades monetarias de cada potencia económica, como la Reserva Federal en Estados Unidos o el Banco Central Europeo en la Zona Euro. Estas instituciones son las encargadas de tomar las decisiones de política monetaria necesarias para conservar la validez y confianza de la moneda y mantener la estabilidad de precios en las economías en las que se emplea.

No obstante, con el paso del tiempo y tras la incertidumbre generada en las últimas recesiones en los sistemas capitalistas, principalmente tras la crisis económica y financiera del 2008, las divisas han dejado de ser consideradas completamente fiables como reserva de valor, al igual que otros activos que han funcionado tradicionalmente como tal, como el oro, que se usan como alternativa en tiempos de crisis. Por otro lado, el uso del dinero en metálico está en decadencia como resultado de la mejora en los procesos de pago telemáticos.

Esta serie de transformaciones y la revolución tecnológica han favorecido la aparición de una nueva forma de hacer transacciones entre los agentes económicos: las criptomonedas o monedas digitales, siendo Bitcoin la pionera a nivel mundial. Su funcionamiento es independiente de cualquier autoridad monetaria, no dispone de soporte físico y permite realizar transacciones desde cualquier parte del mundo.

Su alcance no ha pasado de inadvertido en la economía internacional y mueve ingentes cantidades de dinero por todo el mundo. De esta manera, resulta necesario estudiar en qué medida el mercado de Bitcoin y el resto de criptomonedas han generado un impacto en la economía internacional, siendo este el objetivo principal de este trabajo. Por otro lado, como objetivos

específicos de esta investigación se pretende explicar el funcionamiento del sistema que utiliza Bitcoin y las ventajas y desventajas que presenta.

La metodología que se ha empleado en este trabajo se basa por un lado, en un análisis puramente descriptivo del Bitcoin y las criptomonedas. Dentro de este enfoque descriptivo, el trabajo se orienta primeramente hacia una perspectiva cualitativa, con la consulta de fuentes oficiales en la recogida de información económica en torno a las criptomonedas, acudiendo a instituciones de relevancia económica como es el Banco de España; artículos académicos e informes de revistas científicas y artículos de prensa económica. Por otro lado, se expone un enfoque descriptivo cuantitativo a través de la recogida de datos disponibles en bases de datos presentes en blogs de inversión en criptodivisas. Adicionalmente se realiza un análisis teórico explicativo de la influencia de la aceptación de Bitcoin en la economía empleando los trabajos de economistas de relevancia en la materia y modelos habitualmente empleados en teoría económica.

La estructura del trabajo tras la introducción es la siguiente: en la sección 2 se expone la evolución del concepto de dinero, las criptomonedas definidas como una nueva forma de dinero, con sus características y tipos que existen, así como una explicación más técnica del sistema que sostiene su funcionamiento; en el epígrafe 3 se explica en concreto el comportamiento de Bitcoin y su impacto económico, mostrando casos reales de su influencia en la actualidad y en la sección 4 se utiliza un modelo que ejemplifique su influencia de forma teórica. En la sección 5, se exponen las conclusiones a las que se han llegado con la investigación. Finalmente, se ubican las referencias bibliográficas.

2. El dinero y las criptomonedas

2.1. Origen histórico del dinero y las criptomonedas.

Siguiendo a Domingo (2018), para poder explicar que son las criptomonedas y su funcionamiento, se debe comprender la importancia y el funcionamiento del dinero ordinario, y como el propio concepto se ha desvirtuado a lo largo del tiempo desde la prehistoria hasta la crisis económica del 2008 y el dinero digital.

De esta manera, el dinero propiamente dicho no siempre ha existido. El primer método de contraprestación en una transacción económica era el trueque, basado en un intercambio doble de mercancías donde el interés de dicha transacción residía en los dos artículos de manera simultánea.

Sin embargo, este método presentaba muy poca fluidez porque tenía que existir una utilidad equivalente para los dos productos y presentaba una clara ineficiencia en las transacciones. Es por eso por lo que, en Mesopotamia, en torno al 2500 a.c., se comenzaron a acuñar las primeras monedas. Nació así lo que hoy llamamos dinero, una herramienta que permite intercambiar, comprar y vender bienes y servicios. Así, toda moneda debe cumplir tres funciones fundamentales tal y como afirma Guzmán (2000):

- El dinero como medio de cambio. La moneda se intercambia por bienes y servicios, esto es, que se emplea como medio de pago en las transacciones económicas. Presupone la aceptación social de un objeto que permite el pago de bienes y servicios.
- El dinero como unidad de cuenta. Permite expresar regularmente los precios de bienes y servicios.
- El dinero como medio para atesorar riquezas o reserva de valor. El dinero almacena un valor para poder funcionar como recurso en un futuro, fuera del valor intrínseco del objeto que lo representa.

Los primeros objetos considerados adecuados para cumplir con estos criterios fueron los metales preciosos valorados respecto a su peso y posteriormente se acuñaron monedas en dichos materiales que permitirían cuantificar su valor. Esto sucedió en varios lugares del mundo, desde el Oriente más próximo hasta China, hacia el año 600 a. C.

Debido a las grandes cantidades de moneda que se acuñaban, surgen por primera vez en los palacios y templos de Mesopotamia y Egipto, lo que hoy se denominan bancos como forma de control burocrático de las monedas previo a su inyección, donde se custodiaba el depósito de una gran cantidad de metales preciosos a cambio de un recibo que permitía hacer transacciones con terceros.

Los billetes en formato papel surgen en China en torno al siglo VIII d.c. y no llegan a Europa hasta el siglo XVII, siendo Suecia el pionero. Nacen como resultado de la importancia que cobra la actividad comercial, ya que era necesario una inyección de liquidez mayor que la que los metales preciosos proporcionaban. Así el formato papel permitió mantener el valor de la moneda que residía en el respaldo de los emisores de la moneda, los Estados, y no en el valor intrínseco de su soporte físico.

Como consecuencia del control de la emisión de moneda por parte de los Estados, la cantidad emitida de dinero queda respaldada por reservas de oro, surgiendo el patrón-oro, modelizado en el siglo XVIII por el filósofo y economista británico David Hume y consolidado en los acuerdos de Bretton Woods en 1944, donde se fijó el precio del oro en 35 dólares la onza y permitiendo cambiar dólares por oro a ese precio, evitando el riesgo de bancarrota y la inflación.

Este método funcionó bien hasta el siglo XX sacudido por varias crisis económicas como la Gran Depresión, las dos Guerras Mundiales, y el colapso de los acuerdos de Bretton Woods, que llevó a que los estados emisores se saltasen el patrón oro y emitieran más dinero del establecido. Así, el patrón oro deja de existir en 1971: el dinero dejaba de tener una correspondencia en un valor intrínseco real y comienza lo que se denomina dinero fiat, cuyo valor era el que el mercado en sí mismo le otorgaba, no unas reservas físicas. De esta manera la moneda será válida como tal siempre y cuando la acepten los agentes económicos; si no lo aceptan dejará de tener valor. Su valor se basa en la confianza, no en un valor intrínseco.

En este momento en el que se renuncia al patrón oro se desvirtúa el concepto de dinero como tal, proceso que se ha intensificado en la crisis económica del 2008 y los Bancos Centrales se convierten en unas autoridades mucho más activas en la política monetaria de los países.

La política monetaria de una moneda consiste en la puesta en marcha del conjunto de medidas que controlan la cantidad de dinero en circulación para garantizar el crecimiento económico y la estabilidad de precios, a través de dos

instrumentos: la inyección o retirada de dinero en circulación y los tipos de interés.

Por otro lado, la aparición de cheques y tarjetas de crédito y débito en los años ochenta ha agilizado el pago de transacciones gracias a la tecnología, sin necesidad de llevar dinero en metálico. Este es el primer acercamiento al dinero electrónico o e-money, que permite hacer pagos telemáticos a través de un dispositivo sin tener la tarjeta física.

No obstante, ninguno de estos métodos se considera aún dinero digital, porque se emplean en concepto de dinero fiat. Las criptomonedas se definen como medios de pago descentralizados que se emplean en transacciones económicas sin intermediarios y basados en lo que denominamos criptografía, disciplina que se dedica al estudio de la encriptación de la información. Fue definida por Wei Dai en 1998 como un nuevo tipo de dinero descentralizado que se basaría en la criptografía como medio de control en su creación y transacciones (Ordinas, 2017)

Surgen en los años 2008-2009, con la crisis de liquidez que sufrían los mercados financieros y, como resultado, la economía internacional. Una persona o grupo de personas bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto publicaron un artículo en un foro de internet titulado como "Bitcoin: un sistema de dinero electrónico de igual a igual", haciendo del Bitcoin la primera moneda digital controlado por un sistema de seguridad informático denominado Blockchain donde las transacciones quedan registradas en bloques gracias a un algoritmo matemático que permite que sean autenticadas por todos los usuarios sin necesidad de un servidor central que las controle.

2.2. Características principales de las criptomonedas

Las criptomonedas según el estudio de Lánský (2016) son tipos de monedas digitales con una única combinación de tres características: presentan anonimato, independientes de una autoridad central y proveen protección del problema del *double spending*, planteado por primera vez por Nakamoto (2008) en el trabajo que dio origen al Bitcoin. Hacía referencia al inconveniente que surge en los medios de pagos electrónicos donde solo están involucrados

comprador y vendedor, pues dicho fichero digital que contenga la transacción se puede copiar y reproducir infinitamente, lo que genera desconfianza en el sistema en sí. Es por eso que en las transacciones tradicionales siempre se involucra un tercero que las autentifica y las proporciona la seguridad necesaria para mantener la confianza de los agentes, generalmente a que la transacción esta controlada por una entidad central, como bancos, PayPal, etc.

La novedad radica en que en las criptomonedas se imposibilita el duplicado de transacciones y sin requerir de un ente de control de las mismas gracias a un sistema de seguridad denominado BlockChain o cadena de bloques, cuyo funcionamiento se explicará en secciones posteriores.

Existen diferentes tipos de criptomonedas, con funcionamientos ampliamente diferentes, pero todas ellas presentan ciertas características similares en su base conceptual.

- **Descentralización:** Toda divisa tradicional con soporte físico es emitida por una autoridad central emisora, los bancos centrales, que disponen del monopolio de su emisión e impresión. En el caso de las criptomonedas, no hay ninguna entidad reguladora que controle la cantidad de moneda emitida, que se encargue de su producción y su funcionamiento de forma virtual, su cotización viene determinada por el propio mercado.
- **Alta volatilidad:** como consecuencia de la característica anterior, la inexistencia de un ente central que regule su funcionamiento y siendo el mercado de oferentes y demandantes quien establece su cotización, las criptomonedas son objeto directo de especulaciones e inversiones agresivas que hacen que su valor varíe mucho y muy a corto plazo.
- **No existen intermediarios:** gracias a las plataformas en las que se llevan a cabo las transacciones con criptomonedas, como es el caso del sistema Blockchain, deja ser necesaria la figura del intermediario, reduciendo los costes y aumentando la eficiencia en el mercado. Las plataformas Blockchain permiten la firma y acuerdo de contratos inteligentes, verificando la autenticidad de las transacciones a través de un sistema de cadena de bloques. Las transacciones no requieren de un tercero que

medie entre dos personas para que el traspaso de criptomonedas se realice.

- **Eficiente:** en línea al punto expuesto anteriormente, realizar transacciones mediante criptomonedas reduce ampliamente los costes de las operaciones pues no es necesario acudir a otras entidades financieras que actúen como intermediarias de la operación.
- **Anonimato:** esta característica se convierte en la más valorada y criticada de las criptomonedas. Los primeros años de recorrido de esta tecnología han sido vía para el fraude, el blanqueo de dinero y la impunidad de los delincuentes, debido a que operan en sus redes de forma anónima. No obstante, evita que los datos personales de los individuos y de las propias transacciones circulen en manos de terceros
- **Claves personales e intransferibles:** cada persona o agente económico es portador de unas claves de acceso a su cartera de criptomonedas, con el riesgo de, ante la pérdida o olvido de las mismas, es imposible acceder a la inversión realizada.
- **Posibilidad de convertirlas en otras divisas:** la ventaja de trabajar con este tipo de divisas es que los tipos de cambio a divisas tradicionales de curso legal son conocidos, por lo que siempre es posible cambiarlas a la moneda que se emplee habitualmente.

2.3. Tipos de criptomonedas

Hay numerosos tipos de criptomonedas que han ido surgiendo a raíz del surgimiento de Bitcoin con el anuncio de Nasakamoto en 2008. Entre la gran variedad de tipos que existen destacan las siguientes (Caurín, 2017)

2.3.1. Bitcoin

El Bitcoin se puede considerar la primera moneda digital descentralizada y a partir de la cual han surgido muchas otras criptomonedas que han adquirido relevancia desde el año 2008. Es la más conocida por ser pionera en el mercado

de criptodivisas, y ya son muchas empresas las que la utilizan como medio de pago.

El bitcoin y otras criptomonedas no quedan almacenados en archivos ubicados en un lugar determinado, sino que queda representado por las transacciones que se llevan a cabo con él registradas en una cadena de bloques, comúnmente conocida como sistema Blockchain, y cuyo funcionamiento se explicará en secciones posteriores con detalle. Este sistema no es más que una especie de hoja de cálculo elaborada gracias a los recursos de una amplia red entre iguales para verificar y aprobar todas y cada de las transacciones hechas con bitcoin. Las cadenas de bloques están distribuidas y ejecutadas por todos los usuarios de la red al mismo tiempo, no dependen de la aprobación de un servidor central y son públicas porque todo el mundo puede verlas directamente en la red, no en una base central de datos. Además, estas cadenas están encriptadas con claves públicas y privadas, que permiten una mayor seguridad que el sistema de dos claves de las cajas fuertes, que requieren una clave numérica y una llave física. Cada transacción tarda en encriptarse en un bloque unos diez minutos.

Los usuarios que consigan descifrar las claves de un bloque por primera vez podrán recibir los bitcoins contenidos en él. Este fenómeno se denomina minería de bitcoin, como si de oro u otro metal precioso se tratase y es por eso por lo que la emisión de Bitcoin en la red queda limitada a 21 millones de Bitcoin. Minar bitcoin requiere altos costes en energía eléctrica y es por eso por lo que resulta tan costoso.

2.3.2. *Ethereum*

El Ethereum es, concretamente, el sistema de encriptación que controla la criptomoneda conocida como éter o ether y que se considera la mejor alternativa al Bitcoin. Utiliza también un sistema de cadenas de bloque o Blockchain. La ventaja que presenta Ethereum es que las velocidades para llevar a cabo una transacción son muy elevadas, concretamente solo lleva 15 segundos encriptar un bloque de una transacción.

Ethereum se caracteriza porque permite llevar a cabo acuerdos a través de contratos inteligentes entre pares, además de utilizar la criptomoneda Éter. Un

contrato inteligente es un programa informático que ejecuta automáticamente la cláusula correspondiente cuando se da una condición programada con anterioridad. Los contratos inteligentes surgen como alternativa a los tradicionales en 1993, en boca del criptógrafo Nick Szabo, pero no existía una infraestructura tecnológica que lo hiciese posible. Bitcoin con la introducción de Blockchain, abrió la puerta a este tipo de tecnología, pero no era suficiente porque solo estaba pensado para llevar a cabo transacciones como herramienta financiera con una criptomoneda.

No fue hasta la aparición de Ethereum en 2014 cuando pudieron introducirse esos contratos, los cuales funcionan de la siguiente manera: primero, se establecen las condiciones del contrato; después, ambas partes aceptan las condiciones y finalmente, se introduce en un bloque de la Blockchain como medida de seguridad para evitar que sean modificados.

Otra diferencia que tiene con Bitcoin es que cada año se produce la misma cantidad de Éter, no está limitado ni es cada menor como el caso del Bitcoin.

2.3.3. Litecoin

El Litecoin es una versión simplificada del Bitcoin: funciona de la misma manera, con un sistema de Blockchain y un algoritmo que limita la emisión de moneda, pero en este caso el límite se encuentra en 84 millones. Comúnmente se dice que, si el Bitcoin es el oro de las criptomonedas, el Litecoin es la plata, es decir, tiene menos valor, pero su funcionamiento es similar.

Es utilizada por personas con menos experiencia en operar con criptodivisas ya que funciona de forma más sencilla. La generación de bloques se hace en un tiempo de dos minutos y medio, mucho más rápido que la generación de bloques de Bitcoin.

2.3.4. Ripple

El Ripple es una criptomoneda creada específicamente para agilizar las transacciones de los bancos, de tal forma que les permite hacer operaciones de forma instantánea desde cualquier parte del mundo sin tener que someterse a

controles y trámites fronterizos ni pagar comisiones de carácter nacional e internacional.

La finalidad de esta criptomoneda es conformar un sistema de gestión de crédito descentralizado internacionalmente para que cualquier agente pueda obtener financiación sin ningún tipo de traba ni control.

2.3.5. Dogecoin

El dogecoin es una criptomoneda que se caracteriza por ser la que registrar un mayor número de transacciones al día, con una cotización bastante baja y sin límite de emisión, lo que puede ser perjudicial por ser propenso a originar inflación.

La generación de bloques de esta moneda es muy veloz, un minuto. Sin embargo, no es muy utilizada como medio de pago, sino más bien como recompensa a los proveedores de contenido en la red, es decir, aquellos usuarios que utilizan su sistema computacional como servidores, autenticando y generando bloques

2.3.6. Dash

El Dash, antes llamado Darkcoin, es una criptomoneda que se hizo famosa por preservar por primera vez el anonimato en el origen de la transacción. Si con el uso de criptomonedas se preserva la privacidad porque se desconocen los datos personales de los usuarios, pero a su vez todo usuario puede ver y conocer el origen de la transacción, con el Dash esto no es posible. Es considerada la criptomoneda más segura para operar porque dispone de 11 algoritmos de seguridad que impiden hackear el sistema Dash y, por otro lado, el proceso de descryptación de la cadena de bloques se puede llevar a cabo más fácil y asequiblemente con ordenadores normales que el Bitcoin.

2.3.7. Monero

Monero es una criptomoneda que en vez de utilizar el sistema de Blockchain, emplea el sistema de Cryptonote, donde el anonimato es total y los usuarios no pueden ver la cadena de bloques que contienen las transacciones, está oculta. Es por eso por lo que se viene utilizando principalmente para el cibercrimen y

otros delitos, dado su gran grado de dificultad para rastrear las transacciones. Las operaciones se hacen de una manera mucho más rápida que otras criptomonedas más convencionales como Bitcoin, tardando únicamente dos minutos.

2.3.8. Petro

Petro, al contrario de la definición común de criptomoneda que presenta una descentralización de cualquier control gubernamental, es lanzada por el Gobierno Venezolano como forma de financiación del país cuyo valor viene determinado por los precios del petróleo

2.4. Tecnología Blockchain

Después de analizar las distintas criptomonedas que existen, vamos a centrar en la tecnología que hace posible su funcionamiento: la cadena de bloques o Blockchain, ya que su uso no se encuentra condicionado sólo a las transacciones con criptodivisas, sino que abre muchas oportunidades para diferentes sectores, sobre todo el bancario y el financiero.

Tal y como indica Parrondo (2018), la tecnología Blockchain es el sistema tecnológico base de bitcoin y otras criptomonedas, y es creado por su autor Satoshi Nakamoto en el libro "Bitcoin: A peer-to-peer Electronic Cash System" escrito en 2008. Este sistema es una base de datos que se distribuye de tal forma que cada nodo o usuario en la red ejecuta y registra las transacciones agrupándolas en forma de bloques de forma segura, transparente y descentralizada, pues los datos no se encuentran anclados a un servidor central o único nodo.

No obstante, el sistema Blockchain dada la facilidad que tiene de registrar transacciones de persona a persona, no se aplica únicamente a los pagos con criptomonedas y otros trámites financieros, sino que puede aplicarse como sistema de seguridad de tareas no financieras, como la contabilidad, sistemas de voto online, trazabilidad de productos en la cadena de suministros y la verificación de documentación del registro de la propiedad, así como resolver problemas como la piratería y gestionar algunos servicios públicos como la sanidad.

El auge de esta tecnología aparece justo en mitad de la crisis económica internacional del 2008, como consecuencia de la desconfianza en los intermediarios financieros. Este recelo llevó a la creación de un sistema digital que permitiese desplazar el control de las transacciones de los bancos a los usuarios sin necesidad de intermediación, incrementando la transparencia, la democratización y la eficiencia a nivel financiero, económico e incluso político.

Esta tecnología además está enfocada a suponer una revolución para la innovación empresarial y los medios de financiación. A parte de servir como sistema de seguridad, también permite generar, registrar y firmar contratos inteligentes o “Smart contracts”, los cuales aparte de definir las reglas y sanciones que componen el acuerdo que representan, también aseguran el cumplimiento de las obligaciones contenidas en las cláusulas de este (Parrondo, 2018).

Antes de poder explicar el funcionamiento del sistema Blockchain, es necesario conocer los sistemas de seguridad tradicionales que nos permitan conocer la diferencia que marca la conocida cadena de bloques.

Desde hace siglos, las organizaciones y las instituciones públicas han dispuesto de bases de datos que le permitían registrar y observar transacciones e información. No obstante, estas bases de datos quedan siempre en manos de un intermediario o servidor central, que podía ser una autoridad, un banco o una oficina gubernamental encargada de gestionar todas las transacciones y que no se produzcan duplicados de las mismas, así como comprobar que el vendedor sea realmente propietario del bien vendido.

La autoridad intermediaria tiene el fin de proveer de la confianza entre las partes y la de controlar el acceso a la información, y es esa confianza en el intermediario central la que permite que los usuarios puedan intercambiar activos sin conocerse. Sin embargo, este traspaso de información en forma de registros centralizados y además privado supone ineficiencias en costes y tiempo, así como una escasa transparencia entre las partes dando incentivos al fraude.

Es por todo esto por lo que Blockchain comienza a tener éxito, concretamente de la mano de Nakamoto en la red de Bitcoin, dado que su funcionamiento

permite acabar con esas ineficiencias, así como garantizar la seguridad y la transparencia en el proceso.

Blockchain sirve como sustituto de ese intermediario central que se encarga de legitimar las transacciones en el proceso de intercambio de activos, gracias a su arquitectura distribuida y al sistema de incentivos al que se le denomina minería, que permite asegurar los registros de las transacciones y cuyo funcionamiento se explicará en detalle a continuación.

2.4.1. Elementos de Blockchain

Los elementos que intervienen en el sistema Blockchain, siguiendo a Pérez (2015), son los siguientes:

- **Hash.**

Una función hash es una función matemática o un algoritmo criptográfico que trata de proteger contenido a través del uso de claves. De esta forma, transforma y cifra un mensaje de cualquier tamaño a una cadena alfanumérica de longitud fija denominada hash, para verificar que se trata de ese mensaje o transacción y no fue modificado antes de su entrega.

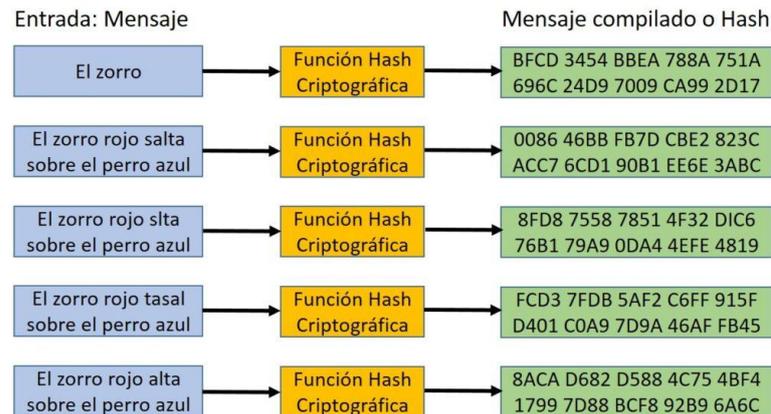
Este hash es una función unidireccional de tal forma, que es fácil de aplicar y calcular, pero difícil de invertir, aunque no imposible. Sólo así son útiles para la criptografía, de tal forma que revertirlas lleve una cantidad desmesurada de recursos y tiempo. Podría decirse que es la huella dactilar de la transacción (véase figura 1).

Además, estos hashes no siguen una proporción uno a uno por mensaje, sino que a medida que se originan transacciones, el hash se aplica a la conglomeración de otros hashes siguiendo la estructura denominada Árbol de Merkle (véase figura 2). Se ordenan de forma estricta y se resumen a medida que aumenta la cadena, proporcionando un método seguro, rápido y ligero para verificar los datos.

- **Criptografía asimétrica: llaves pública y privada.**

El sistema Blockchain utiliza la denominada criptografía asimétrica o de llave pública, que se basa en la aplicación de dos algoritmos, dos “claves” o “llaves”: una pública, que puede ser distribuida a cualquiera sin riesgo, y otra privada, que sólo debe ser conocida por el propietario. Estas llaves son claves alfanuméricas de determinada extensión.

Figura 1: Esquema sobre el funcionamiento de un hash criptográfico



Fuente: www.criptonoticias.com

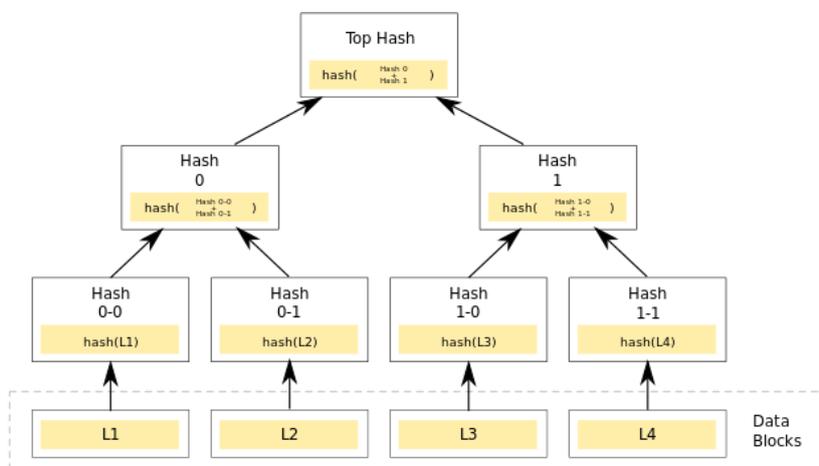
De esta manera, el usuario que desea transferir un mensaje o una criptomoneda a un nuevo usuario cifra los datos de su transacción usando la llave pública del destinatario. Una vez esta transacción esté cifrada con esa llave pública, sólo la llave privada de ese receptor puede descifrarla, pues ambas llaves están relacionadas matemáticamente.

La clave pública se asemeja a una dirección de correo electrónico, mientras que la privada sería la contraseña de ese correo, y el hash sería concretamente el mensaje cifrado que contiene los datos de la transacción.

- **Firma digital**

La firma digital es el proceso por el cual se combina una llave privada con un hash que cifra los datos de la transacción a firmar, lo que permite autenticar el mensaje con una identificación digital única sin revelar la clave privada del firmante. Cada transacción realizada en una Blockchain necesita de la firma de su remitente y de la verificación de esa firma por parte del destinatario y la red para volverse válida. Una vez validada se genera un bloque.

Figura 2: Estructura del árbol de Merkle



Fuente: Wikipedia

- **Bloques**

Los bloques son conjuntos de transacciones confirmadas en un periodo de tiempo y contienen información referente a la información de la transacción, y todos los bloques que están presentes en la cadena tienen un hash del bloque anterior. De esta manera, los bloques se ordenan cronológicamente gracias a este hash que tiene como referencia el bloque anterior.

- **Nodos o mineros**

Los nodos, conocidos comúnmente como mineros, son los servidores que sustituyen al servidor central en bases de datos tradicionales. La base de datos no se encuentra anclada a un servidor central, sino que los datos de las transacciones y por tanto los bloques quedan registrados y distribuidos en cada uno de estos nodos.

El *minning* o minería es el proceso de consenso descentralizado para validar las transacciones y evitar que las de doble gasto se incluyan en la cadena de bloques.

La función que tienen los mineros, de esta manera, consiste en validar la transacción y generar sus respectivos bloques. Para ello, deben obtener la

llamada cabecera del bloque que hace referencia al hash del bloque anterior, lo que garantiza la integridad de la cadena; los datos de la transacción que se encriptan con la función hash tras el proceso de firma digital mencionado anteriormente, y finalmente los mineros deben resolver una incógnita numérica con un determinado grado de dificultad, también llamada prueba de trabajo. Este grado de dificultad consiste en resolver una clave numérica que tenga un cierto número de ceros mayor o menor según el tiempo que requiera cada criptomoneda en la generación de bloques.

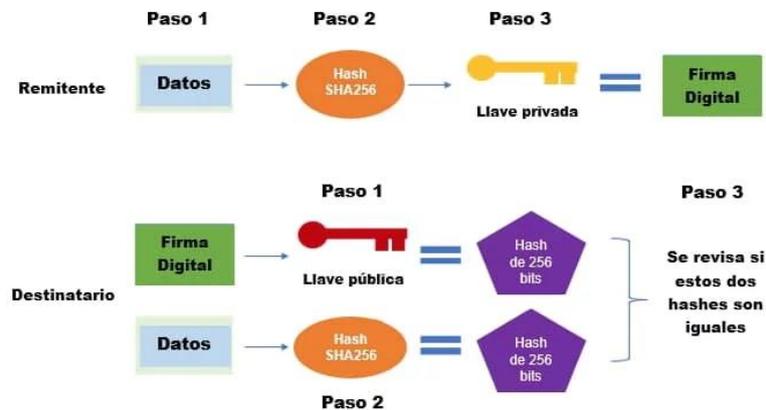
Este proceso es una carrera entre los mineros y requiere un gran gasto en computación y electricidad, puesto que no hay una fórmula matemática que permita obtener dicha incógnita, por lo que únicamente se puede encontrar probando. El incentivo de los mineros para llevar a cabo este proceso tan costoso es que el sistema les recompensa económicamente con la criptomoneda con la que trabaja.

2.4.2. Funcionamiento

El proceso para llevar a cabo una transacción comienza cuando un usuario que es poseedor de una moneda la transfiere a otro usuario. Desde el punto de vista de los usuarios, suponiendo que el usuario X quiere transferir una criptomoneda al usuario Y, se procede a llevar a cabo la transacción (véase figura 3) de la siguiente manera:

1. El usuario X introduce los datos de la transacción y estos quedan encriptados en un hash con un número determinado de caracteres (paso 1 y paso 2).
2. El hash obtenido se firma con una llave privada del usuario X (paso 3), lo que permite garantizar que ha sido el usuario X el que ha dado la orden y se proporciona la firma digital.
3. Se envían al usuario receptor Y los datos de la transacción, la firma digital y la clave pública del usuario X, que puede ser conocida por cualquiera.

Figura 3: Proceso de firma digital en Blockchain



Fuente: Blair Marshall/ Medium

4. El sistema de Blockchain obtiene la llave pública del usuario X en la red, descifra la firma digital sin revelar la clave privada del individuo X con el fin de conseguir el hash inicial de la transacción.
5. A su vez, el individuo receptor recibe los datos de la transacción, y el sistema repite el proceso de cifrado para conseguir el hash correspondiente.
6. De esta forma, se verifica que la transacción que el emisor ha ordenado y firmado es la misma que recibe el receptor.

Desde el punto de vista de los servidores, el proceso de Blockchain se produce de la siguiente manera:

1. Un usuario solicita transferir una determinada cantidad de moneda a otro usuario.
2. Los nodos o mineros reciben dicha solicitud puesto que Blockchain es una base de datos presente en todos los servidores al mismo tiempo y no en un único servidor central.
3. Los mineros, los cuales compiten por ser los primeros en generar el bloque, primero deben construir la cabecera del bloque a través del hash o "huella dactilar" del bloque anterior, lo que permite garantizar que la

transacción es correcta. Si no se encuentra dicho hash, la transacción no es válida

Esto permite que un usuario que, por ejemplo, haya recibido con anterioridad 3 bitcoins, no pueda enviar posteriormente 5, al igual que un banco no permite a sus clientes hacer una transferencia de más dinero del que tienen.

4. Los mineros para terminar de construir el bloque deben de resolver una incógnita, no basta con darle cualquier hash al bloque para que este se vuelva válido: tiene que ser un hash muy específico, que inicie con un número consecutivo de ceros, pues debe ser igual o estar por debajo de cierto valor, denominado *target*: un número de 256 bits determinado por el grado de dificultad establecido por el sistema.
5. El minero nodo que lo resuelve, claramente por azar porque se basa en hacer pruebas de forma repetitiva, obtiene una recompensa económica del sistema denominada en la criptomoneda con la que trabaja, perteneciendo dicha transacción también al propio bloque que se ha generado.

3. Comportamiento e impacto del Bitcoin y otras criptomonedas en la economía internacional.

La aparición del Bitcoin, y de su mano el resto de criptomonedas, ha constituido un cambio estructural en el sector financiero a nivel mundial que, como se sabe, es uno de los mercados más relevantes en el ámbito de la economía internacional. Y es que el comportamiento de esta moneda depende completamente de las fluctuaciones del mercado, sin una autoridad monetaria que controle su emisión como en el caso de las monedas tradicionales.

La economía mundial fue sacudida con la llegada del Bitcoin y fue a partir de entonces cuando las monedas tradicionales dejaron de ser fiables. No importa cuán sólida o valorizada se encuentre la moneda de cierto país, pues si este se sumerge en recesión económica y se producen fenómenos como la inflación sus monedas pueden devaluarse (NCYT Amazings, 2018).

Con la crisis económica del 2008, el dinero de las personas pierde su función de depósito de valor y se devalúa en gran amplitud a nivel generalizado.

Los impuestos suben, y las tasas impuestas por los bancos se hacen difíciles de pagar. Todo esto favoreció la aparición de una alternativa ante la necesidad de contar con una moneda que no estuviera sujeta a todas estas variantes.

A continuación se analizará el comportamiento del Bitcoin y en qué medida su impacto en el sector financiero se replica en la totalidad de la economía internacional.

3.1. Comportamiento y cotización del Bitcoin

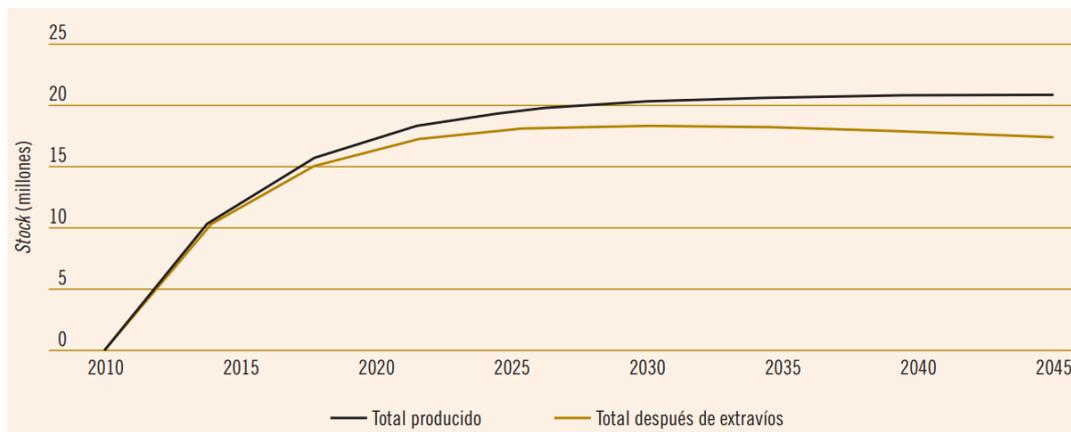
El Bitcoin por el momento es la criptomoneda con mayor cotización el mercado y cada vez dispone de mayor número de usuarios que lo utilizan como medio de pago en sus transacciones comerciales, ya sean particulares o empresas.

Con respecto a su tamaño, el Bitcoin es muy reducido cuantitativamente y su emisión se va reduciendo. La creación de dicha moneda va asociada a la generación de bloques, que se produce como resultado de la recompensa a los mineros por encontrar la solución de la prueba de trabajo.

En su aparición, la recompensa era de 50 BTC por bloque, pero como si de un metal precioso se tratase, esta se va reduciendo con el paso del tiempo, concretamente a la mitad cada 210.000 bloques generados. A día de hoy sabemos, que la recompensa actual es de 12,5 BTC por bloque. Esto implica que las recompensas se reducen a la mitad cada cuatro años, teniendo en cuenta que se genera un bloque cada diez minutos (Conosa, 2019).

Actualmente, se han emitido ya unos 17,5 millones de Bitcoins, y el sistema de creación de bloques está preparado para una emisión total de 21 millones. Si este protocolo de generación de bloques no se modifica, el proceso de emisión continuará hasta 2140 (véase gráfico 1).

Gráfico 1: Stock de Bitcoin emitido desde su aparición hasta 2045 según el sistema de generación de bloques actual



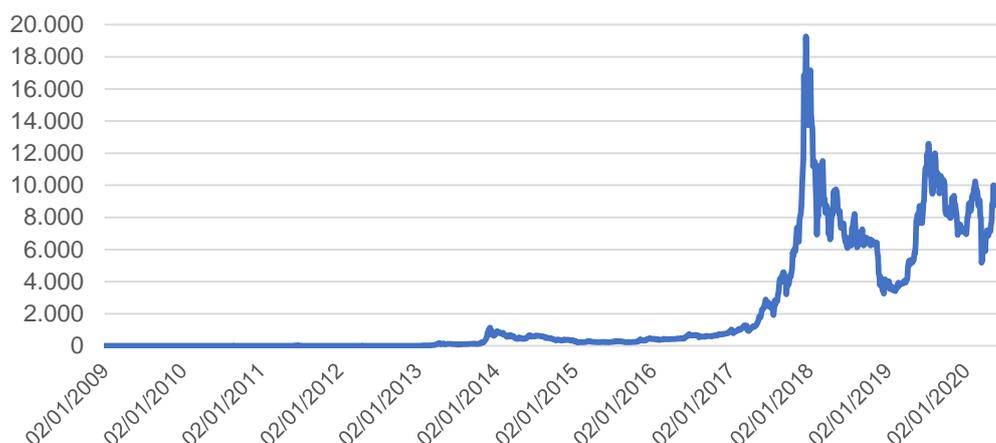
Fuente: Documento ocasional N.º 1901 del Banco de España elaborado con datos de www.blockchain.com

En cuanto a su cotización, el Bitcoin es una moneda muy volátil y sensible a perturbaciones. En la misma publicación del Banco de España (Conosa, 2019) se indica que desde su fuerte incremento en 2017 llegando hasta los 20.000 USD por BTC, el valor de su cotización en los mismos términos ha tenido una tendencia decreciente en los últimos años (véase gráfico 2), sobretodo en todo el año 2018 cuyo valor al final del periodo se sitúa en 3.500 USD por BTC.

A día de hoy, concretamente a 19 de julio de 2020 su valor se sitúa en 9.175 USD por BTC, que ha remontado tras una fuerte caída a partir de marzo de este mismo año como consecuencia del parón económico mundial por la crisis sanitaria del COVID-19.

El Bitcoin es una moneda demasiado volátil y con un elevado precio y esto obstaculiza que sea un medio de pago comúnmente aceptado y que se convierta en un activo de reserva de valor (Fernández, 2018). Por un lado, su uso en la economía formal es aún muy escaso y, de hecho, se emplea de forma más generalizada en actividades ilegales o ilícitas, cuyos operadores en dichas actividades se ven beneficiados del anonimato de las transacciones. Por otro lado, el hecho de que su cotización sea tan sensible complica enormemente emplear dicha moneda como reserva de valor.

Gráfico 2: Cotización del Bitcoin en USD desde 2009 hasta julio de 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de www.blockchain.com

Sin embargo, su aceptación en los mercados se está generalizando como consecuencia de su eficiencia y de la independencia de cualquier autoridad monetaria.

3.2. Impacto económico de Bitcoin sobre la economía internacional

El sistema financiero constituye uno de los engranajes fundamentales en el funcionamiento de la economía internacional. Siempre se van a producir cambios en el sistema financiero por muy consolidado que se encuentre como consecuencia de ciertas situaciones que tengan un efecto arrastre a toda la economía internacional (El impacto de las criptomonedas en la economía mundial, s. f.)

Un ejemplo es la aparición de las criptomonedas, concretamente de Bitcoin como consecuencia directa de la situación de incertidumbre vivida cuando estalló la crisis del 2008, derivada de la comercialización de las hipotecas subprime. Aparece como una alternativa a las monedas tradicionales, que se habían devaluado debido a la crisis financiera, y fue entonces cuando un nuevo sistema digital se abrió camino para salvaguardar el capital de los inversores.

Tal y como indica la publicación de Dierckxsens y Formento (2018), las criptomonedas son una innovación que tienen la capacidad de modificar

enteramente el sistema financiero mundial y de la misma forma, las relaciones de poder derivadas de su funcionamiento.

A partir del origen de las criptomonedas y su revolucionario funcionamiento al margen de los poderes económicos, políticos y sociales, se está produciendo una gran batalla en el escenario geopolítico entre los distintos poderes ya existentes. De hecho, algunos promotores del Bitcoin consideran que una criptomoneda desplazará al dólar en un futuro próximo por su fuerte influencia en los mercados.

Bitcoin ha supuesto un estímulo para la introducción de nuevos productos financieros por parte de bancos como Goldman Sachs relacionados con criptomonedas en el mercado bursátil. Además, el Chicago Mercantile Exchange (CME), es decir, el mercado de futuros¹ más grande del mundo ha incorporado el comercio de futuros denominados en Bitcoin en diciembre de 2017. Otros bancos y grandes comerciantes institucionales (como Fondos de Pensiones) están operando con contratos de futuros denominados en Bitcoin, aunque en la mayor parte sin mantener un stock real de la criptomoneda con el objetivo regulatorio de conservar el poder en el mercado.

Desde su aparición se han podido observar algunas situaciones reales donde estas monedas digitales han tenido una gran relevancia en el panorama económico internacional. Ejemplos relevantes son el caso del Brexit, la devaluación de los yuanes en China y el impacto de la pandemia causada por el COVID-19 en este año 2020.

3.2.1. Bitcoin en el Brexit

El Brexit ha generado una gran incertidumbre en las Bolsas y mercados mundiales, cuyo desafío es estabilizarse de nuevo. Esta incertidumbre generalizada por los resultados del Brexit también afectó al precio del Bitcoin, el cual puede ser interesante de analizar en este contexto. Atendiendo a los movimientos de los inversores antes y después del referéndum, se observa que

¹ El mercado de futuros es, según BBVA (2018), aquel conformado por la firma de contratos de compra o venta de ciertas materias en una fecha futura, pactando en el presente el precio, la cantidad y la fecha de vencimiento.

el Bitcoin comienza a servir de refugio seguro de valor, debido a la desconfianza generada en torno a la libra esterlina con su consiguiente devaluación (Callejo,2016).

A lo largo de la historia del capitalismo, cada vez que una economía se sume en una crisis o recesión, los inversores se refugian en los metales preciosos como forma de conservar el valor. El más conocido es el oro, cuya cotización no dejó de subir desde noviembre del 2008, alcanzado su cotización máxima en 2011 con 60.000 USD por kg. En 2013, su cotización se estabiliza como consecuencia de la recuperación económica mundial.

No obstante, esta tendencia de los inversores a servirse del oro como seguro de valor cambia a partir del referéndum británico por la salida de la Unión Europea, decantándose por el Bitcoin como nuevo refugio. El día de la consulta, 23 de junio de 2016, el precio del Bitcoin desciende a 550 USD/BTC por la incertidumbre, mientras que el oro se paga a 40.400 USD/kg. La criptomoneda coge fuerza a partir del 24 de junio de 2016, día en el que se conocen los resultados de la consulta, alcanzando los 650 USD por BTC, mientras que la cotización del oro asciende a 43.000 USD/kg. La revalorización del oro fue del 4,8%, mientras que la de Bitcoin fue del 18,2% en ese periodo de tiempo.

En resumen, se puede decir que Bitcoin comienza a ser una alternativa a los metales preciosos para reacciones rápidas en momentos de crisis, puesto que es un activo que no está sujeto a restricciones gubernamentales, sin tasas, ni afectado por la inflación, ni tampoco se encuentra obstaculizado como por la intermediación como en el caso de la compra de oro.

3.2.2. Bitcoin como refugio ante la devaluación del yuan chino

A principios del año 2016, China decide devaluar su moneda, el yuan, concretamente un descenso del 15 % de su valor. Este tipo de políticas cambiarias se hacen generalmente con el fin de convertirse en un país más competitivo en lo que se refiere a sus exportaciones, aunque sus importaciones se encarecen.

Tal y como especifica Sandoval (2016), esta devaluación de la moneda nacional china generó un gran aumento de la demanda de Bitcoin en las casa de cambio

chinas ante la necesidad de los inversores de respaldar sus capitales denominados en yuanes.

Este fenómeno culminó con el alcance del precio más alto de 2016 registrando 500 USD / BTC en las casas de cambio occidentales y 3585 yuanes / BTC en el caso de China.

Nuevamente, el Bitcoin sirve como refugio y reserva de valor ante shocks provocados por una autoridad monetaria.

3.2.3. Cierre de MTGOX

MtGox se conforma en 2011 como la mayor casa de cambio o exchange de Bitcoin y otras criptomonedas en Shibuya, Tokio (Japón) considerándose la plataforma con mayor volumen de transacciones con Bitcoin, concretamente un 80 % del total mundial (Ramiro & Pozzi, 2014).

El 24 de febrero de 2014, la web de Mt.Gox simplemente quedó inactiva y desapareció sin previo aviso, y con ello todos sus Bitcoin, valorados en 375 millones de dólares (Ibáñez, 2014). La pérdida de la vertiginosa cifra de 750.000 Bitcoins llevó a la casa de cambios a la bancarrota, que según su fundador, Mark Karpeles se debió a un problema de vulnerabilidad en su sistema (Alonso, 2014). De esta forma, la empresa entró en una quiebra por insolvencia y este fenómeno dejó al descubierto las vulnerabilidades de Bitcoin: las transacciones realizadas con Bitcoin no tienen posibilidad de retroceso, al contrario que las transferencias bancarias o el resto de operaciones en sistemas de pago tradicionales.

Bitcoin cuenta con un sistema de seguridad sofisticado y efectivo, pero en caso de fraude no garantiza la recuperación de ninguna parte del montante invertido, es decir, no existe un respaldo legal del activo al ser un sistema independiente de cualquier autoridad monetaria.

3.2.4. Bitcoin y COVID-19

La pandemia provocada por el virus COVID-19 y generalizada a todo el globo ha constituido la segunda crisis de este siglo, y la más profunda en los últimos 70 años. Se trata de una crisis sanitaria, que se ha extendido a todos los campos, en lo individual y lo colectivo, así como en lo social, político, mercantil, laboral,

económico, nacional e internacional y ha sido la causa de las profundas transformaciones que el coronavirus ha tenido (Berzosa, 2020).

Según Santacruz (2020), las caídas en la actividad y confianza de los agentes económicos durante esta crisis sanitaria sólo pueden compararse a las de una catástrofe natural o una guerra. No obstante, su trayectoria ni las consecuencias de medio y largo plazo son las mismas.

El efecto económico de esta crisis se ha extendido a todos los mercados, y el de las criptomonedas no es una excepción. Según un informe elaborado por Bloomberg Intelligence, el Bitcoin alcanzará máximos históricos alcanzados en diciembre de 2017, que llegó a valer 18.674 dólares (USD), estimándose que podría llegar a alcanzar la cotización de 28.000 dólares, doblando la del año 2019 (McGlone, 2020)

Según afirma el analista McGlone (2020) en dicho informe, el coronavirus está acelerando la maduración del Bitcoin, a pesar de su caída en marzo, momento en que se produce el reconocimiento mundial de la pandemia y las expectativas marcaban como este virus iba a terminar con bitcoin como refugio seguro. No obstante, bitcoin se recuperó del desplome y a pesar de las dudas generadas en torno a la divisa y los mercados bursátiles, la criptomoneda todavía se considera un valor refugio (Tabanera, 2020).

Además, la apreciación del bitcoin también se ha producido por el creciente interés de los fondos de inversión y, en especial el de Grayscale Investment, que ha comprado bitcoins con una gran frecuencia durante este año 2020, concretamente una tasa del 150% de los bitcoins minados desde mayo

Otra razón del impulso del bitcoin es el aumento del ritmo crecimiento del ether, partiendo de una capitalización de mercado ² de 4.000 millones de dólares en mayo de 2019, un año después, se expandió a 10.000 millones. De esta manera,

² La capitalización de mercado de una criptodivisa es una medida que refleja el capital total de un proyecto criptográfico, obtenido al multiplicar la cantidad de criptomonedas circulantes por el precio de esta en el mercado, para plasmar el dinero supuestamente invertido en este proyecto (Bastardo, 2018).

este incremento de la masa monetaria en circulación de esta divisa indica un aumento en el interés en las criptomonedas en general, incluido el Bitcoin, tal como indica el mismo informe de Bloomberg (McGone, 2020)

4. Un ejemplo de la importancia del sector financiero: Modelo de Racionamiento de Crédito

En este punto procede evidenciar la influencia del sector financiero en la economía mundial para poder comprender el poderoso impacto que ha tenido la aparición de Bitcoin como un nuevo activo con el que llevar a cabo operaciones financieras. A este respecto, Stiglitz y Weiss (1981) definen un modelo de desequilibrio que presupone un mercado crediticio con información imperfecta capaz de explicar los ciclos económicos por la existencia de rigideces en el sector financiero. En la medida que los desequilibrios aumentan o disminuyen como consecuencia de shocks en la oferta de crédito, la inversión oscilará y con ello la demanda agregada dado que es uno de sus componentes siguiendo la perspectiva keynesiana, lo que genera finalmente oscilaciones en el mercado de bienes y como resultado se originan los ciclos.

Las rigideces en los mercados financieros se producen en los tipos de interés que cobran los bancos por los créditos debido a que, como se mostrará a continuación, éstos siempre ofertarán crédito a un tipo más bajo que el de equilibrio como consecuencia de la existencia del elevado riesgo de impago que conlleva ofrecerlos a un tipo más alto.

Esto ocurre porque existe lo que Stiglitz y Weiss (1981) llaman el efecto de selección adversa que surge cuando los bancos incrementan el tipo de interés y son los inversores o prestatarios más arriesgados los únicos que siguen estando dispuestos a pagar dicho tipo de interés, retirándose los demandantes de créditos más seguros. A pesar de contar con inversores dispuestos a obtener crédito a un tipo más alto, los bancos no conocen en qué medida el proyecto es más arriesgado o no, y por lo tanto encuentran más rentable ofrecer crédito a tipos más bajo para garantizarse la concesión de créditos para financiar proyectos poco arriesgados, y por tanto con baja probabilidad de impago.

El rendimiento esperado por el banco depende de la probabilidad de éxito del proyecto a financiar, pero el banco no conoce realmente qué prestatarios tendrán éxito y por este motivo necesita algún tipo de criterio de control. El tipo de interés puede funcionar como un buen sistema de detección: quienes están dispuestos a pagar tipos de interés altos pueden, en promedio, tener mayores riesgos; están dispuestos a pedir prestado a altos tipos de interés porque perciben que su probabilidad de reembolsar el préstamo es baja, lo que posiblemente reduzca las ganancias del banco. Esto implica que existe una relación directa entre tipo de interés que se está dispuesto a pagar y la probabilidad de fracaso del proyecto. Por eso, cuando los bancos deciden incrementar el tipo de interés se incita a que los inversores ejecuten los proyectos de inversión más rentables, que a su vez son los que tienen menor probabilidad de éxito.

Consideraciones previas del modelo

El modelo planteado por Stiglitz y Weiss (1981) de Racionamiento de Crédito presupone que existen dos agentes que operan en la economía:

- Los prestamistas o bancos operan en competencia perfecta con el fin de obtener una rentabilidad mínima (ρ) que viene determinada por el tipo que pagan a los depositantes y otros costes. Ofrecen crédito a cambio de un tipo de interés (r) que cobran a los demandantes y que viene determinado por esa rentabilidad mínima.
- Los prestatarios o inversores piden prestado una cuantía (B) a los bancos para invertirlo en distintos proyectos de inversión, con el objetivo de obtener un rendimiento (X).

Estos proyectos pueden tener éxito, y generar un rendimiento mayor (X_j) al coste soportado por pedir prestado [$B(1+r)$]; o pueden acabar en fracaso, y generar un rendimiento menor que el coste de financiarse (X_0). El éxito de los proyectos viene determinado por las probabilidades de éxito de los mismos (P_j), y que es menor obviamente para los proyectos arriesgados que para los seguros. La probabilidad de fracaso se define como $(1-P_j)$.

El rendimiento queda definido como una media ponderada de lo obtenido en caso de que el proyecto resulte favorable y en caso de que acabe en fracaso, ponderado por sus respectivas probabilidades.

$$X = P_j X_j + (1 - P_j) X_0 \quad [1]$$

Se sabe que el rendimiento en caso de éxito (X_j) va a ser siempre mayor que el coste soportado por el inversor que es la cuantía que pide prestada más los intereses a pagar al banco ($B(1+r)$); así como, el rendimiento en caso de que el proyecto fracase (X_0) es siempre menor que dicho coste. Se cumple así:

$$X_j > B(1 + r) > X_0 \quad [2]$$

Demanda de crédito

Los demandantes de crédito son los inversores y estos esperan tener un beneficio esperado igual a la diferencia del rendimiento que obtendrían en caso de éxito y el coste soportado por pedir prestado, ponderada por la probabilidad de que el proyecto en el que invierten tenga éxito más lo obtenido en caso de fracaso, que es igual 0 porque se lo queda el banco.

$$E[\pi_j] = P_j (X_j - B(1 + r)) + (1 - P_j) \cdot 0 \quad [3]$$

$$E[\pi_j] = P_j X_j - P_j B(1 + r)$$

Volviendo a la expresión [1] y despejando $P_j X_j$, obtenemos:

$$P_j X_j = (X - X_0) + P_j X_0 \quad [4]$$

Sustituyendo la expresión [4] en la expresión [3], se obtiene:

$$E[\pi_j] = (X - X_0) - P_j [B(1 + r) - X_0] \quad [5]$$

Una vez obtenida la expresión del beneficio esperado de los inversores, es relevante considerar qué relación existe entre la probabilidad de éxito del proyecto y el beneficio esperado, que no es más que analizar cómo afecta el riesgo del proyecto al beneficio esperado:

$$\frac{\partial E[\pi_j]}{\partial P_j} = -[B(1 + r) - X_0] < 0 \quad [6]$$

La relación entre el beneficio esperado de los inversores y la probabilidad de éxito es inversa: a medida que disminuye la probabilidad de éxito, es decir, cuanto más arriesgado es un proyecto, más beneficio se espera obtener por el mismo para compensar el riesgo asumido.

Por otro lado, resulta necesario entender cómo se comporta la probabilidad de éxito a medida que varía el tipo de interés. Para ello, se procederá a diferenciar la expresión del beneficio esperado [5] de las inversiones con respecto al mismo beneficio esperado, la probabilidad de éxito y el tipo de interés ($P_j, E[\pi_j], r$ respectivamente):

$$d E[\pi_j] = -[B(1 + r) - X_0]dP_j - P_jBdr \quad [7]$$

Para ver la relación directa entre tipo de interés y riesgo se mantiene constante el beneficio esperado ($d E[\pi_j] = 0$) y se despeja de la expresión [7]:

$$0 = -[B(1 + r) - X_0]dP_j - P_jBdr \quad [8]$$

$$\frac{dP_j}{dr} = -\frac{P_jB}{B(1 + r) - X_0} < 0$$

De esta manera, se puede observar que existe una relación también inversa entre tipo de interés y probabilidad de éxito en la expresión [8] que se ha obtenido: a medida que el tipo de interés cobrado por pedir prestado aumenta, más arriesgados han de ser los proyectos para mantener el nivel de beneficio esperado de los inversores constante.

Esto implica que, suponiendo que “ q ” es el porcentaje de proyectos arriesgados que existen en la economía y “ $1-q$ ” el porcentaje de proyectos seguros, a medida que el tipo de interés va aumentando, los proyectos seguros dejan de llevarse a cabo mientras que cada vez se ponen en marcha proyectos más arriesgados (q disminuye y $1-q$ aumenta).

El prestamista o banco no conoce a priori qué proyectos son arriesgados y cuales seguros, puesto que existe información imperfecta. No obstante, sí que conoce el porcentaje total de proyectos de cada tipo presentes en la economía como resultado de la evidencia empírica.

La relación entre tipo de interés y cantidad demandada de crédito es de tipo inverso, dado que si el tipo de interés es bajo los inversores demandarán crédito tanto para proyectos seguros como arriesgados, pero a medida que el tipo de interés aumenta, los proyectos seguros dejan de ser rentables y los inversores solo demandan crédito para proyectos arriesgados.

Oferta de crédito

Los bancos son los agentes que ofertan crédito a los inversores a cambio de recibir un tipo de interés. Se puede obtener la expresión de los ingresos esperados de los bancos, los cuales intentarán maximizar, y que se obtiene en función de lo que obtienen en caso de que el proyecto que llevan a cabo sus prestatarios tenga éxito o no:

$$E[I] = B(1 + r)[P_A q + P_S(1 - q)] + X_0[(1 - P_A)q + (1 - P_S)(1 - q)] \quad [9]$$

La expresión [9] define el ingreso esperado del banco como la suma de lo que obtendrá en caso de éxito $[B(1 + r)]$ ponderado por la proporción de proyectos arriesgados y seguros (q y $1-q$, respectivamente) y sus respectivas probabilidades de éxito (P_A, P_S) y lo que obtiene en caso de que los proyectos acaben en fracaso, es decir, X_0 ponderado por la proporción de proyectos seguros y arriesgados presentes en la economía por sus respectivas probabilidades de fracaso $[(1 - P_A), (1 - P_S)]$

Para simplificar supondremos que el rendimiento obtenido en caso de fracaso es nulo ($X_0 = 0$), obteniendo esta expresión de ingresos esperados para el banco:

$$E[I] = B(1 + r)[P_A q + P_S(1 - q)] \quad [10]$$

Para conocer la relación existente entre el tipo de interés y el ingreso esperado, se obtendrá el efecto de un cambio en el tipo de interés sobre el total de los ingresos esperados del banco manteniendo el resto de variables constantes:

$$\frac{\partial E[I]}{\partial r} = \underbrace{B[P_A q + P_S(1 - q)]}_{> 0} + \underbrace{\frac{\partial q}{\partial r} [B(1 + r)(P_A - P_S)]}_{< 0} \quad [11]$$

Sabiendo que la probabilidad de éxito de un proyecto arriesgado es siempre menor que la misma de un proyecto seguro ($P_A < P_S$), la relación existente entre el tipo de interés y el ingreso que esperan obtener los bancos no es lineal: tiene un efecto positivo y otro negativo (véase gráfico 3).

Por un lado, el positivo explica como un ascenso del tipo de interés supone un incremento de los ingresos del banco, debido a que estos reciben un mayor montante en términos de intereses por financiar a los inversores.

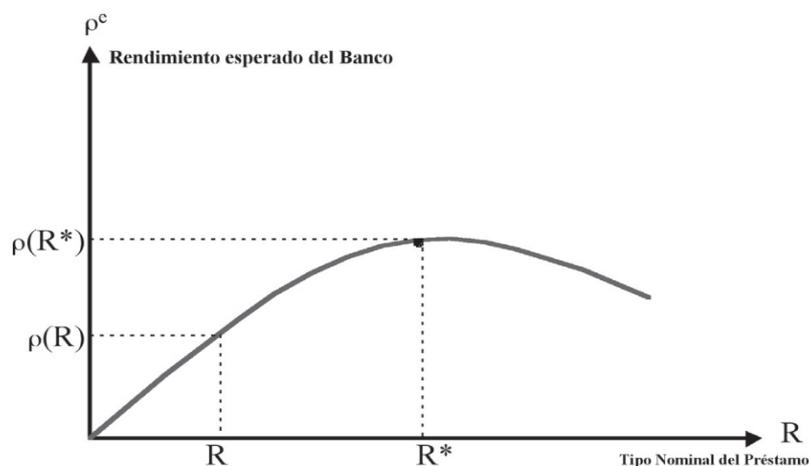
Por otro, el efecto negativo indica que si el tipo de interés aumenta, existe una mayor probabilidad de que los proyectos que los bancos financian fracasen dado que a ese tipo de interés se pedirán una mayor proporción de proyectos arriesgados y con mayor probabilidad de fracaso.

De esta manera, para niveles bajos del tipo de interés, al banco le interesa subirlo para cobrar más y obtener más ingresos, ya que los proyectos que se piden son arriesgados y seguros.

No obstante, para niveles altos del tipo de interés, el banco sabe que los proyectos arriesgados se pedirán en una mayor proporción, dejándose de pedir los proyectos seguros. Además, a estos tipos elevados el banco tendrá una mayor cantidad de préstamos considerados insolventes, que no se pagan.

En conclusión, la relación de tipo de interés con el ingreso esperado del banco queda representada como una curva creciente hasta un tipo de interés óptimo máximo al que los bancos están dispuestos a prestar dinero a los inversores, a partir del cual el ingreso esperado comienza a decrecer de nuevo.

Gráfico 3: Relación existente entre el rendimiento esperado del banco y el tipo de interés



Fuente: El racionamiento del crédito en los mercados financieros, Revista de Economía y Administración, M. Sandoval y L. Martínez (2004)

A través de esta relación, se puede obtener la curva de oferta de crédito, tal y como se indica en el gráfico (véase gráfico 4).

En el cuadrante IV, observamos la relación ya explicada anteriormente entre ingreso esperado por los bancos y tipo de interés.

Se sabe que los bancos actúan en competencia perfecta, y por tanto maximizan sus beneficios igualando como mínimo sus ingresos a sus costes, que vienen determinados por la tasa de interés que paga a los depositantes, conformando la siguiente condición de equilibrio.

$$E[I] = B(1 + \rho) \quad [12]$$

En el cuadrante III se representa así la relación directa entre la tasa de interés que reciben los depositantes y la oferta de depósitos: cuanto mayor sea dicha tasa, más depositantes están dispuestos a dejar su dinero al banco.

Si se hace una conversión de depósitos a créditos (Cuadrante II), que viene determinada por la política monetaria del banco central, de la política de reservas y otras cuestiones, se obtiene una relación también directa entre tipo de interés pagado a los depositantes y cantidad de crédito concedido.

el banco porque desconoce qué proyectos son arriesgados y cuáles seguros, por lo que existe una rigidez que lleva a los bancos a cobrar como máximo r^* (i^* en el gráfico), que es el tipo al que maximizan sus ingresos y que es más bajo que el de equilibrio.

Se produce así un desequilibrio, donde al tipo r^* (i^* en el gráfico) hay una mayor cantidad de crédito demandada que ofertada, esto es, un exceso de demanda ($H - A$ en el gráfico) y es este fenómeno el que hace necesario racionar el crédito.

Cualquier perturbación que afecte a la oferta de crédito, como por ejemplo una decisión de política monetaria, implicará una disminución en la cantidad ofertada de crédito por parte de los bancos, en vez de subir los tipos de interés.

Las oscilaciones en el crédito ofertado van a provocar oscilaciones en los niveles de inversión, y como consecuencia se producirán oscilaciones también en la demanda agregada, y por lo tanto en la economía global según la Nueva Escuela Keynesiana. De esta forma, los ciclos se producen como consecuencia de oscilaciones en el exceso de la demanda de crédito.

El racionamiento de crédito se lleva a cabo en función de criterios objetivos que se le piden a sus demandantes de crédito dado que el banco no sabe qué prestatarios van a devolver su dinero o no: se piden ciertos niveles de renta, el sector productivo en el que se va a hacer el proyecto y otro tipo de garantías.

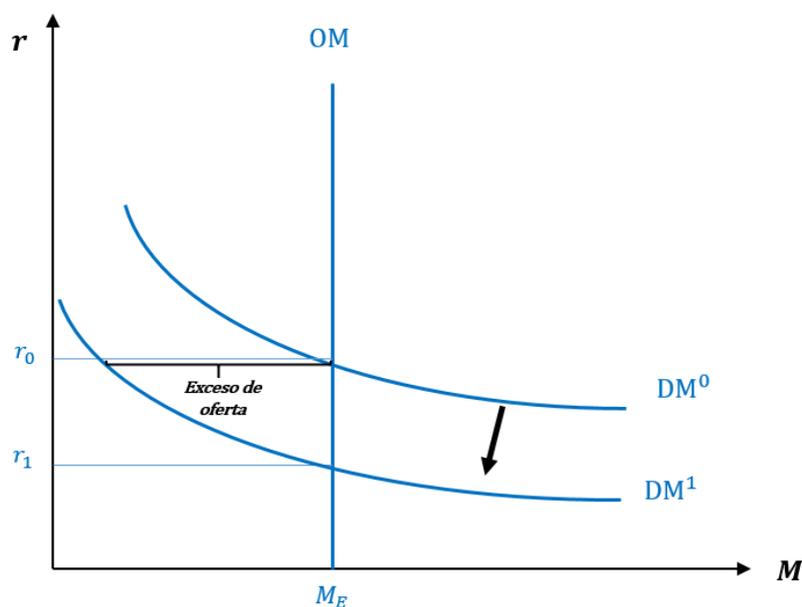
Bitcoin y ciclos económicos. Una reflexión personal

En relación al impacto económico que puede tener el Bitcoin como criptomoneda en relación al funcionamiento de este modelo, se ha de tener en cuenta cómo influye primeramente el Bitcoin sobre el mercado de dinero, concretamente de dinero Fíat. La demanda de dinero está referida a la necesidad que experimentan las personas de conservar riqueza como dinero en efectivo (Fortún, s.f.) y tiene su raíz en una motivación transaccional o en una especulativa, es decir, se demanda dinero para utilizarlo como medio de pago y por otro lado, con el fin de acumular riqueza con su tenencia.

Si el Bitcoin comenzase a aceptarse como depósito de valor de forma generalizada, la demanda de dinero (DM) sufriría una contracción. Esto ocurre

porque sólo se demanda dinero si quien lo demanda tiene confianza en que otra persona va a aceptar ese mismo billete como parte de pago. Donde empieza a dudarse de la aceptabilidad, la demanda de dinero empieza a caer (Larazzi, 2019). Debido a este alto grado de aprobación de la criptomoneda, necesariamente se demandará menos dinero fíat o fiduciario por funcionar como bien sustitutivo del mismo. De esta manera, como se puede observar en el gráfico, se genera un exceso de oferta de dinero al tipo de interés de equilibrio r_0 antes de que el Bitcoin tuviera influencia sobre la demanda (véase gráfico 5).

Gráfico 5: Comportamiento del mercado de dinero ante la aceptación del Bitcoin como depósito de valor



Fuente: Elaboración propia

A ese tipo de interés, la masa monetaria demandada queda reducida. Los demandantes de dinero solicitan cada vez más dinero a medida que el tipo de interés baja hasta alcanzar la misma cantidad de dinero que antes, pero a un precio más bajo, que se alcanza en r_1 .

Como consecuencia de la caída del tipo de interés, en mi opinión se producirán movimientos a lo largo de las curvas de oferta y demanda de crédito con los consiguientes efectos de variar el tipo de interés estudiados en las expresiones [8] y [11] del modelo. Desde la perspectiva de la demanda, si el tipo de interés

disminuye el efecto directo es que se demande más crédito, porque el precio de endeudarse es más bajo. En lo que concierne a la oferta, este descenso del tipo de interés provoca un efecto ambiguo sobre los ingresos del banco y como resultado, sobre la oferta de crédito. Por un lado, provoca lo que voy a llamar un “efecto positivo”, donde la oferta de crédito se reduce como consecuencia de reducir el precio que cobran a sus inversores, y por otro un “efecto negativo” donde la oferta podría aumentar como consecuencia de que haya más proyectos seguros en la economía a ese tipo.

Dependiendo de qué efecto pese más, en mi opinión pueden darse dos escenarios diferenciados:

- El “efecto negativo” de la caída del tipo de interés sobre la oferta es predominante. Esto implica que ante la caída del tipo de interés, los bancos seguirían estando dispuestos a seguir ofertando más crédito porque saben que financiarán proyectos más seguros que antes. De esta manera, el nuevo tipo de interés aún sigue siendo más alto que el tipo al que los bancos maximizan sus ingresos y la aceptación de Bitcoin no sería suficiente para generar un efecto en la economía global.
- El “efecto positivo” de la caída del tipo de interés sobre la oferta es predominante. En este caso, la aceptación generalizada del Bitcoin provoca una caída tal en el tipo de interés que consigue generar un aumento en los niveles de inversión, con ello una expansión de la demanda agregada y de la producción, y con ello de la economía.

En conclusión, el modelo de racionamiento de crédito permite explicar la influencia del sector financiero sobre la economía global, sector sobre el que opera implícitamente el mercado de bitcoin que sirve como depósito de valor alternativo al mercado de dinero fiat y por tanto, como herramienta para elevar los niveles de inversión.

5. Conclusiones

El bitcoin y las criptomonedas han desvirtuado las nociones básicas del concepto de dinero. El dinero en su versión más primitiva tenía un soporte físico en el que

conservaba su valor de forma intrínseca, ya fuesen metales preciosos en los que se acuñaban las primeras monedas o bien el denominado patrón oro. Incluso una vez disuelto el patrón oro en 1971, donde el dinero se sustenta en la confianza de los agentes económicos, las criptomonedas siguen sin parecerse al dinero fiat porque esta confianza está respaldada por un banco central o una autoridad que genere dicha confianza, la cual se ve mermada en épocas de crisis e incertidumbre económica, pues dichas autoridades toman medidas de política monetaria discrecional para beneficiar a las potencias económicas sobre las que toman decisiones.

En este aspecto, Bitcoin supone una alternativa para los inversores en tiempos de incertidumbre: su funcionamiento está completamente descentralizado, donde todas las transacciones quedan registradas y aprobadas por los todos los servidores del sistema. Este sistema, Blockchain, encripta transacción a transacción y funciona como un gran libro contable donde las transacciones son anónimas pero sin posibilidad de fraude.

La emisión de Bitcoin queda en manos de los mineros o servidores, cuyo incentivo a serlo es la recompensa obtenida por generar los bloques de transacciones en el sistema antes que ningún otro. Además esta emisión es similar a la del oro, la cual es cada vez más escasa con el paso de los años.

En estos aspectos, Bitcoin permite hacer transacciones desde cualquier parte del mundo sin tasas, comisiones u otros tipos de trabas económicas, además de funcionar de forma independiente a cualquier gobierno o autoridad monetaria.

Estas ventajas están propiciando que Bancos Centrales e incluso grandes empresas como Facebook (la libra de Facebook) estén desarrollando sus propias criptomonedas, que desde luego, no tienen el alcance que Bitcoin.

No obstante, como se ha analizado en secciones anteriores, Bitcoin sí que ha presentado ciertos fallos de seguridad, como en el caso de MTGox que supuso una pérdida de 750.000 Bitcoin. Además, es una moneda demasiado volátil, su funcionamiento se parece más al de un activo financiero que al de una moneda y presenta el inconveniente de que es un medio muy útil para procesar

transacciones de origen ilícito o de carácter delictivo, ya que en todo momento se conserva el anonimato.

En los últimos años, se ha ido extendiendo el uso de Bitcoin y se ha demostrado que en épocas de crisis se ha empleado como depósito de valor. Tras los análisis teóricos procedentes, se puede concluir que si el alcance de las criptomonedas se extiende hasta el punto de ser un sustitutivo al dinero fiat de forma generalizada, entonces podría generarse una mejora también generalizada de la economía.

A nivel práctico, este es un fenómeno que todavía queda lejos de la realidad de nuestros días: los bancos centrales no solo velan porque exista un crecimiento económico a cualquier coste, sino también un desarrollo de las economías y sociedades sobre las que toman decisiones, fin que el sistema que Bitcoin y otras criptomonedas no consideran. Y aunque el sistema de minado de Bitcoin sea completamente descentralizado, solo los servidores con una mayor inversión en computación y otros sistemas informáticos son los que actúan como tal. Esto implica que probablemente existan economías concretas en el planeta que dispongan de más cantidad de Bitcoin gracias a la formación bruta en capital fijo de la que disponen previamente.

Todas estas consideraciones llevan a que el mercado de Bitcoin y las criptomonedas puede ser una oportunidad de inversión prometedora para las economías en un futuro siempre y cuando sea compatible con la existencia de autoridades monetarias que corrijan las debilidades y fallos de mercado que genera este tipo de activos por su condición.

Bibliografía

1. Alonso, A. (28 febrero, 2014). Mt. Gox quiebra, Bitcoin continúa. *El diario.es*. Recuperado de https://www.eldiario.es/tecnologia/diario-turing/mtgox-bitcoins-maleabilidad-fraude-corrallito-karpeless_1_5005709.html
2. Bastardo, J. (28 noviembre, 2018). *¿Qué nos dice la capitalización de mercado de una criptomoneda?*. Recuperado de <https://www.criptonoticias.com/opinion/que-nos-dice-capitalizacion-mercado-criptomoneda/>
3. BBVA (2018). *¿Qué son los mercados de futuros?* Recuperado de <https://www.bbva.com/es/que-son-los-mercados-de-futuros/>
4. Berzosa, J. (2020). Constitución económica y coronavirus. En *Reflexiones jurídicas y financieras pos-COVID-19* (pp. 45-49). Madrid: Instituto de Estudios Bursátiles. Recuperado de <https://www.ieb.es/ww2017/wp-content/uploads/2020/05/IEB-Informe-de-Reflexiones-Jur%C3%ADdicas-y-Financieras-pos-COVID-19.pdf>
5. Callejo, G. (2016). *El Brexit refuerza al Bitcoin como refugio seguro de valor*. Recuperado de <https://www.criptonoticias.com/comunidad/adopcion/brexit-refuerza-bitcoin-como-refugio-seguro-valor/>
6. Caurín, J. (7 septiembre, 2017) *Tipos de criptomonedas*. Recuperado de <https://www.economiasimple.net/tipos-de-criptomonedas.html>
7. Conesa, C. (2019). *Bitcoin: ¿una solución para los sistemas de pago o una solución en busca de problema?* Recuperado de <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSerias/DocumentosOcasiones/19/Fich/do1901.pdf>
8. *Cuáles son las principales características de las criptomonedas* (<https://okdiario.com/economia/cuales-son-principales-caracteristicas-criptomonedas-3917608>)
9. Dierckxsens, W., y Formento, W. (2018). *El Bitcoin en la geopolítica* [Archivo PDF] Recuperado de: <https://www.aporrea.org/economia/a261189.html>
10. Domingo, Carlos (2018) *Todo lo que querías saber sobre Bitcoin, criptomonedas y Blockchain y no te atrevías a preguntar*. Barcelona: Ediciones Temas de Hoy.
11. *El impacto de las criptomonedas en la economía mundial*. (s. f.). criptomonedastop.com. Recuperado 6 de julio de 2020, de <https://criptomonedastop.com/impacto-las-criptomonedas-la-economia-mundial/>
12. Fernández, E. (2018) *La fiebre de las criptomonedas*. Recuperado de <https://www.caixabankresearch.com/la-fiebre-de-las-criptomonedas>
13. Fortún, M. (s.f.). *Demanda de dinero*. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/demanda-de-dinero.html>
14. Guzmán, G. (2000). *¿Qué es el dinero? Un abordaje desde la psicología económica. Psicología desde el Caribe* (6) (pp. 75-92) Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=213/21300607>

15. Ibáñez, A. (25 febrero, 2014) Nubarrones sobre Bitcoin tras la caída de Mt.Gox, uno de sus principales mercados. *Rtve noticias*. Recuperado de <https://www.rtve.es/noticias/20140225/nubarrones-sobre-bitcoin-tras-caida-mtgox-uno-principales-mercados/887061.shtml>
16. Larazzi, G. (20 septiembre, 2019). El único tema que importa: la demanda de dinero. *El Economista*. Recuperado de <https://eleconomista.com.ar/2019-09-el-unico-tema-que-importa-la-demanda-de-dinero/>
17. López, J. (26 septiembre, 2015). Ciclo de desequilibrio. Racionamiento de crédito [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=enu0tRuL4E4>.
18. Martínez, A.y Londoño, H. H. (2004) El Racionamiento Del Crédito En Los Mercados Financieros. *Revista de Economía y Administración* (pp. 145-184). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/6674193.pdf>
19. McGlone, M. (2020). Bitcoin \$10,000 Gaining Support. [Archivo PDF]. Recuperado de <https://data.bloomberglp.com/professional/sites/10/Bloomberg-Indices-Outlook-Cryptos-June-2020.pdf>
20. Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Recuperado de www.metzdowd.com.
21. NCYT Amazings (6 junio, 2018). ¿Han mejorado la economía mundial las criptomonedas?. Recuperado de <https://noticiasdelaciencia.com/art/28884/han-mejorado-la-economia-mundial-las-criptomonedas>
22. Ordinas, M. (2017). Las criptomonedas ¿oportunidad o burbuja? [Archivo PDF] Recuperado de <https://www.bancamarch.es/recursos/doc/bancamarch/20170109/2017/informe-mensual-de-estrategia-octubre-2017.pdf>
23. Parrondo, L. (2018). *Tecnología Blockchain, una nueva era para la empresa*. Recuperado de <http://www.luzparrondo.com/wp-content/webcontent/Blockchain-una-nueva-era-para-la-empresa.pdf>
24. Pérez, I. (2015). *Blockchain: bloques, transacciones, firmas digitales y hashes*. Recuperado de: <https://www.criptonoticias.com/criptopedia/blockchain-bloques-transacciones-firmas-digitales-hashes/>
25. Ramiro, A. y Pozzi, S. (25 febrero, 2014). El principal operador del bitcoin cierra y destapa las flaquezas de la divisa. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/tecnologia/2014/02/25/actualidad/1393319825_988195.html
26. Sandoval, J. (28 mayo, 2016) *Devaluación del Yuan genera subida en los precios de Bitcoin y Litecoin*. Recuperado de <https://www.criptonoticias.com/mercados/devaluacion-yuan-genera-subida-precios-bitcoin-litecoin/>
27. Santacruz, J. (2020). Los desafíos macroeconómicos que afronta España para el II Semestre de 2020. En *Reflexiones jurídicas y financieras pos-COVID-19* (pp. 53-57). Madrid: Instituto de Estudios Bursátiles. Recuperado de <https://www.ieb.es/ww2017/wp->

<content/uploads/2020/05/IEB-Informe-de-Reflexiones-Jur%C3%ADdicas-y-Financieras-pos-COVID-19.pdf>

28. *Smart contracts o contratos inteligentes*.(s.f.) Recuperado de <https://www.miethereum.com/smart-contracts/>
29. Stiglitz, J. E. y Weiss, A. (1981). Credit Rationing in Markets with Imperfect Information. *The American Review*,71 (3), (pp. 393-410)
30. Tabanera, N (2020). El coronavirus conduce al bitcoin hacia los 20.000 dólares. Recuperado de https://www.finanzas.com/mercado-divisas/el-coronavirus-conduce-a-bitcoin-hacia-los-20-000-dolares_20069250_102.html