



Criptomonedas y Blockchain en el ámbito financiero: un análisis de correlación

PATRICIO LOZANO, DAVID
Instituto de Estudios Cajasol (España)
Correo electrónico: davidpatriciolozano@gmail.com

RESUMEN

En este artículo realizamos un estudio acerca de uno de los temas más disruptivos en los últimos tiempos: las criptomonedas. Ya sea como una revolución en los métodos de pago, por ser un activo especulativo o por las particularidades de la tecnología en la que se soporta, las criptomonedas cada vez están generando un mayor impacto en nuestras vidas, especialmente, en el mundo de las finanzas.

El principal objetivo que nos planteamos es adentrarnos en el conocimiento de las criptomonedas y la tecnología que las sostiene, de manera que nos permita tener una idea clara de las consecuencias de su aparición no solo en el ámbito financiero, sino también en la economía en general.

Si realizamos una aproximación a estas criptomonedas y a la tecnología blockchain, podremos conocer las ventajas de su utilización, así como de las desventajas de su existencia, lo que nos permitirá tener conciencia del papel que puede desempeñar esta tecnología en el presente, a corto y largo plazo, especialmente en el ámbito empresarial.

Tras este análisis de los orígenes del Bitcoin y su evolución, estudiamos su correlación con varios activos e índices: Ethereum (segunda criptomoneda con mayor valor), oro (commodity considerada como valor refugio), S&P500 (índice más representativo del mercado estadounidense) y el MSCI World Index (índice más representativo a nivel global), explicando brevemente cada uno de estos activos, para finalmente analizar su correlación con el Bitcoin desde el año del que disponemos datos de cada uno.

Palabras clave: criptomonedas; blockchain; bitcoin.

Clasificación JEL: M15, O16, G10.

MSC2010: 62.

Cryptocurrencies and Blockchain in the financial field: a correlation analysis

ABSTRACT

In this article, we carry out a study about one of the most disruptive topics in recent times: cryptocurrencies. Whether as a revolution in payment methods, because it is a speculative asset or because of the particularities of the technology on which it is supported, cryptocurrencies are generating a greater impact on our lives, especially in the world of finance.

The main objective that we set ourselves is to delve into the knowledge of cryptocurrencies and the technology that supports them, in a way that allows us to have a clear idea of the consequences that their appearance has not only in the financial field, but also in the economy in general.

If we make an approximation to these cryptocurrencies and blockchain technology, we will be able to be aware of the advantages of their use, as well as the disadvantages of their existence, which will allow us to be aware of the role that this technology can play in the present, in the short term and long term, especially in the business field.

After this analysis of the origins of Bitcoin and its evolution, we study its correlation with several assets and indices: Ethereum (second cryptocurrency with the highest value), gold (commodity considered as a refuge value), S&P500 (the most representative index of the US market) and the MSCI World Index (most representative global index), briefly explaining each of these assets, to finally analyze their correlation with Bitcoin from the year for which we have data for each one.

Keywords: cryptocurrencies; blockchain; bitcoin.

JEL classification: M15, O16, G10.

MSC2010: 62.



1. Introducción

Hoy en día es difícil encontrar a una persona que nunca haya oído o leído el término criptomoneda y probablemente, aquellas que conozcan el término, lo primero que les viene a la cabeza es la palabra Bitcoin. En un mundo tan globalizado y cada vez más dependiente de las nuevas tecnologías, los hábitos están cambiando en las personas y una de las áreas que más está evolucionando son las finanzas. En este trabajo nos centramos principalmente en las formas de pago y la tecnología que se esconde detrás de estas nuevas herramientas y medios que están revolucionando los mercados financieros.

Empresas de renombre como Paypal, Visa, Starbucks y Tesla han comenzado a introducir las criptomonedas como medio de pago de sus productos mediante monederos de criptodivisas.

Asimismo, en la actualidad ya no solo podemos enumerar ejemplos como los anteriores de empresas que aceptan el pago con criptomonedas, sino que por ejemplo en 2021 se está extendiendo tanto que incluso equipos de la NBA como Sacramento Kings han ofrecido a sus jugadores cobrar sus salarios en Bitcoin (Brett, 2021).

El objetivo que nos planteamos es analizar desde diferentes perspectivas el impacto de las criptomonedas en los últimos años. Para ello, en primer lugar, definimos qué son las criptomonedas, considerándolas como un medio monetario virtual, que cumple cualquier función de una divisa bajo un sistema de criptografía. Posteriormente recogemos algunas de sus principales ventajas y desventajas.

En segundo lugar, estudiamos la tecnología que hace posible que funcionen, la tecnología Blockchain, una base de datos descentralizada y organizada en bloques, que utiliza la criptografía para proteger las transacciones y que no se vean alteradas. Lo que comenzó como una base de datos para proporcionar el correcto funcionamiento de las criptomonedas, se ha ido desarrollando, siendo cada vez más habitual ver cómo las empresas implantan esta tecnología en su día a día.

Es por ello que en este estudio incorporamos una sección en la que vemos cómo algunas de las principales firmas de servicios profesionales (las Big Four) valoran esta tecnología, llegando alguna a incorporarla como una línea de negocio a través de la que apoyan y asesoran a otras compañías en la integración de la Blockchain en sus procesos y estrategias. Estas empresas usan esta tecnología como herramienta de mejora en los servicios de auditoría y consultoría, consiguiendo potenciar procesos en diversos sectores, desde el de las telecomunicaciones al agilizar operaciones internas, hasta el retail, proporcionando información de mayor calidad a los clientes.

Una vez analizamos brevemente el recorrido del Bitcoin, que es el principal referente de las criptomonedas, nos centramos en los principales motivos que han provocado que esta criptomoneda llegase a sus máximos históricos un año después de que estallase la pandemia y un gran desplome a las pocas semanas.

Asimismo, estudiamos su correlación con varios activos e índices, explicando brevemente cada uno de estos activos, para finalmente analizar su correlación con el Bitcoin.

Para llevar a cabo esta investigación, utilizamos un método deductivo de investigación, ya que vamos a partir de la teoría general existente en relación con las criptomonedas y la tecnología blockchain, para extraer conclusiones. En cuanto a la naturaleza de los datos con los que vamos a trabajar, son tanto de tipo cualitativo (al realizar un análisis subjetivo e individual, tras la observación de diferentes casos) como cuantitativo (cuando utilizamos un análisis estadístico que nos permite realizar un análisis objetivo de la cuestión).

Asimismo, si tenemos en cuenta el tiempo en que se efectúa, la investigación que realizamos es diacrónica ya que estudiamos hechos que ocurren en un amplio periodo de tiempo, al analizar el tema de estudio desde la aparición de estas tecnologías y tras ellos extraemos conclusiones acerca de su evolución futura.

En cuanto a la recogida de la información, destacamos la revisión documental tanto de artículos de investigación como de diferentes páginas web, blogs, noticias en diferentes medios y entrevistas, lo que nos ha permitido tener una visión completa y actualizada de las criptomonedas, cuya aparición en escena es relativamente reciente.

Consideramos que la combinación de una metodología mixta, cualitativa y cuantitativa, permite mejorar los resultados de la investigación, así como el entendimiento de los mismos (Balbastre & Ugalde, 2013).

Teniendo esto en cuenta, el trabajo se estructura como sigue. En primer lugar, definimos estos activos y analizamos la tecnología que hay detrás de ellos, conocida como Blockchain. Tras ello, abordamos la tecnología Blockchain, en cuanto a su uso tanto en el campo de las criptomonedas, como sus diversas aplicaciones fuera de este ámbito. En el siguiente epígrafe, recopilamos la opinión de algunas de las empresas más importantes en el sector servicios acerca de las criptomonedas y la tecnología Blockchain. Por último, nos centramos más en las criptomonedas, especialmente en el Bitcoin, estudiando su comportamiento y viendo su evolución en los mercados financieros frente a otros activos e índices. Y finalmente, exponemos las conclusiones.

2. Las criptomonedas

A día de hoy siguen existiendo controversias acerca de la definición de las criptomonedas. Para organismos como la Autoridad Bancaria Europea (EBA) o el Banco Central Europeo, las criptomonedas no se pueden considerar como un tipo de moneda, sino que simplemente funcionan como un medio de pago (Directiva 2014/62/UE, 15 de mayo de 2014). Una criptomoneda no puede considerarse como billete, moneda o derecho a recibir billetes o monedas.

Es por ello importante entender qué es una criptomoneda y en qué se diferencia del dinero que todos conocemos. Según López et al. (2018), cuando hablamos de dinero podemos distinguir tres categorías: monedas, billetes y dinero digital o criptomonedas, y dentro de las criptomonedas podemos diferenciar entre criptomoneda centralizada y descentralizada. Cuando una moneda está centralizada, entendemos que hay un intermediario de confianza, como podría ser un Banco Central, gobierno o banco comercial. Algunos ejemplos de este tipo son las tarjetas de crédito o el dinero de monederos electrónicos.

Por otro lado, las criptomonedas descentralizadas son las que no cuentan con este respaldo y en esta categoría agrupamos monedas como el Bitcoin, Ethereum, Ripple o Cardano. Esta última categoría cuenta actualmente con casi 9.000 tipos distintos y solo el Bitcoin ya posee una capitalización de mercado superior a un trillón de dólares (Coinmarketcap, 2021), es decir, superior a un billón de euros.

En este trabajo nos referiremos a las criptomonedas descentralizadas cada vez que hagamos mención al término criptomoneda. Una vez conocida la distinción entre ambos tipos, podemos definir la descentralizada como un medio monetario virtual, que cumple cualquier función de una divisa bajo un sistema de criptografía y sin ningún control por parte de autoridades económicas y gubernamentales (García, 2018).

Este sistema de criptografía es un mecanismo de codificación que permite garantizar la seguridad de las transacciones a través de diversas tecnologías y algoritmos que hacen imposible su lectura a terceras partes no autorizadas, consiguiendo así la deseada confidencialidad (Barroilhet, 2019).

Asimismo, también debemos diferenciar entre dinero electrónico y monedas virtuales. Como ya hemos visto, las criptomonedas descentralizadas no tienen ningún tipo de respaldo, por lo que se consideran un producto de intercambio para conseguir otros bienes o servicios pero que no poseen

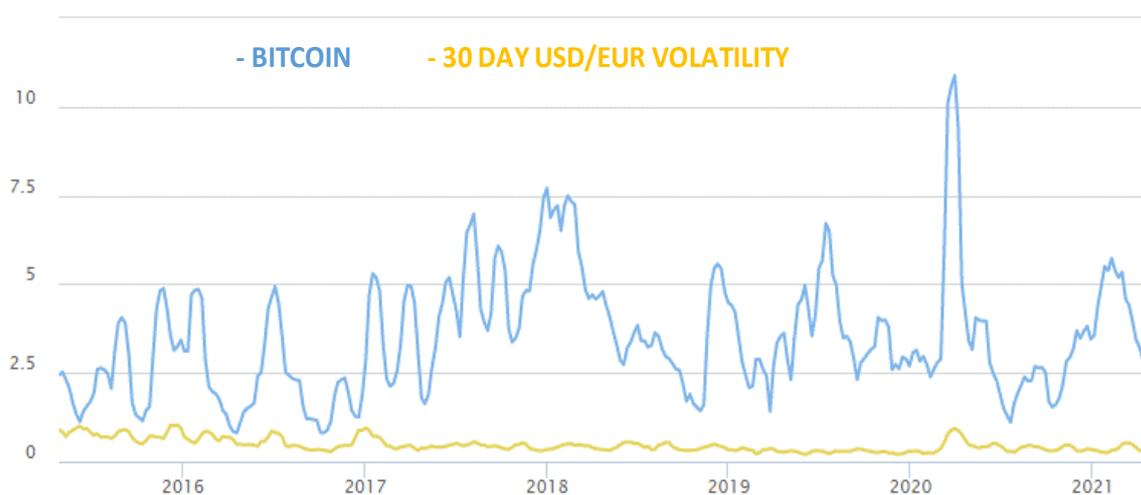
ninguna validez legal y que, al estar descentralizada, nadie garantiza su valor (Grupo de Acción Financiera de la Unión Europea, 2014).

Por otro lado, cuando nos referimos a dinero electrónico consideramos cualquier valor monetario almacenado digitalmente para ser utilizado como medio de pago o reserva de valor. De manera abreviada podemos decir que es la versión digital del dinero físico.

El emprendedor Andreas Antonopoulos (2017) afirma que no podemos considerar a las criptomonedas solamente por su función de monedas virtuales, ya que sería lo mismo que decir que el único uso de internet es utilizar el correo electrónico. Además del valor que genera la seguridad mencionada, las criptomonedas no necesitan intermediarios por lo que se consigue con ellas un ahorro en costes y tiempo.

Todo ello se traduce en que los pagos en criptomonedas o su uso como instrumento de inversión cada vez son más comunes en las empresas. Según Pérez (2019), existen tres motivos por el que una empresa adquiere criptomonedas: como instrumento de intercambio en operaciones de compra-venta (medio de pago), como actividad principal de la empresa (ejemplos: HasCash Consultores, Ideologic, Solulab, Labrys...) o como instrumento de inversión, considerado de alto riesgo debido a su elevada volatilidad. En el siguiente gráfico vemos una comparación de la principal criptomoneda frente al tipo de cambio dólar/euro. En el eje de ordenadas del siguiente gráfico aparece la desviación estándar de los rendimientos diarios.

Gráfico 1. Volatilidad del Bitcoin frente al USD/EUR.



Fuente: Elaboración propia a partir de buybitcoinworldwide.com.

Uno de los principales aspectos que dificulta el tratamiento de las criptomonedas es la descentralización que las caracteriza, lo que hace que no estén respaldadas o controladas por ninguna institución o gobierno.

Este concepto, junto al de que las criptomonedas como elemento especulativo poseen un alto riesgo, lo recuerdan la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV) junto al Banco de España en un comunicado conjunto (Banco de España & CNMV, 2021), advertencia que también realizaron en 2018. En esta declaración llegan a afirmar que son productos poco adecuados para pequeños ahorradores ya que, debido a su riesgo, pueden perder fácilmente la totalidad de su inversión. Por ello es importante conocer los puntos fuertes y débiles de las criptomonedas.

2.1. Ventajas y desventajas de las criptomonedas

Las principales ventajas (Azuara et al., 2018; Fernández, 2018) son:

1. Libre acceso. Posibilidad de utilizar estos activos desde cualquier lugar del mundo, con el único requisito de poder conectarse a internet.
2. Descentralización. Tal y como comentamos anteriormente, no está controlada por ningún banco, gobierno o entidad, lo que le otorga mayor protección ante cualquier ataque, debido a que los datos de todos los usuarios están repartidos en diferentes nodos a través de toda la red.
3. Dificilmente falsificable, gracias a la tecnología que utiliza. La criptografía es una de sus principales fuentes de protección.
4. Bajos costes. Mucho menores que los que soportaban hasta la fecha cualquier tipo de transacción, principalmente por la eliminación de intermediarios.
5. Anonimato. Protección de identidad a la hora de realizar transacciones.
6. Rapidez. También relacionado con la eliminación de intermediarios, nos otorga mayor rapidez al realizar transacciones.
7. Transparencia. Todas las transacciones realizadas en estas redes quedan registradas en Blockchain, en su llamado libro mayor, un libro inmutable y protegido por procesos criptográficos al que podemos acudir para averiguar los movimientos de cualquier moneda, contrato o acto efectuado con esta tecnología.
8. Seguridad. Gracias a la tecnología que se esconde detrás de las criptomonedas, toda la información de las transacciones, quedan registradas en un historial, almacenado de manera inmutable en cientos de ordenadores, haciendo casi imposible la intervención de agentes maliciosos externos.

En cuanto a sus principales desventajas (Grupo de Acción Financiera de la Unión Europea, 2014; Torres, 2015; Azuara et al., 2018), destacamos las siguientes:

1. No tienen respaldo. Lo que consideramos como una ventaja en el apartado anterior, a través de la descentralización, también podemos entenderlo como un aspecto negativo, al no contar con un depósito de valor que las respalde, ni tener emisores legales que respondan ante ellas.
2. Aceptación. Actualmente existen muchos países con restricciones ante el uso de estos activos como China.
3. Volatilidad. Su alta volatilidad es una de las características que hace que las criptomonedas contengan un mayor riesgo en comparación con otras opciones de inversión.
4. Actividades ilícitas. Debido a la anonimidad que poseen, permite a los usuarios ciertas facilidades a la hora de llevar a cabo actividades ilícitas y delictivas, como el blanqueo de dinero o la venta de armas.

Tras conocer qué es una criptomoneda y sus principales ventajas y desventajas, el siguiente paso consiste en entender cómo funciona la tecnología que hay detrás, la “cadena de bloques”, más conocida por su término en inglés, “blockchain”.

3. Blockchain

3.1. Definición y componentes

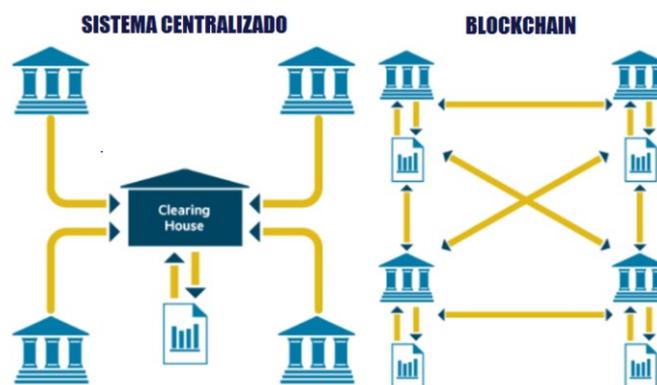
Según Preukschat et al. (2017), la blockchain se puede definir como una base de datos descentralizada y organizada en bloques, que utiliza la criptografía para proteger las transacciones y que no se vean alteradas.

El uso de esta tecnología comenzó en 2009, como pilar fundamental del auge del Bitcoin. Con el paso del tiempo la blockchain se ha ido extendiendo por todo tipo de industrias y actividades, no solo como soporte para las criptomonedas (Bartolomé et al., 2017).

La tecnología blockchain puede resultar un poco compleja, por lo que hay que entender, en primer lugar, varios conceptos básicos que según Preukschat et al. (2017) son los siguientes:

- **Nodo (red de ordenadores):** según la dificultad de donde opere puede ser un ordenador corriente o una megacomputadora. Para comunicarse entre ellos necesitan tener un mismo protocolo para poder formar parte de uno de los tres tipos de red blockchain.
- **Protocolo estándar:** software informático que permite a los nodos interactuar entre ellos. Estos protocolos son necesarios en muchos ámbitos de internet. Por ejemplo, para enviar correos electrónicos se utiliza uno conocido como SMTP.
- **Peer to peer o P2P:** red de nodos conectados entre sí.
- **Sistema descentralizado:** es el mismo concepto comentado anteriormente con las criptomonedas. Este sistema no está controlado por un único ente, sino que son los componentes de los nodos los que estabilizan el sistema.

Figura 1. Sistema centralizado vs descentralizado.



Fuente: smdigital.com

Con todos estos elementos agrupados conseguimos la definición de la tecnología blockchain: familias de ordenadores agrupados en nodos que a través de protocolo manejan información registrada en una red entre pares (P2P). Así se protegen los datos y transacciones de los usuarios gracias a las matemáticas empleadas por los algoritmos criptográficos (Chuen & Deng, 2017).

Para entender el funcionamiento blockchain necesitamos conocer además las siguientes definiciones (Yahari, 2017):

- Bloques: las transacciones que circulan por la blockchain son agrupadas en bloques, para ser verificadas por los “mineros” y unirse así a la cadena para poder ser validadas y repartidas por la red. De ahí viene que el nombre de esta tecnología sea el de cadena de bloques.

Estos bloques, además de la información que contienen, están formados por dos códigos alfanuméricos para poder enlazarse con el bloque anterior y posterior de la cadena. Un ejemplo podría ser: 4K25t1WpLP22CNmQldkaiJYswrnqGyHte.

- Hash: es el elemento que hace único al bloque. El hash para el bloque sería lo mismo que el ADN para el ser humano.
- Mineros: son los ordenadores responsables de adherir los bloques a la cadena.

El proceso de minar consiste en crear una nueva moneda (en el caso de las criptomonedas) tras resolver algoritmos matemáticos para validar el bloque y adherirlo a la cadena. El proceso es como una competición para ver quién lo consigue primero, ya que éste recibe una recompensa (tokens), en forma de moneda o activos digitales.

3.2. Redes de Blockchain

Existen tres tipos de redes de blockchain:

3.2.1. Redes Públicas

Preukschat et al. (2017) las distinguen como las primeras redes creadas y se caracterizan por ser:

- Públicas: todo el mundo puede consultar los intercambios de información y transacciones.
- Abiertas: cualquier persona puede mirar y convertirse en partícipe del proceso.
- Descentralizadas, pues nadie tiene más poder que el resto.
- Pseudoanónimas. Solo algunas redes públicas pueden ser específicamente diseñadas para ser anónimas. La pérdida de anonimato no es sobre el usuario, sino por la rastreabilidad de su dirección al ser pública.

Al hablar de redes públicas, encontramos otro elemento importante: los tokens. Las transacciones que se realizan, son registradas en un libro mayor, como si se tratase de una especie de contabilidad. Un token es un código que permiten registrar los bloques y cadenas con las transacciones. Este token funciona como una ficha y representa un derecho o valor canjeable a través de la criptografía. Por lo tanto, en las redes públicas estos tokens funcionan como los identificadores de cada transacción.

3.2.2. Redes Privadas

Uno de los principales motivos de la creación de estas redes fue por la demanda del sector financiero, al ver el potencial que tenía esta tecnología en su uso como gestión de base de datos y auditoría, al proteger su confidencialidad en las bases de datos compartidas (Cámara, 2018). Estas redes son:

- Privadas. La información está limitada a determinados usuarios que posean acceso a la red.
- Cerradas. Existen varios niveles de privacidad establecidos por un protocolo, por lo que cada usuario que tenga acceso tendrá distintas posibilidades de participación. Así, algunos podrán consultar transacciones, pero no registrarlas, mientras que otros tendrán libertad para involucrarse en todas las actividades.

- Distribuidas. A diferencia de las públicas, aquí los usuarios se comprometen a mantener activos el número de nodos necesarios para proteger la red, ya que la protección de una red depende del número de nodos.
- Anónimas. Existen diferentes niveles de protección de la identidad del usuario y las transacciones.

Otra forma que se conoce para denominar a las redes privadas de blockchain, es la de redes con permiso ya que, aunque tienen un código público, necesitas ser invitado para participar en ella. En definitiva, una red privada es mucho más centralizada que las públicas.

3.2.3. Consorcios

Este tipo de red es el menos común y reúne características de la pública y la privada. Según Parrondo (2017), se consideran parcialmente descentralizadas, ya que el proceso del consenso es estipulado por determinados nodos, al igual que la validación de los bloques.

Para entenderlo mejor, Abanca Innova (2019), muestra un ejemplo de cómo esta red es utilizada en el sector bancario. Si varias instituciones financieras formasen un consorcio, en el que cada una de ellas represente un nodo, para validar una transacción debe ser aprobado por el 75% de los nodos. Esto hace que la centralización y el poder resida en un grupo. Así comparten cierto matiz de ser público, pero a su vez solo pueden participar ciertos usuarios, lo que hace que comparta características de la red privada.

3.3. Funcionamiento

Según Bartolomé et al. (2017), podemos definir el proceso de una transacción a través de una red blockchain de la siguiente forma:

1. Se ejecuta una transacción, que se comunica por todos los nodos de una red. Esos nodos serán los encargados de verificarla para posteriormente incorporarla a un bloque.
2. Dicho bloque será distinguido a través de un hash, utilizando la criptografía para referenciarlo con el bloque anterior y poder encadenarlo. Esto quiere decir que el nuevo hash tiene un componente del hash previo para que puedan estar interconectados. Así comienza a formarse el “ledger”, lo que en español sería un libro donde se recogen las transacciones, como si se tratase de un sistema contable.

Figura 2. Esquema de unión de bloques a través de hash.



Fuente: Elaboración propia.

3. Para añadir cada bloque a la cadena tienen que ser minados por los usuarios. Este proceso sirve para calcular el hash, resolviendo complejos problemas matemáticos. La dificultad de estos problemas crece a la par de la cantidad o potencia de los nodos.
4. Llegados a este punto, la información del bloque queda almacenada en cada ordenador o usuario y es sincronizada cada cierto tiempo, haciendo posible que los usuarios compartan la misma versión de la base de datos (Castello, 2016).
5. La información ya está protegida y no puede ser eliminada ni alterada. Los usuarios pueden visualizarla y certificarla, consiguiendo así un sistema de retroalimentación que no depende de ningún tipo de centralización. Esto es posible gracias al concepto del P2P.

Esta característica de inmutabilidad, que hace prácticamente imposible alterar la información verificada, es lo que se conoce como “Proof of Work (PoW)” o prueba de trabajo. Esta prueba de trabajo es lo que aglutina todo el proceso de la incorporación de bloques a la red blockchain y con todo lo expuesto hasta ahora podemos resumirla de la siguiente forma (Dolader et al., 2017):

- Resolución del problema matemático para obtener un nuevo bloque.
- Esperar la verificación y consenso de la red para que el bloque forme parte de la cadena.
- Recibir la recompensa correspondiente.

3.4. Aplicaciones de la blockchain

Hasta ahora hemos analizado la tecnología blockchain orientada especialmente a las criptomonedas, ya que la disrupción de esta tecnología comenzó en 2009 con el crecimiento del Bitcoin. Hoy en día cada vez estamos viendo nuevos usos que implementan estas tecnologías en diversos sectores, especialmente en el financiero y el educativo. En este apartado veremos otras aplicaciones y algunos ejemplos de cómo diferentes empresas y organismos tratan de implementar la blockchain en sus procesos.

Según Dolader et al. (2017), éstas son algunas de las otras funcionalidades de la tecnología blockchain:

1. Sistema de distribución de firmware. Este aspecto lo relacionamos con el concepto de Internet de las Cosas (IdC). Este término se usa como idea de que, en la actualidad, cada vez son más los objetos cotidianos que están interconectados a internet (Alcaraz, 2014), desde una lavadora hasta nuestro coche. Uno de los grandes problemas a resolver en este ámbito es la seguridad y ahí entra en juego la aplicación de la blockchain ya que esta tecnología viene a resolver problemas para el consumidor y el fabricante.

Por un lado, el principal problema para la empresa que lo fabrica es el coste que le supone estar actualizando de manera permanente los distintos dispositivos que agrupamos en la categoría IdC. Utilizando redes blockchain estos costes podrían reducirse drásticamente aprovechando el sistema de redes, de manera que todo estuviera interconectado de forma fiable y autónoma. Serían los objetos o dispositivos los que cada cierto tiempo se conectarían a los diferentes nodos de la red para consultar si el firmware que poseen está actualizado. Posteriormente, si precisan de una actualización, a través de los distintos nodos, podrían los dispositivos actualizarse.

Respecto al consumidor, el principal problema es la inseguridad que transmite que sus dispositivos puedan estar en continua comunicación con sus fabricantes, pues genera desconfianza. Gracias a la implementación de un sistema transparente y seguro como el de la blockchain, este problema podría solventarse en gran medida, al generar más confianza en el consumidor.

2. Mercado de servicios entre dispositivos. Esta aplicación podríamos enfocarla especialmente en el sector energético. Si una central nuclear produce energía las 24 horas del día, mientras que una célula fotovoltaica solo genera energía en las horas de sol, esto provoca que el precio fluctúe según la demanda en cada momento del día, habiendo momentos mucho más intensivos que otros. La idea es conectar estos dispositivos a una red blockchain, de manera que, con el supuesto de utilizar bancos de batería, pudiésemos comprar la energía en los momentos que se encuentre a menor precio para luego venderla en los picos de mayor demanda y, por tanto, más cara.

Tanto empresas buscando una rentabilidad, como particulares tratando de reducir sus facturas, podrían realizar el proceso anterior de manera segura y transparente con las redes blockchain. Aunque ya existen empresas que practican esta idea de la compra y venta de energía, a través de la blockchain conseguirían reducir sus costes (Dolander et al., 2017).

3. Seguimiento de pedidos. Por lo general, se requiere de varias empresas a la hora de realizar un envío, sobre todo en los envíos internacionales. En muchas ocasiones ocurren extravíos, fraudes, pérdidas, etc.

La aplicación de la tecnología blockchain en este ámbito podría ser una solución para ahorrar costes y simplificar procesos al facilitar una red compartida por los diferentes intermediarios, emisores y receptores.

4. Sustituto de patentes. Gracias a la característica de inmutabilidad de la blockchain, podemos usar esta tecnología como garantía de que cualquier información registrada no puede ser alterada o copiada, eliminando un intermediario como podría ser una oficina de patentes y, por tanto, ahorrando costes.
5. Protección en Big Data. La tecnología blockchain se apoya de la del Big Data para aumentar su seguridad a través de la identificación de los nodos (Reid & Harrigan, 2013). La vulnerabilidad del Big Data reside en múltiples factores debido al manejo de los datos, desde un mal uso por parte de un trabajador hasta un fallo en su almacenamiento. Con la implementación de la blockchain podemos añadir seguridad, veracidad, entorno transparente..., algo que ya han puesto en marcha empresas como Google, NHS y DeepMind (Van Rijmenam, 2019).
6. Smart contracts. Echebarría (2017) los define como un acuerdo entre dos o más partes que a diferencia del sistema tradicional, se forma a través de códigos informáticos (scripts), por lo que lo denomina como “contratos electrónicos”. Este concepto usa como base la tecnología Blockchain para beneficiarse de sus características, ya que gracias a la Blockchain no se necesita de un ente intermedio que haga validar o verificar lo estipulado en el contrato, con lo que se reduce este coste.

El mecanismo es el siguiente:

- Se formaliza un acuerdo entre dos o más partes.
- El contrato queda transcrito en formato electrónico.
- Se fijan procedimientos de actuación para que cada acción tenga una consecuencia. Por ejemplo: se entrega una mercancía antes de un plazo determinado y como consecuencia se libera el pago del emisor.
- La tecnología blockchain asegura el cumplimiento del contrato.
- Todo funciona como un mecanismo automático gracias al lenguaje de la programación.

Las funcionalidades de los Smart contracts pueden ser muy diversas. Desde muy sencillas, como votar en una encuesta o más complejas, como ejecutar una opción call o bloquear los fondos de un prestatario si no cumple con los plazos.

Actualmente se están estudiando métodos para poder implementar la blockchain junto con los Smart contracts en sectores como el mercado inmobiliario, el sector jurídico y las casas de apuestas (Solera, 2020).

Cabe destacar que esta funcionalidad de la tecnología blockchain como son los Smart contracts, se considera como una de las características que hacen cada vez más atractiva la red de Ethereum por delante de la de Bitcoin. En el último apartado de este trabajo, veremos más detalles acerca de Ethereum, así como su comparación con el Bitcoin, al ser ambos los principales referentes de criptomonedas en la actualidad.

4. Blockchain como herramienta en las Big Four

El término Big Four se usa para referirnos a las cuatro empresas de contabilidad y servicios profesionales más conocidas a nivel mundial porque poseen mayor cuota de mercado, volumen de negocio y prestigio en servicios de consultoría, asesoría y auditoría. Prueba de ello es que prácticamente el 100% de las empresas del S&P500, son auditadas por alguna Big Four (CFA Institute, 2018). Lo mismo ocurre en el IBEX35.

Las cuatro empresas son Klynveld Peat Marwick Goerdeler (KPMG), Ernst & Young (EY), Deloitte y PricewaterhouseCoopers (PWC). A continuación, vamos a comentar brevemente su relación con el uso de la Blockchain.

KPMG

Esta empresa considera imprescindible el uso de nuevas tecnologías en los procesos de auditoría, de manera que los auditores cuenten con nuevas herramientas y aprovechen estas nuevas tecnologías para facilitar sus tareas y asegurar que se realice de forma válida y segura (Cortés, 2021).

Según KPMG (2018), los principales sectores que pueden verse beneficiados con la implementación de la blockchain son: telecomunicaciones (agilizar operaciones internas como la transacción de activos digitales o los procesos de facturación), salud y farmacéutico (mejora en los registros médicos y facilidad para los pacientes en obtener recetas), bancario (conectar en los mercados derivados, compradores y vendedores, y que el flujo de información se actualiza de manera constante), medios de comunicación (gestión de riesgos como los que pueden ocasionarse por uso indebido de derechos de autor y uso de Smart contracts para facilitar los pagos de entradas de eventos, así como su localización, rastreo, etc.), retail (permitir a los clientes rastrear la procedencia de cada producto, cómo conservarlo o prepararlo...) y automovilístico (apoyo en la gestión de inventarios, rastreo de componentes y seguridad para los compradores sobre el estado y procedencia del vehículo).

Desde 2019, KPMG Blockchain Services professionals ofrece asesoramiento y apoyo para integrar la tecnología blockchain en los negocios. Este servicio incluye estrategia de realización, integración de las operaciones y sistemas, gestión de datos como apoyo en las plataformas de auditorías e impuestos.

Ernst & Young

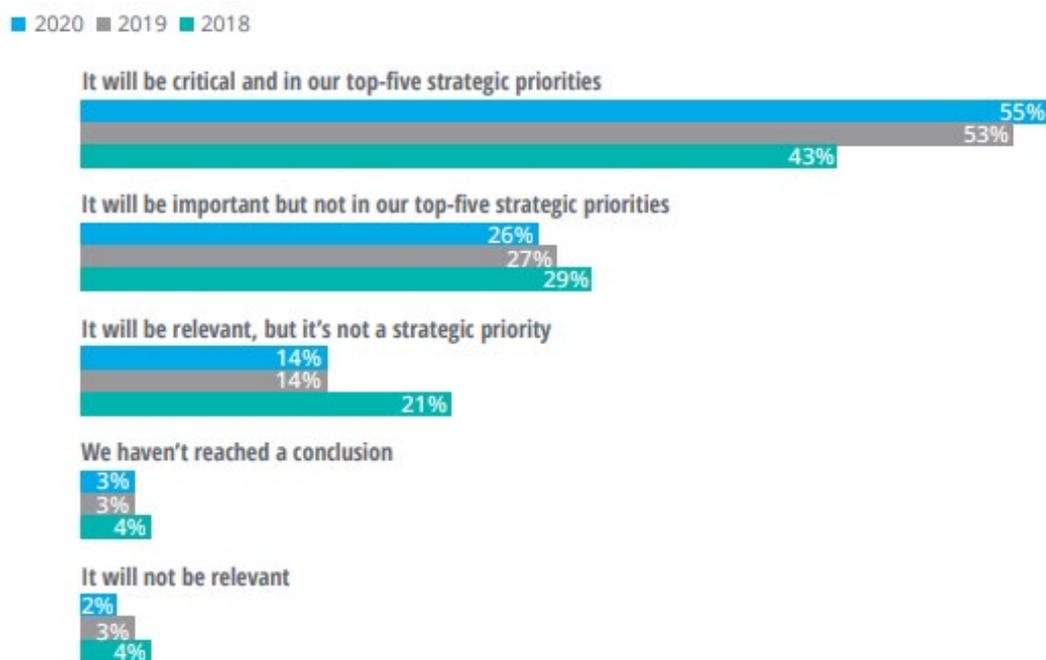
Esta Big Four ha desarrollado una plataforma de blockchain en la que ofrecen los siguientes servicios (Brody, 2019):

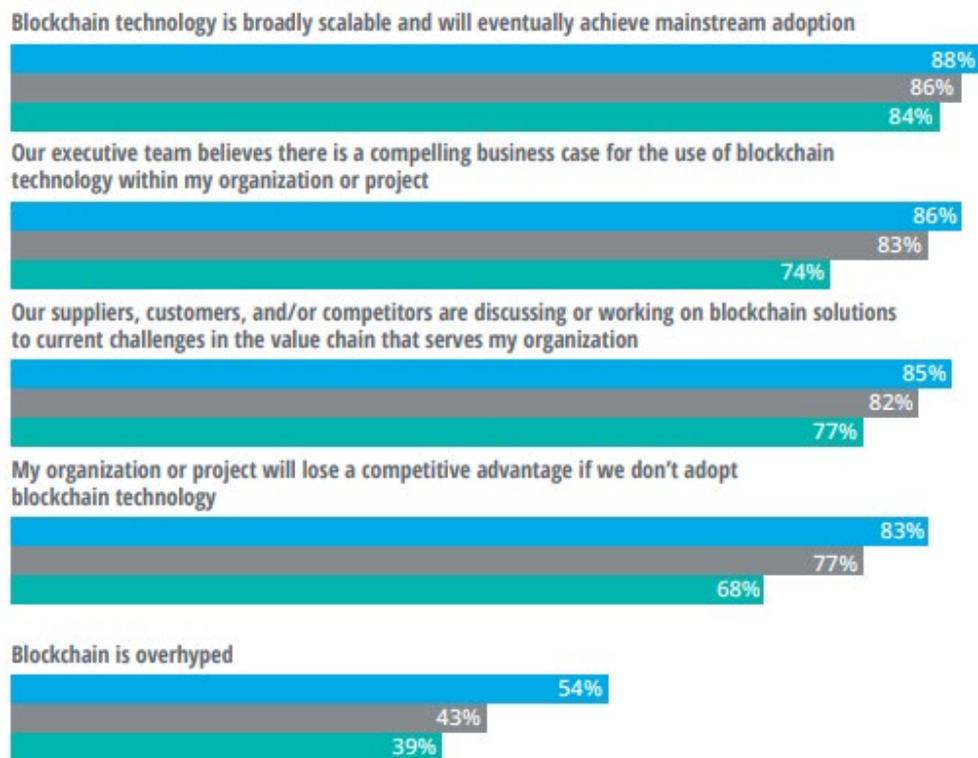
- EY OpsChain Network Procurement. Creación de una red de socios comerciales de manera segura.
- EY Blockchain Analyzer: Explorer & Visualizer. Acceso a una red donde visualizar y analizar conjuntos de datos.
- EY Blockchain Analyzer: Smart Contract & Token Review. A través de esta herramienta ofrecen un servicio para incrementar la confianza en las transacciones basadas en blockchain.
- EY Blockchain Analyzer: Tax calculator. Esta herramienta web se utiliza principalmente en Estados Unidos ya que está diseñada para poder subir transacciones a una red y posteriormente poder descargar el Form 8949 ("Sales and Other Dispositions of Capital Assets"), documento para calcular los impuestos de las ganancias de capital derivadas de otros tipos de activos como las criptomonedas. Todo esto resulta de gran utilidad en los procesos de auditoría (Brody & Farrell, 2020).

Deloitte

Esta empresa considera relevante el impacto en las funciones de auditorías financieras porque con la tecnología blockchain se puede conseguir que las auditorías se realicen sobre una población completa de transacciones y no solo sobre una muestra, como se hace hasta ahora. Además, podrían realizarse de manera recurrente, consiguiendo un procedimiento mucho más fácil y práctico, en lugar de hacerlo de manera anual durante un breve período, como se realiza actualmente (Deloitte, 2018).

Figura 3. Consideración de la blockchain en la estrategia empresarial.





Fuente: Deloitte's Global Blockchain Survey 2018, 2019 y 2020.

Todo esto combinado con los Smart contracts, conlleva un gran apoyo para las gestiones diarias de la empresa, así como para funciones de auditoría interna, controlar los pagos de manera eficiente, optimizar la gestión de inventarios y reducir el número de errores y fraudes.

Esta empresa desde 2018 realiza una encuesta anual en la que se recoge la opinión de más de mil ejecutivos de todas partes del mundo, con un amplio conocimiento sobre la tecnología blockchain, activos digitales y DLT (Distributed Ledger Technologies). En la Figura 3 podemos ver cómo con el paso del tiempo va aumentando la importancia que le prestan los encuestados a la tecnología blockchain, al considerar que no implementar esta tecnología supone la pérdida de una ventaja competitiva.

Deloitte señala, al igual que el resto de Big Four, aplicaciones de la blockchain en muchos sectores como el retail, bancario o el sanitario, al tiempo que la considera de interés en las finanzas del sector público.

PricewaterhouseCoopers

Fue la primera de las Big Four en apostar por la tecnología blockchain y el uso de criptomonedas. En 2017, su sede en Hong Kong aceptaba un cobro por la prestación de sus servicios a través de Bitcoin, convirtiéndose así en la primera gran consultora mundial en aceptar un pago de criptomonedas (Russolillo, 2017). Posteriormente en 2019, la sede en Luxemburgo también adoptaría esta posición.

Poco después se unió Deloitte, como segunda Big Four en aceptar pagos a través de Bitcoin. Realizaron una prueba piloto con el objetivo de probar la tecnología subyacente del Bitcoin (la blockchain) en sus empleados. Esto consistió en permitir a sus trabajadores en Canadá pagar sus almuerzos a través de Bitcoin.

PwC ha desarrollado una herramienta apoyada por estas tecnologías para facilitar y mejorar los procesos de auditoría ("Halo"), consiguiendo superar las dificultades que suponían en las auditorías las

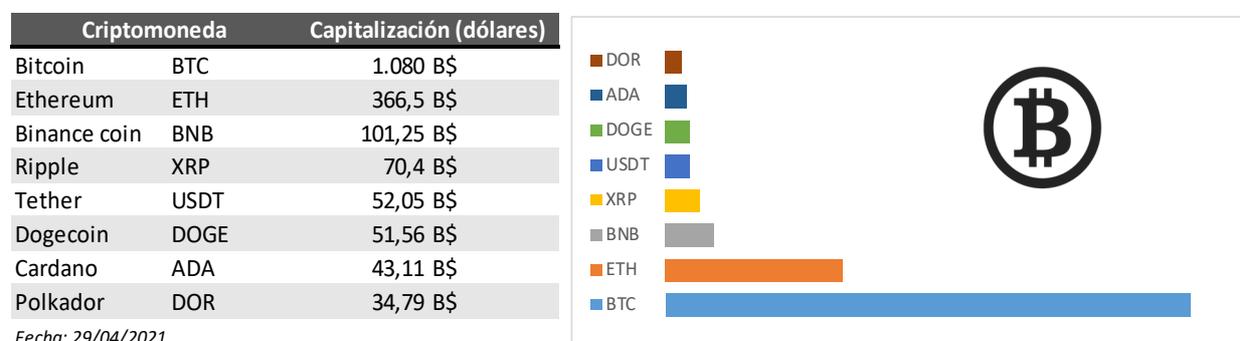
transacciones de criptomonedas. Esta función ha permitido que ofrezcan su servicio a empresas que no auditan pero que entre sus actividades entran en juego las criptomonedas.

PwC considera que es importante que los auditores estén al tanto de los cambios tecnológicos en el mercado. Por ello continúan desarrollando herramientas de auditoría que satisfacen las necesidades de las tecnologías emergentes y de las demandas de sus clientes y socios (Chalmers, 2019).

5. Análisis de las criptomonedas

A continuación, vamos a realizar un análisis de su evolución e impacto en los mercados bursátiles, centrándonos en el Bitcoin, ya que es el principal referente del mercado de criptomonedas, siendo la que mayor capitalización de mercado posee.

Figura 4. Capitalización del mercado de criptomonedas.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de investing.com

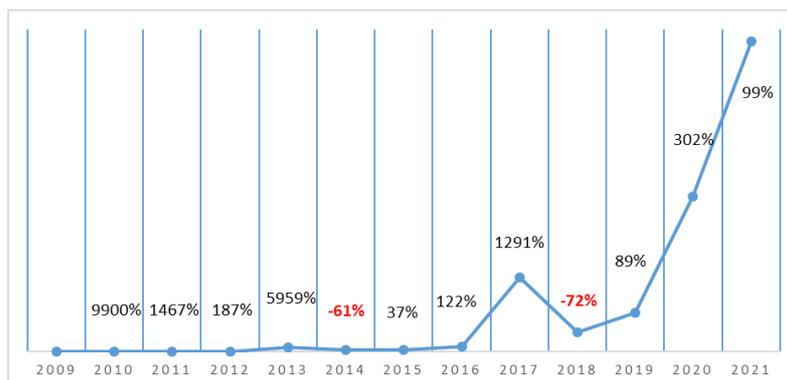
5.1. El Bitcoin

Sus orígenes se sitúan en 2008, cuando se crea la web bitcoin.org y Satoshi Nakamoto (2008) publica el primer documento que trata sobre el Bitcoin y su funcionamiento, "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". Según Márquez (2016), la red Bitcoin no se pone en marcha hasta el año siguiente, cuando el 3 de enero de 2009 se mina el primer bloque. La primera conversión de Bitcoin a dólar se produce ese mismo año, momento en el que un Bitcoin tenía un valor de 0,00076392\$. Por entonces no se le otorgaba un valor como tal por lo que ese valor de intercambio procedía de los costes de electricidad de la minería.

La evolución de esta criptomoneda ha sido tal que cuando en 2021 llegó a su máximo histórico, para comprar un solo Bitcoin necesitabas 63.540,9\$, lo que supone un crecimiento histórico de un 8.317.694.333%. En sus comienzos apenas había mercado y los pocos intercambios de Bitcoins eran entre aficionados de la criptografía. A partir de 2010 se considera que nace el primer mercado de criptomonedas con la creación del BitcoinMarket.

A continuación, analizamos su evolución anual desde 2010, momento del que disponemos de datos diarios para calcularlo.

Gráfico 2. Evolución anual del Bitcoin hasta el 30 de abril de 2021.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de investing.com

Observamos que esta criptomoneda ha ido creciendo a un ritmo muy acelerado, salvo en 2014 y 2018 en el que vemos ciertos retrocesos. A partir de 2018 no ha dejado de crecer.

Con la pandemia provocada por la COVID19, el Bitcoin al igual que el resto de criptomonedas y gran parte del mercado bursátil sufrieron fuertes caídas debido al miedo que había en los mercados provocados por los confinamientos: el Bitcoin perdió en torno al 50% de su valor en marzo de 2020.

En este momento tan crítico el mercado de criptomonedas empezó a remontar rápidamente, llevando a muchas de ellas a encontrarse en abril de 2021 en sus máximos históricos, apenas un año después del estallido de la pandemia.

Algunos de los motivos de este crecimiento durante el primer año de pandemia podrían ser:

- Entrada de grandes inversores institucionales. Empresas como Tesla, MicroStrategy o Galaxy Digital Holdings cuentan con miles de Bitcoins como activos en sus carteras de inversión.
- Empresas que lo usan en su actividad. Otras empresas de gran tamaño como Paypal y Visa, han apostado por el uso de Bitcoin y otras criptomonedas como posible medio de pago.
- Algunos inversores lo consideraron como un valor refugio, considerándolo el “oro digital”.
- Creación de fondos de inversión cotizados cuyo subyacente es el Bitcoin.

Tras analizar este último periodo de gran crecimiento hasta llegar en abril a máximos históricos, el mercado de criptomonedas sufre una brutal caída en el mes de mayo de 2021. En poco más de 24 horas, el mercado de criptomonedas se desplomó, llevando a algunas de las principales criptomonedas a perder durante algunas horas, casi la mitad de su valor.

Este cambio de tendencia lo podemos ver reflejado de manera más técnica en el gráfico que vemos a continuación (Bitcoin), en el que aparecen las cotizaciones de esta criptomoneda en diferentes momentos temporales. Se aprecia que entre los meses de marzo y mayo de 2021 se forma una figura chartista, indicándonos que se va a producir un cambio o giro en la tendencia actual. Concretamente apreciamos lo que se conoce como un hombro-cabeza-hombro, lo que señala un cambio de tendencia alcista a tendencia bajista. El punto más alto señala la cabeza y coincide con su máximo histórico. La línea negra se conoce como la línea clavicular y la encontramos uniendo los mínimos de cada hombro. Cuando esta línea clavicular se supera por debajo (triángulo naranja), la figura se confirma y el precio comienza a bajar. Por último, podemos establecer un precio objetivo al que podría llegar. Al unir la distancia entre la línea clavicular y el mínimo de la cabeza, una vez que la figura se confirma, podemos

extrapolar esta línea de color naranja al momento de la rotura y ahí encontraremos nuestro objetivo de precio, en este caso de 30.273,70\$.

Gráfico 3. Análisis técnico del cambio de tendencia.



Fuente: Elaboración propia a partir de XTB.

Tras ver lo ocurrido con el Bitcoin, en la siguiente tabla observamos de manera porcentual, cómo cayó el precio de esta criptomoneda, así como de algunas de las otras más importantes de este mercado.

Tabla 1. Caída en el mercado de criptomonedas.

Criptomoneda	Cotización (\$)	Cotización (\$)		Disminución (%)
		10/05/2021	19/05/2021	
Bitcoin	BTC	55.849	36720,5	-34,25%
Ethereum	ETH	3947,9	2435,1	-38,32%
Ripple	XRP	1,53447	1,0617	-30,81%
Dogecoin	DOGE	0,568682	0,330353	-41,91%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de investing.com

Como ya hemos comentado, las criptomonedas se caracterizan por ser un activo muy volátil. La causa principal de este batacazo se le atribuye a China, que lleva varios años prohibiendo a las instituciones financieras ofrecer servicios que tengan relación con estos activos digitales. En esta ocasión, a través de un comunicado, el People’s Bank of China volvía a inclinarse en contra del mercado de criptomonedas afirmando que: “las monedas virtuales no deben ni pueden usarse en el mercado porque no son monedas reales” (Rtve.es, 2021). Según Hernández (2021), China pretende lanzar su propia criptomoneda para así tener un mayor control sobre los flujos de entrada y salidas de efectivos producidas por las criptomonedas.

También existen otras opiniones, que consideran que esta gran caída no es más que una corrección provocada tras el halving sucedido en mayo de 2020, que consiste en un proceso por el que la recompensa en Bitcoins que reciben los mineros se reduce a la mitad como medida para controlar su inflación (Meynkhhard, 2019).

Por último, señalar en esta caída, concretamente en el caso del Bitcoin, la participación del empresario Elon Musk. CEO y fundador de empresas como SpaceX y Tesla, es también conocido por el poder que tiene sobre la fluctuación de algunas criptomonedas. Esto se debe a que durante esos meses a través de entrevistas y redes sociales (especialmente twitter), Elon Musk ha impulsado el crecimiento de criptomonedas como Bitcoin o Dogecoin en cuestión de horas. De la misma forma, su intervención, también ha provocado fuertes bajadas.

En el caso del Bitcoin, Tesla y su CEO, anunciaron en febrero de 2021 la compra de una considerable cantidad de Bitcoins y la intención de aceptar esta moneda como medio de pago en sus vehículos. Tras este anuncio, la cotización del Bitcoin se disparó. A los pocos meses a través de un tweet en su cuenta personal, Elon Musk anunciaba que dejarían de aceptar este medio de pago y que analizarían sustituirlo por la moneda Dogecoin, ya que consideraban que agravaba menos el impacto climático. Tras estas publicaciones, en cuestión de minutos, el precio del Bitcoin cayó en más de un 10% y se disparó el de la moneda Dogecoin.

5.2. Relación del Bitcoin con otros activos e índices: un caso de estudio

Llegados a este punto, vamos a comparar su evolución frente a diferentes activos e índices, estudiando su correlación y viendo su patrón de comportamiento en referencia a dichos valores. Este estudio lo realizaremos comparando el Bitcoin con Ethereum (segunda criptomoneda con mayor valor), el oro (commodity), el S&P500 (índice, NYSE) y el MSCI World (índice, NYSE).

Todos los datos de cotización diaria utilizados para este estudio han sido obtenidos de la base de datos de Investing. Al comparar diferentes tipos de activos (commodities, criptomonedas e índices), se han tenido que realizar ciertos ajustes para poder realizar la comparativa. Esto quiere decir que, por ejemplo, del Bitcoin podemos obtener la cotización diaria de los 365 días de los últimos 10 años, pero si queremos compararlo con el oro, tenemos que eliminar los datos de cotización del Bitcoin durante los fines de semana para poder comparar la misma cantidad de datos de cada activo, ya que el mercado del oro no está operativo en estas fechas.

Como queremos analizar el comportamiento del Bitcoin, la fecha más temprana que usamos para nuestro estudio es el 19 de julio de 2010, momento a partir del que tenemos información de la cotización diaria del Bitcoin. Debido a que en el caso del Ethereum, no saldría al mercado hasta 2015, para esta criptomoneda tenemos la cotización diaria desde el 10 de marzo de 2016, por lo que al menos tendremos más de 5 años para su comparación con el Bitcoin. Del MSCI World Index disponemos de datos a partir del 9 de julio de 2012.

Podemos decir que contamos con una muestra amplia de datos para realizar el análisis.

Tabla 2. Datos diarios incluidos en la muestra.

VARIABLES	Nº. de datos diarios analizados
Bitcoin	3.968
Ethereum	1.907
Oro	1.906
S&P500	2.951
MSCI World	2.319

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de datos

Para realizar el tratamiento de los datos, en primer lugar, calculamos el coeficiente de correlación lineal entre el Bitcoin y el resto de variables elegidas, para cuantificar el grado de dependencia lineal entre las variables (Barrera, Parada & Serrano, 2020; Barrera, 2022). Cuanto mayor sea el valor absoluto de este coeficiente, más fuerte es la relación existente entre las variables.

Tras esto, debemos determinar si la correlación entre las variables es significativa. En teoría, una correlación estadísticamente significativa quiere decir que en una muestra similar existiría una correlación entre las dos variables distinta de cero. Para ello realizamos un contraste de hipótesis cuya hipótesis nula es que la correlación entre las variables consideradas no es significativa. Para resolver el contraste podemos establecer un nivel de significación del 5%, pues es el límite convencional que se utiliza para descartar el azar como causa de la correlación entre las dos variables distinta de cero.

En el presente estudio vamos a establecer niveles de significación más estrictos (1%), lo que implica que la correlación entre las variables es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 99%. Para realizar el análisis de los datos hemos utilizado la hoja de cálculo Excel y el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25.

Bitcoin vs Ethereum

En primer lugar, comparamos las dos criptomonedas más conocidas y de mayor capitalización bursátil, para poder observar si se comportan de la misma manera, tal y como hemos visto, por ejemplo, en el apartado anterior con la caída producida en mayo.

La web de ethereum (<https://ethereum.org/>) la define como una tecnología que gestiona depósitos de dinero digital, pagos globales y aplicaciones, de fácil acceso, al que cualquier usuario puede acceder con una conexión a internet.

Su creador, Vitalik Buterin, ejecutó la primera versión de la plataforma en 2015. Al igual que Bitcoin, se basa en la tecnología blockchain, siendo una criptomoneda descentralizada, pero con características que la distinguen del Bitcoin, haciendo que, para muchos, la tecnología de Ethereum sea más interesante y con mayor futuro. Uno de los principales motivos es la mayor aplicabilidad que otorga la red de Ethereum a la hora de crear Smart Contracts. También cabe destacar que la prueba de trabajo de un Bitcoin se aproxima en torno a 10 minutos, mientras que para Ethereum son 15 segundos.

Asimismo, mientras que el Bitcoin está limitado a 21 millones de unidades, la oferta de Ethereum se extiende a 18 millones cada año.

El 1 de diciembre, a través de un tuit, la cuenta oficial de Ethereum anunciaba el lanzamiento del bloque Génesis de “Ethereum 2.0”, con la idea de mejorar su eficiencia y con la principal novedad de que la prueba de trabajo (proof of work) conocida hasta ahora, era sustituida por la prueba de participación (proof of stake). Con esta modificación la función de los mineros pasaba a ser más bien una actividad de validación de transacciones. Con esta nueva utilidad se conseguiría una mayor eficiencia energética al obtener criptomonedas y un mayor número de transacciones por segundo, haciendo que la moneda sea mucho más productiva.

En el Gráfico 4 vemos cómo ambas criptomonedas siguen una tendencia muy similar desde 2016. En 2016 y 2021, parece que siguen tendencias más dispares.

Ethereum sale a cotización en 2015, fecha en la que el Bitcoin llevaba ya varios años en el mercado. Éste podría ser uno de los motivos por los que durante los primeros meses no estuviesen del todo correlacionados, pero con el paso del tiempo parece que siguen la misma tendencia.

Gráfico 4. Cotización Bitcoin vs Ethereum.



Fuente: Elaboración propia a partir de XTB.

Tabla 3. Correlación entre Bitcoin y Ethereum.

BITCOIN - ETHEREUM	R
Todo el periodo (2016-2021)	0,90064**
Desglose en años	
2021 (hasta 28/05)	0,46156
2020	0,94092
2019	0,75484
2018	0,89481
2017	0,88961
2016 (desde 10/03)	-0,16361
2021 por meses	
Mayo	0,765706
Abril	-0,181473
Marzo	0,867927
Febrero	0,647339
Enero	0,286379

** La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos ver en la tabla anterior, para todo el periodo analizado, Bitcoin y Ethereum poseen una correlación positiva próxima a 1, por lo que podemos considerarla muy alta y es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 99%.

Tal y como veíamos en el gráfico, durante sus inicios, ambas criptomonedas llegaron a tener una correlación negativa, comenzando a ser positiva y muy alta a partir del siguiente año. Finalmente vemos que tras un 2020 en el que alcanza el mayor dato de correlación durante un año, en 2021 parece que está cayendo. Esto último podría ser una señal de que Ethereum se empieza a desmarcar un poco de la

criptomoneda de referencia en el mercado. Ethereum posee unas características únicas que puede que estén provocando que cada vez más inversores confíen en ella como el nuevo referente del mercado de criptomonedas.

También cabe destacar que en mayo de 2021 su correlación vuelve a ser muy alta, causado principalmente por la gran caída que sufrieron las criptomonedas.

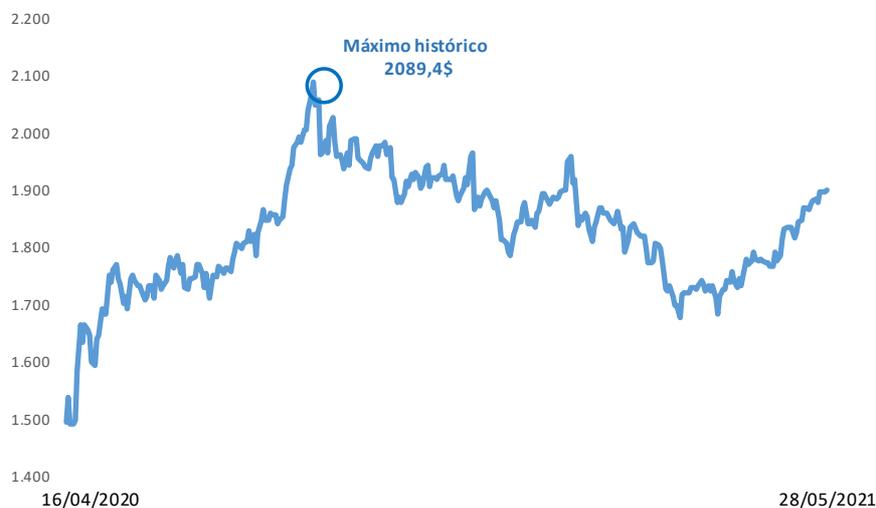
Bitcoin vs oro

Incluimos el oro para comparar el Bitcoin con un activo refugio. Según Baur y Lucey (2010), un activo refugio es aquel que no tiene correlación positiva o correlación negativa con otros activos o conjuntos de activos que se ven afectados en periodos de crisis. Es por ello que muchos inversores consideran de vital importancia estos activos ya que disminuyen la exposición al riesgo de sus carteras.

Tanto el Bitcoin como el oro tienen una oferta limitada por lo que su valoración depende de la interacción de oferta y demanda. Y el Bitcoin al ser la criptomoneda más antigua y popular se ha convertido en un refugio seguro, especialmente para los inversores jóvenes que confían en la tecnología. Por ello hay quien considera que el Bitcoin puede convertirse en un reemplazo del oro (Som & Kayal, 2022).

El ejemplo más reciente con el oro, lo vemos con el de la crisis del COVID19: aunque al igual que el resto del mercado perdió parte de su valor durante los primeros días, se recuperó de manera mucho más rápida que el resto, llegando en agosto de 2020 a máximos históricos, superando los 2.000\$ por onza.

Gráfico 5. Evolución de la cotización del oro desde el comienzo de la crisis COVID19.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de investing.com.

A continuación, vemos la evolución de los precios del Bitcoin y el oro.

Gráfico 6. Cotización Bitcoin vs oro.



Fuente: Elaboración propia a partir de XTB.

Podemos apreciar que la evolución de la cotización de Bitcoin y oro es bastante más divergente que las de la comparativa Bitcoin vs Ethereum. Si analizamos la correlación entre el Bitcoin y el oro, como era de esperar, la correlación es mucho más baja, aunque positiva si tenemos en cuenta todo el periodo analizado. Durante los primeros años el Bitcoin y el oro tenían una correlación positiva, aunque no muy alta (excepto los últimos meses de 2010). Tras el paso del tiempo y con la mayor consolidación del Bitcoin en el mercado, la correlación pasó a ser negativa.

Tabla 4. Correlación entre Bitcoin y oro.

BITCOIN – ORO	R
Todo el periodo (2010-2021)	0,45013**
Desglose en años	
2021 (hasta 28/05)	-0,76506
2020	0,47356
2019	0,67526
2018	0,57187
2017	0,36948
2016	0,25336
2015	-0,65697
2014	-0,16697
2013	-0,55201
2012	0,38436
2011	0,25685
2010 (desde 19/07)	0,71059
2021 por meses	
Mayo	-0,859318
Abril	-0,567698
Marzo	0,154076
Febrero	-0,472830
Enero	-0,178258

** La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Fuente: Elaboración propia.

Tanto en la Tabla 4 como en el Gráfico 6 de sus cotizaciones, podemos ver cómo en 2013 y 2015 siguen caminos completamente distintos, cumpliendo esta correlación negativa que dice que los activos evolucionan de manera contraria.

Si nos situamos en marzo de 2020, punto de inflexión en los mercados debido a la crisis del COVID19, podemos ver cómo su correlación es positiva y bastante alta. Tras sufrir ambos activos una caída considerable, al poco tiempo remontan su evolución. A los pocos meses el oro llegaría a su máximo histórico en agosto, mientras que la correlación con el Bitcoin comienza a separarse. Igualmente, vemos que, para 2020 su correlación es positiva. De hecho, en un informe de Bloomberg (Kapilkov, 2020), donde analizaron la interrelación mensual de ambos activos, sitúan en 2020, el punto de mayor correlación histórica entre ambos.

En 2021 ambos activos empiezan a descorrelacionarse por completo, obteniendo coeficientes de correlación negativo durante los cinco primeros meses de 2021: Bitcoin llegaría a máximos históricos en abril de 2021, mientras que el oro no ha dejado de perder valor desde que tocó techo. Es en mayo cuando comienza a recuperar parte de este valor, mientras que las criptomonedas dan el gran traspies, lo que justifica esa correlación de -0,85 en el mes de mayo.

Este último hecho nos podría hacer considerar que el Bitcoin y el oro podrían convivir juntos en una cartera diversificada, ya que como estamos viendo la tendencia de su correlación parece que se está asentando como bastante próxima al -1.

Bitcoin vs S&P 500

El S&P 500 es considerado uno de los índices bursátiles más relevantes en todo el mundo. La empresa Standard & Poor's da nombre a este índice al ser la empresa que lo introdujo en 1923. Por aquel entonces estaba conformado por 233 empresas, pero unos años más tarde se extendería hasta incluir a 500 empresas, que hoy en día aglutinan en torno el 80% de toda la capitalización bursátil de Estados Unidos.

Todas las acciones de empresas que componen el índice cotizan en el NASDAQ y/o la bolsa de New York. Las empresas que encontramos en él, deben cumplir una serie de requisitos y las que mayor ponderación poseen en el índice son Apple, Microsoft, Amazon, Facebook, Tesla, Alphabet, Berkshire Hathaway, Johnson & Johnson y JP Morgan Chase & Co.

A continuación, analizamos la evolución de los precios del Bitcoin frente a este índice.

Gráfico 7. Cotización Bitcoin vs S&P500.



Fuente: Elaboración propia a partir de XTB.

A primera vista podríamos decir que tienen una correlación positiva, ya que parece que siguen una tendencia similar durante el periodo analizado. Vemos cómo el índice S&P500 sufrió un mayor retroceso a mitad de marzo en comparación con los activos analizados hasta ahora. Tras sufrir esta gran caída durante varios días, no vuelve a niveles previos a la pandemia hasta agosto de ese mismo año, momento a partir del cual no deja de crecer.

La correlación entre Bitcoin y el S&P500 es bastante alta, aunque sus correlaciones van variando mucho, llegando a ser negativa en 2011 (aunque mínimamente) y 2014. En el Gráfico 7 vemos claramente cómo esa correlación negativa de -0,53 se puede apreciar al evolucionar la cotización de ambos activos de manera opuesta.

Tabla 5. Correlación entre Bitcoin y S&P500.

BITCOIN - S&P500	R
Todo el periodo (2010-2021)	0,75100**
Desglose en años	
2021 (hasta 28/05)	0,49718
2020	0,76797
2019	0,54726
2018	0,13698
2017	0,87420
2016	0,80489
2015	0,09867
2014	-0,53090
2013	0,72089
2012	0,67998
2011	-0,04009
2010 (desde 19/07)	0,78001
2021 por meses	
Mayo	0,056124
Abril	-0,287572
Marzo	0,777853
Febrero	0,632826
Enero	0,048123

** La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Fuente: Elaboración propia

Tras el batacazo que sufrió uno de los mercados más representativos (si no el que más) de la economía mundial, muchos inversores institucionales apostaron por las criptomonedas, lo que podría ser uno de los motivos que explique la alta correlación que siguió al Bitcoin con este índice tras los primeros meses de la pandemia. Aunque para 2020 vemos una correlación bastante cercana a uno, hubo momentos en los que el S&P500 y la criptomonedas se encontraron con coeficientes de correlación negativos, explicado principalmente por el halving que sufrió Bitcoin en mayo.

En 2021 la correlación ya no es tan alta, aunque sigue siendo positiva. Si lo estudiamos por meses, encontramos bastante disparidad entre los coeficientes de correlación. Un estudio más exhaustivo sobre las correlaciones entre el Bitcoin y S&P500 realizado por el DBS Bank (Investing.com, 2021), demuestra cómo los cambios de tendencia del Bitcoin están incrementando la volatilidad de los futuros

basados en el S&P500, lo que confirma que cada vez es mayor el peso de esta criptomoneda en el mercado, ya que como vemos en este ejemplo sus oscilaciones influyen en los mercados financieros tradicionales.

Habrá que esperar observar la evolución de ambos activos para confirmar si el Bitcoin sigue desacoplándose de este índice y, por tanto, poder llegar a considerarlo como un valor refugio que sustituya al oro.

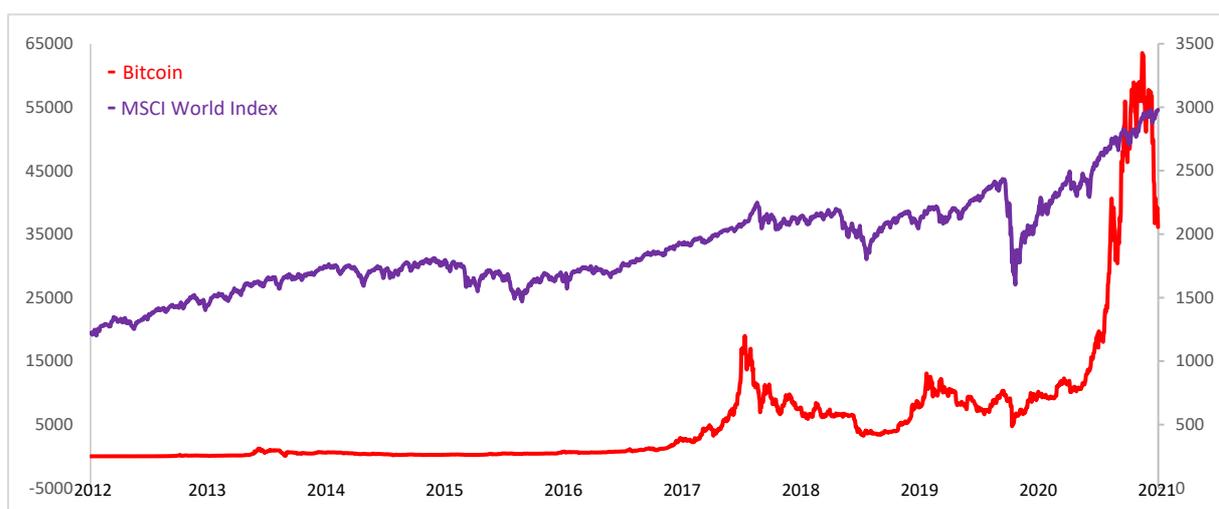
Bitcoin vs MSCI World Index

El S&P 500 aunque es uno de los índices más representativos de la economía mundial, solo tiene en cuenta la evolución de empresas estadounidenses. Por ello, a continuación, comparamos el Bitcoin con el índice mejor considerado al evaluar el desempeño de las principales empresas a nivel global, el MSCI World Index, elaborado por la compañía Morgan Stanley Capital International Inc, empresa perteneciente a la firma estadounidense Morgan Stanley, desde 1986.

El MSCI World representa un total de 1.583 empresas seleccionadas de 23 países, lo que supone en torno al 85% del free-float de cada país (MSCI, 2021).

A simple vista, vemos en el Gráfico 8 que ambos activos parecen poseer un coeficiente de correlación positivo, destacando al igual que ocurría con el índice anterior, un mayor retroceso en el mes de marzo de 2020, por la crisis del COVID19.

Gráfico 8. Cotización Bitcoin vs MSCI World Index.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 observamos que el coeficiente de correlación con este índice es incluso mayor que con el S&P500. Viendo su desglose año a año, observamos que también hay grandes variaciones. Al igual que con el S&P500, con el MSCI World tras un período de correlación negativa entre 2014-2015, los siguientes años sufren una correlación cercana a 1, vuelve a reducirse un poco entre 2018 y 2019 y en 2020 vuelve a crecer, siendo un valor en torno a 0,75 para ambos índices respecto al Bitcoin.

Tabla 6. Correlación entre Bitcoin y MSCI World Index.

BITCOIN - MSCI World	R
Todo el periodo (2012-2021)	0,81023**
Desglose en años	
2021 (hasta 28/05)	0,46774
2020	0,76264
2019	0,48560
2018	0,55697
2017	0,82878
2016	0,72012
2015	-0,24350
2014	-0,25862
2013	0,71451
2012 (desde 09/07)	0,84325
2021 por meses	
Mayo	-0,186726
Abril	-0,297263
Marzo	0,780828
Febrero	0,750982
Enero	0,162315

** La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Fuente: Elaboración propia.

En 2021 vemos también que los valores son casi idénticos, aunque en el desglose mes a mes el MSCI World destaca una correlación más negativa que para el S&P500. Podemos ver que, aunque el MSCI World sea un índice más global, ambos índices se mueven casi de manera idéntica, ya que el peso de Estados Unidos en el MSCI World es de más del 65%. Por lo tanto, sus coeficientes de correlación con el oro también son muy similares.

Tras haber analizado este último valor, volvemos a ver la idea que comentábamos en el apartado anterior acerca de una posible separación entre el Bitcoin con el S&P500. En este caso incluso es más destacable, ya que tanto los meses de abril como mayo están recogiendo correlaciones negativas.

Habrá que estar atentos a la evolución para ver si la mayor criptomoneda sigue desacoplándose de los valores más representativos del mercado e iniciando el camino para convertirse en este valor refugio que algunos empiezan a identificar como “oro digital”.

6. Conclusiones

A lo largo de este estudio hemos podido comprobar el peso que hoy en día están teniendo estas tecnologías en nuestra vida diaria, analizando las ventajas y desventajas de las criptomonedas, así como estudiando las múltiples aplicaciones de la tecnología Blockchain, que quizás en algunas ocasiones resulte incluso más interesante que las propias criptomonedas.

La reducción de costes eliminando intermediarios, su inmutabilidad, la seguridad que aporta y la velocidad de sus procesos, son algunas de las características más valoradas de la tecnología Blockchain, que año a año van mejorando debido al enorme interés que ha despertado en usuarios y empresas.

Con el paso del tiempo y las mejoras de esta tecnología base de las criptomonedas, se está extendiendo como una herramienta clave en multitud de diversos procesos. Lo que empezó como soporte de las criptomonedas, ahora se le otorga nuevas funcionalidades, desde su uso como sustituto de patentes, hasta su aplicación en concesionarios o supermercados para proporcionar información de calidad a los clientes.

Elemento de inversión, activo especulativo, activo refugio, elemento de pago... Son muchas las finalidades que podemos otorgarle a las criptomonedas y que según las diferentes visiones del mercado pueden ser positivas o negativas. Hemos visto como una de las principales ventajas de las criptomonedas es la posición contraria que adoptan muchos gobiernos frente al uso de estos activos, como en el caso de China. Nos referimos a su descentralización, siendo uno de los factores que más dudas genera frente a estos activos, al no estar respaldado por ningún gobierno ni institución.

La importancia de las criptomonedas es algo incuestionable si ponemos en relación lo que suponen respecto a las grandes compañías a nivel mundial. Así, en abril de 2021, las criptomonedas reclamaron una capitalización de mercado por valor de más de 2,3 billones, momento en el que el valor de las Big Four se situaba por debajo: Apple tenía un valor de 2,2 billones, Microsoft 1,9 billones, Amazon 1,7 billones, y Facebook 0,9 billones (Som & Kayal, 2022).

No obstante, existe diversidad de opiniones: desde que criptomonedas como el Bitcoin podrán llegar a valer medio millón de euros en pocos años (JP Morgan), hasta otras más pesimistas que consideran que no es más que una burbuja y que en cualquier momento podría estallar y hacer que valga 0 (Chamath Palihapitiya, ejecutivo de Facebook). Lo que sí podemos asegurar es la gran volatilidad que tiene el Bitcoin y la gran mayoría de criptomonedas, lo que puede poner en peligro a pequeños inversores con escasa cultura financiera, que no sean conscientes de los riesgos asociados a este tipo de activo.

Aunque exista todo tipo de opiniones, lo que es una realidad es que con el paso del tiempo cada vez son más los inversores institucionales que se adentran en este mercado y apuestan por contar con criptomonedas dentro de su cartera de activos, tal y como hemos visto con el ejemplo de Tesla o MicroStrategy.

Este interés por las criptomonedas y la posibilidad de abrirse a nuevos mercados, culminó durante la pandemia generada por el COVID 19, provocado principalmente por un contexto caracterizado por la aceleración digital, la adopción de políticas de interés bajos y la caída de los principales valores bursátiles de referencia como el S&P500 o el MSCI World Index a principios de la pandemia, lo que desembocó en este auge del mercado de las criptomonedas.

Al analizar el Bitcoin con otros activos hemos extraído las siguientes conclusiones. En primer lugar, hemos visto que el Bitcoin con quien mayor correlación comparte de los activos comparados es con Ethereum. Esto hecho nos hace pensar que los inversores hayan comenzado a valorar las características de la tecnología de Ethereum, por encima de la de Bitcoin y que, por tanto, pueda convertirse en la nueva criptomoneda de referencia en el mercado.

Respecto al oro, encontramos la correlación más baja, haciéndonos ver que ambos activos están cada vez más descorrelacionados y que, por tanto, podrían utilizarse juntos en una cartera diversificada.

Al realizar este estudio con el S&P500 y el MSCI World Index, obtenemos resultados muy similares. Con ambos, el coeficiente de correlación de todo el periodo analizado es positivo y superior a 0,75.

Hemos visto cómo el Bitcoin desde sus inicios ha ido siguiendo la tendencia de los mercados tradicionales hasta que, con el paso de los años, su influencia ha ido creciendo hasta el punto de que esta criptomoneda provoca alteraciones en los movimientos de índices y ETFs de referencia. Habrá que estar atentos a la evolución de los próximos meses para ver si el Bitcoin, sigue desacoplándose de los valores más representativos del mercado e iniciando el camino para convertirse en este valor refugio que algunos identifican como “oro digital”.

Como hemos visto en los párrafos anteriores, existen multitud de opiniones acerca del mundo de las criptomonedas. Por un lado, son numerosas las empresas e inversores que consideran que la importancia de estos activos continuará incrementándose en el futuro. Por otro lado, instituciones y gobiernos desconfían de este medio monetario virtual, y también algunos personajes relevantes en el ámbito financiero, que consideran que estamos ante una burbuja que puede estallar en cualquier momento. Es el caso de premios Nobel de economía como Robert J. Shiller o Richard Thaler e inversores y empresarios como Warren Buffet o George Soros.

Por todo ello consideramos que, aunque nadie puede predecir qué ocurrirá en el futuro acerca del devenir del mercado de criptomonedas, lo que sí tenemos claro tras haber realizado este estudio, es el gran impacto que ha tenido su aparición en el mundo de las finanzas y los mercados financieros, y que como mínimo la tecnología Blockchain que nació con este nuevo mercado, la veremos cada vez más presente en nuestras vidas.

Referencias

- Abanca Innova (2019, 5, febrero). *Los tipos de blockchain: pública, privada o consorcio, explicados*. <http://abancainnova.com/es/opinion/los-tipos-de-blockchain-publica-privada-o-consorcio-explicados/>
- Alcaraz, M. (2014). *Internet de las Cosas*. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, 1-27. <https://bit.ly/2ltyoVQ>
- Antonopoulos, A. (2017). *Internet del Dinero*. <https://www.necoeduca.com/downloads/InternetdelDineroAndreasMAntonopouloslibro.pdf>
- Azuara, V., Martínez, L., Sánchez, A., & Valdivia, W.F. (2018). *Aportaciones Universitarias a las ciencias administrativas*. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, México. https://www.researchgate.net/profile/Armando_Sanchez_Macias/publication/330075860_Libro_Aportaciones_Universitarias_a_las_Ciencias_Administrativas/links/5c2bc891299bf12be3a71fdf/Libro-Aportaciones-Universitarias-a-las-Ciencias-Administrativas.pdf#page=164
- Balbastre, F., & Ugalde, N. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Revista de Ciencias Económicas*, 31(2), 180-187. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730/11978>
- Banco de España & Comisión Nacional del Mercado de Valores (2021). Comunicado conjunto de la CNMV y del Banco de España sobre el riesgo de las criptomonedas como inversión. <https://www.cnmv.es/Portal/verDoc.axd?t=%7Be14ce903-5161-4316-a480-eb1916b85084%7D>
- Barrera, J.A., Parada, S.P., & Serrano, L.V. (2020). Análisis empírico de correlación entre el indicador de estructura de capital y el indicador de margen de utilidad neta en PYMEs. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 29, 99-115. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.3520>

- Barrera, J.A. (2022). Análisis empírico de correlación entre el indicador de estructura de capital y el indicador de margen de utilidad neta en pequeñas y medianas empresas. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 33, 116-133. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.4450>
- Barroilhet, A. (2019). Criptomonedas, economía y derecho. *Revista Chilena de Derecho y Tecnología*, 8(1), 29-67. <http://dx.doi.org/10.5354/0719-2584.2019.51584>
- Bartolomé, A.R., Adell, J., Bellver, C., & Castañeda, L. (2017). Blockchain en educación: introducción y crítica al estado de la cuestión. *EDUTECH, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 61, 1-14. <http://dx.doi.org/10.21556/edutec.2018.61>
- Baur, D., & Lucey, B. (2011). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *The Financial Review*, 45, 217-229. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00244.x>
- Brett, J. (2021, 5, abril). *Sacramento Kings Will Offer Bitcoin As Salary To Players*. <https://www.forbes.com/sites/jasonbrett/2021/04/05/sacramento-kings-will-offer-bitcoin-as-salary-to-players/?sh=356073473066>
- Brody, P. (2019). *How public blockchains are making private blockchains obsolete*. https://www.ey.com/en_gl/innovation/how-public-blockchains-are-making-private-blockchains-obsolete
- Brody, P., & Farrel, C. (2020). EY Blockchain Analyzer: Tax Calculator. https://www.ey.com/en_es/blockchain-platforms/tax-calculator
- Cámara, R. (2018). *Estudio de tecnologías Bitcoin y Blockchain*. (Trabajo de Fin de Máster). <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/83345/6/rcamaraaTFM0618memoria.pdf>
- Castello, E. (2016, 4, mayo). Blockchain: el ingrediente secreto detrás del éxito de Bitcoin. *El País*. https://elpais.com/tecnologia/2016/05/02/actualidad/1462174998_210251.html
- Chalmers, J. (2019). *Supporting the auditing of cryptocurrency*. <https://www.pwc.com/gx/en/services/audit-assurance/publications/halo-solution-for-cryptocurrency.html>
- Chuen, D.L.K., Deng, R. (2017). *Handbook of Blockchain, Digital Finance, and Inclusion, vol. 1 (Cryptocurrency, FinTech, InsurTech, Regulation)*. Academic Press.
- CFA Institute (2018). *New public company auditor disclosures*. <https://www.cfainstitute.org/-/media/documents/article/position-paper/new-public-company-auditor-disclosures.pdf>
- Coinmarketcap (2021). *Bitcoin*. <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>
- Cortés, M. (2021). *La nueva era en la auditoría entra en escena*. *KPMG Tendencias*. <https://www.tendencias.kpmg.es/2021/04/la-nueva-era-en-la-auditoria-entra-en-escena/>
- Deloitte (2018). *Blockchain y el reporte financiero. El impacto del Blockchain en la función auditora*. <https://www2.deloitte.com/cl/es/pages/audit/articles/blockchain-audit.html#>
- Directiva 2014/62/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la protección penal del euro y otras monedas frente a la falsificación, y por la que se sustituye la Decisión marco 2000/383/JAI del Consejo. DOUE N°. 151, de 21 de mayo de 2014.

- Dolader, C., Bel, J., & Muñoz, J.L. (2017). La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. *Economía Industrial*, 405, 33-40.
- Echebarría, M. (2017). Contratos electrónicos autoejecutables (smart contract) y pagos con tecnología blockchain. *Revista de Estudios Europeos*, 70, 69-95.
- Fernández, A. (2018). *Guía Bitcoin 2018*. Alemania: Amazon Distribution.
- García, J.M. (2018). *Criptomonedas y Aplicación en la Economía*. Madrid: Universidad de Comillas.
- Golosova, J., & Romanovs, A. (2018). The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology. *IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, 1-6, <http://dx.doi.org/10.1109/AIEEE.2018.8592253>.
- Grupo de Acción Financiera de la Unión Europea (2014). *Monedas Virtuales, Definiciones Claves y Riesgos Potenciales de LA/FT*. <http://docplayer.es/27046703-Monedas-virtuales-definiciones-claves-y-riesgos-potenciales-de-la-ft.html>
- Hernández, M. (2021). El bitcoin ahonda su desplome tras el revés de China y arrastra al resto de criptomonedas. *El Mundo*. <https://www.elmundo.es/economia/macroeconomia/2021/05/19/60a510a721efa02e4f8b4637.html>
- Investing.com (2021). *Cambios de Bitcoin afectan a todo el mercado, ya no es un “activo marginal”*. <https://es.investing.com/news/cryptocurrency-news/cambios-de-bitcoin-afectan-a-todo-el-mercado-ya-no-es-un-activo-marginal-2120981>
- Kapilkov, M. (2020). *Bloomberg: la correlación entre Bitcoin y el oro alcanza su nivel más alto en 10 años*. <https://es.cointelegraph.com/news/bloomberg-correlation-between-bitcoin-and-gold-reaches-its-highest-level-in-10-years>
- KPMG (2018). *Auditing Blockchain Solutions*. https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/in/pdf/2018/10/Auditing_Blockchain_Solutions.pdf
- López, E., Martínez, O., & Breceda, J.A. (2018). La descentralización de la criptomoneda. *Revista Doxa*, 8(14), 52-66.
- Márquez, S. (2016). *Bitcoin. Guía completa de la moneda del futuro*. Madrid: MA-RA Editorial.
- Meynkhard, A. (2019). Fair market value of bitcoin: halving effect. *Investment Management and Financial Innovations*, 16(4), 72-85. [http://dx.doi.org/10.21511/imfi.16\(4\).2019.07](http://dx.doi.org/10.21511/imfi.16(4).2019.07).
- MSCI (2021). *MSCI World Index*. <https://www.msci.com/documents/10199/149ed7bc-316e-4b4c-8ea4-43fcb5bd6523>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Parrondo, L. (2017). *Tecnología Blockchain, una nueva era para la empresa*. <http://www.luzparrondo.com/wp-content/webcontent/Blockchain-una-nueva-era-para-la-empresa.pdf>
- Pérez, N. (2019, 13, mayo). *¿Cómo se deben contabilizar las criptomonedas?* <https://www.bdo.es/es-es/blogs/coordenadas-bdo/mayo-2019/como-contabilizar-las-criptomonedas>

- Preukschat, A., Kuchkovsky, C., Gómez, G., Díez, D., & Molero, I. (2017). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Barcelona: Grupo Planeta. https://www.planetadelibros.com/libros_contenido_extra/36/35615_Blockchain.pdf
- Reid, F., & Harrigan, M. (2013). An analysis of anonymity in the bitcoin system. En Y. Altshuler, Y. Elovici, A.B. Cremers, N. Aharony, & A. Pentland (Ed.). *Security and privacy in social networks* (pp. 197-223). New York: Springer.
- Rtve.es (2021, 19, mayo). *El bitcoin pierde un 40% de su valor desde abril tras la prohibición de su uso en China como moneda*. <https://www.rtve.es/noticias/20210519/bitcoin-criptomoneda-pierde-valor-prohibicion-china/2091061.shtml>
- Russolillo, S. (2017, 30, noviembre). Bitcoin Goes to the Big Four: PwC Accepts First Digital-Currency Payment. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/pricewaterhousecoopers-accepts-fee-in-bitcoin-1512036992>
- Solera, S. (2020, 11, febrero). *Ejemplos de Smart Contracts o contratos inteligentes en España*. [Entrada de blog]. <https://www.occamagenciadigital.com/blog/ejemplos-de-smart-contracts-o-contratos-inteligentes-en-espana>
- Som, A., & Kayal, P. (2022). A multicountry comparison of cryptocurrency vs gold: Portfolio optimization through generalized simulated annealing. *Blockchain: Research and Applications*, 3(3), 100075. <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2022.100075>
- Torres, E. (2015). Reflexiones respecto a las ventajas y desventajas del uso de Bitcoin. Especialización en Gerencia y Administración Financiera. *Universidad Piloto de Colombia*. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/3750/00002077.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Van Rijmenam, M. (2019, 15, julio). *How blockchain will improve your Big Data*. <https://medium.com/dataseries/why-blockchain-will-improve-your-big-data-4ddb37676a0>
- Yahari, B. (2017). *Blockchain y sus aplicaciones*. <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2017/11/Blockchain.pdf>