



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

EL PAPEL TRANSFORMADOR DEL BLOCKCHAIN EN LOS SERVICIOS FINANCIEROS

Autor: Iciar Garcia Joga
Director: Alfredo Arahuetes

MADRID | Abril 2019



Iciar
García
Joga

EL PAPEL TRANSFORMADOR DEL BLOCKCHAIN EN LOS SERVICIOS FINANCIEROS

RESUMEN

Existe un amplio consenso en afirmar que estamos ante una revolución digital, que viene liderada por la tecnología de la cadena de bloques. Esta tecnología, también conocida como *blockchain*, garantiza una mayor seguridad y eficiencia, aunque al estar en una fase prematura, necesita de un desarrollo más avanzado para posibilitar su adopción en todos los sectores. Teniendo en cuenta sus características, esta tecnología aspira a ser una palanca disruptiva de los modelos de negocio que se conocen hoy en día, y en su fin último, también para la sociedad. Esto se debe a su gran poder transformador de los procesos y operaciones tradicionales, comúnmente aceptados.

Este trabajo pretende, por un lado, investigar el papel transformador de esta tecnología en los procesos financieros, comparándolo con los modelos tradicionales. Por otro lado, se pretende estudiar las posibles aplicaciones de esta tecnología a los servicios financieros, así como algunas de las iniciativas más relevantes, desarrolladas por las entidades financieras en los últimos años. Por último, se analizará, en líneas generales, la adopción de la cadena de bloques en los países de España y Reino Unido, a través del proyecto español de Alastria y otras iniciativas implementadas por el Gobierno británico.

PALABRAS CLAVE: *blockchain*, cadena de bloques, criptomonedas, seguridad, transacción, sector financiero, servicios financieros, regulación, eficiencia.

ABSTRACT

There is a broad consensus that we are facing a digital revolution, led by blockchain technology. This technology, guarantees greater security and efficiency. However, since it is at an early stage, it needs an extensive development to enable its adoption in all sectors. Taking into account its characteristics, this technology aspires to be a disruptive leverage instrument of the business models that are known today. Subsequently, its ultimate goal is to transform society, as well. This is due to its great transforming power of traditional processes and operations, which are commonly accepted.

Therefore, this work aims, on the one hand, to investigate the transforming role of this technology in financial processes, comparing it with traditional models. On the other hand, the goal is to study the possible applications of this technology to financial services, as well as some of the most significant initiatives developed by the financial institutions in recent years. Finally, the adoption of the blockchain in Spain and United Kingdom will be analyzed, in general terms, through the Spanish project of Alastria and other initiatives implemented by the British Government.

KEY WORDS: *blockchain*, cryptocurrency, security, transaction, financial sector, financial services, regulation, efficiency.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS Y TABLAS	IV
1. Introducción	1
a. Propósito y contextualización del tema.....	1
b. Objetivos.....	2
c. Metodología.....	2
2. Estado de la cuestión: La cadena de bloques o Blockchain	4
a. ¿Qué es la tecnología <i>blockchain</i> ?.....	4
b. Principales características.....	4
c. El problema de los Generales Bizantinos.....	6
d. Mecanismos para llegar al consenso.....	9
e. ¿Cómo funciona?.....	11
f. Tipos de redes Blockchain.....	13
g. Diferencia del <i>blockchain</i> con las criptomonedas (Bitcoin, Litecoin, o Ethereum).....	14
h. Diferencia del <i>blockchain</i> con una DLT.....	16
i. Ventajas y desafíos del <i>blockchain</i>	16
j. Futuro impacto del <i>blockchain</i> en los servicios financieros.....	19
3. Transformación de los servicios financieros utilizando <i>blockchain</i> ..	21
a. Protocolo “Know Your Customer” (KYC) o “Conocer a Tú Cliente”.....	21
b. Pagos y transferencias internacionales.....	23
c. Mercado de valores.....	28
d. Operativa de suscripción de fondos de inversión.....	30
4. <i>Blockchain</i> en los servicios financieros	34
a. <i>Blockchain</i> en el sector bancario.....	34
b. <i>Blockchain</i> en el comercio internacional.....	36
c. Regulación comunitaria e internacional de la cadena de bloques.....	40
5. Aplicaciones del Blockchain en España y en el Reino Unido	42
a. Proyecto Alastria en España.....	42
b. Desarrollo y adopción de la <i>blockchain</i> en el Reino Unido.....	44
6. Conclusiones	47
7. Bibliografía	50

ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS Y TABLAS

Figuras

Figura 1: Representación gráfica del dilema de los Generales Bizantinos	8
Figura 2: Sistema tradicional de pagos transfronterizos	25
Figura 3: Sistema de pagos transfronterizos utilizando <i>blockchain</i>	27
Figura 4: Impacto del <i>blockchain</i> para la suscripción de fondos de inversión ..	31
Figura 5: Proceso de una suscripción de fondos de inversión (Sistema Actual)	32
Figura 6: Proceso de una suscripción de fondos de inversión (Sistema con <i>blockchain</i>)	33
Figura 7: Documentación a presentar en una transacción de comercio internacional	37
Figura 8: Ejemplo del proceso de una " <i>letter of credit</i> "	38

1. Introducción

a. Propósito y contextualización del tema

El propósito general de este trabajo es analizar en detalle el papel disruptivo del *blockchain* en la transformación del sector financiero que se está produciendo actualmente, y su contribución al desarrollo de la economía global. En este contexto, y de manera no exhaustiva, se comparará el grado de aplicación de esta tecnología en el sector financiero de España con el de Reino Unido.

Actualmente, son cada vez más las mejoras que *blockchain* está introduciendo en agilizar el procesamiento los procesos que conlleva la realización de las transacciones económicas en numerosas actividades, en concreto, en aumentar la rapidez y seguridad en las operaciones. Todas estas mejoras, actúan como palanca para contribuir al crecimiento de aquellas economías que antes y mejor adopten esta nueva revolución tecnológica.

Un aspecto en el que centraremos nuestro análisis es, el estudio, desde un punto de vista operativo, de las aportaciones del *blockchain* a las transacciones financieras y cómo esto puede suponer una revolución para el sector financiero. Recientemente se han puesto en práctica muchas iniciativas con las que han empezado a operar algunas entidades financieras, que han redundado en una mayor rentabilidad y eficiencia de su actividad. Esto supone una muestra del potencial que ofrece esta tecnología. Sin embargo, para que todo ese potencial sea una realidad tangible en el modo de operar del sector financiero, es absolutamente necesario, además, que venga acompañado por el desarrollo de una legislación global y local que favorezca un rápido desarrollo e implantación del *blockchain*.

En el caso español, el proyecto de Alastria ha empezado a tomar cierta relevancia y, teniendo en cuenta que se trata de una colaboración entre instituciones muy diversas, puede suponer un gran avance para el sector financiero además de para la economía española. Estos avances, podrían posicionar favorablemente a España para convertirse en un candidato idóneo para ser un “*hub*” bancario europeo, en caso de que las condiciones de salida

del Reino Unido de la Unión Europea, provoquen una deslocalización de las entidades financieras que hoy en día operan en la “*city*” londinense.

Por último, algunas de las conclusiones más importantes que hemos obtenido se pueden resumir en la necesidad de diseñar un marco regulatorio que garantice la validez jurídica de las actividades desarrolladas con *blockchain*, y la consideración del proyecto Alastria como un referente innovador y disruptor de esta tecnología en España, en el que tendrán que colaborar más compañías para realizar cualquier operación utilizando la tecnología de la cadena de bloques.

b. Objetivos

Tras enunciar y describir en el apartado anterior, y de modo general, el propósito de este trabajo, enunciamos a continuación los objetivos concretos que serán objeto de nuestro estudio:

- Explicar qué es *blockchain* y su diferencia con las criptomonedas
- Analizar los crecientes usos del *blockchain*
- Investigar la adopción del *blockchain* por entidades financieras
- Estudiar el marco legal implantado actualmente para regular las actividades desarrolladas con *blockchain* y su repercusión para llegar a adoptar todo su potencial
- Comparar el uso del *blockchain* en España y en Reino Unido
- Analizar el proyecto Alastria como promotor para la adopción del *blockchain* en el sistema financiero español

c. Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en este trabajo, se llevará a cabo una investigación descriptiva apoyada en fuentes secundarias. La investigación contará con 3 fases. En primer lugar, se llevará a cabo un análisis del estado de la cuestión. En segundo lugar, se estudiarán los beneficios de

aplicación que ofrece esta tecnología a los servicios financieros, junto con la descripción del marco regulatorio actualmente vigente. En tercer lugar, se investigará sobre nuevos proyectos desarrollados en España y Reino Unido, que se convertirán en referentes de la tecnología *blockchain* en un futuro próximo.

Las bases de datos consultadas han sido EBSCO, Web of Science, Scopus y Google Académico, además de consultar otras fuentes como diversos libros sobre *blockchain*.

La revisión de la literatura se realizará de forma detallada y completa ya que se analizarán diversas bases de datos de distintos ámbitos, así como, artículos de investigación, libros o trabajos de investigación relevantes en este campo. De esta manera, se tendrá una visión mucho más amplia sobre el tema, además de contribuir a resolver los objetivos planteados.

Al mismo tiempo, el uso de técnicas como el análisis e interpretación de la información obtenida, permitirá analizar el tema no solo desde un punto de vista meramente teórico sino también poder estudiar la parte práctica de la investigación, que nos permita disponer de una aproximación al mundo real. Se analizarán además algunos datos numéricos de los que se pueda extraer información relevante para la investigación.

2. Estado de la cuestión: La cadena de bloques o Blockchain

a. ¿Qué es la tecnología *blockchain*?

En los tiempos en que vivimos, es casi imposible no haber escuchado la palabra *blockchain*, o su traducción: la “cadena de bloques”, ya que es tema de debate y atención tanto en entornos técnicos como económicos. Aunque aún no conozcamos en qué consiste exactamente este nuevo concepto, todo lo que hemos oído hasta ahora sobre *blockchain* es su potencial disruptivo para transformar el mundo tal y como lo conocemos hoy en día. A lo largo de este trabajo, expondremos cómo esta nueva tecnología pretende eliminar algunas organizaciones e instituciones, que actúan como intermediarios, para ganar en eficiencia y seguridad en la realización de cualquier tipo de transacción.

Entonces, ¿qué entendemos por *blockchain*? *Blockchain*, o también conocida como la cadena de bloques es, según Chris Burruss¹, una plataforma digital, compuesta por una red de ordenadores conectados entre sí, denominados nodos, que almacena registros de transacciones (Clark, 2018). En resumen, es una base de datos de gran tamaño, capaz de almacenar la información sobre cualquier transacción que haya ocurrido y las que ocurrirán en el futuro. Aunque a simple vista esta base de datos no parezca ofrecer ninguna ventaja extraordinaria o revolucionaria, esconde algunas características, que explicaremos a continuación, que hacen que esta tecnología sea considerada como algo realmente novedoso y que incluso, sea referida como el “nuevo Internet”.

b. Principales características

La clave del éxito del *blockchain* la podemos encontrar en tres conceptos fundamentales. Es una base de datos:

- Compartida
- Distribuida

¹ Presidente de BiTA (Blockchain in Transport Alliance)

- Descentralizada

Como hemos explicado anteriormente, la cadena de bloques es una base de datos, pero con la peculiaridad de que está compartida, distribuida y descentralizada entre todos los nodos u ordenadores, al estar todos los nodos conectados a una red P2P (*peer-to-peer*) (Attra, 2018).

El hecho de que sea **compartida** permite que todos puedan acceder a la misma información simultáneamente, lo que garantiza una mayor seguridad.

Además, para que sea una base de datos **distribuida** es necesario que este gran libro de registros sea replicado cada vez que se producen nuevas transacciones. Consecuentemente, cada nodo recibe una copia exacta de la base de datos con información actualizada (Iansiti & Lakhani, 2017).

Por último, al ser una red **descentralizada**, hace que todos los nodos tengan la misma jerarquía en cuanto al control de la información. Es decir, no existe una entidad central o un intermediario que tenga el control exclusivo sobre la información (Preukschat, Kuchkovsky, Gomez, Diez, & Molero, 2017).

Pero, ¿qué beneficios presentan esta combinación de características? Tal y como hemos mencionado anteriormente, estas características son el fundamento de la cadena de bloques, ya que garantiza que este libro de registros sea inmutable, a prueba de manipulaciones y democrática (Gazdecki, 2018).

¿Cómo se puede respaldar esto? Para empezar, debemos tener en cuenta dos principios fundamentales.

En primer lugar, toda la información recogida en la cadena de bloques es transformada en criptografía mediante la función “hash”, que explicaremos más adelante, y que dificulta comprender y descifrar el mensaje a simple vista y, por tanto, supone un mecanismo para asegurar que esta base de datos se mantenga intacta ante cualquier potencial manipulación (Preukschat, Kuchkovsky, Gomez, Diez, & Molero, 2017).

El segundo principio fundamental, para garantizar la seguridad de esta tecnología, es el proceso de “mining” o minería que deben ejecutar los nodos para verificar y validar la información de una transacción, antes de que esta

transacción sea añadida al *blockchain* (Preukschat, Kuchkovsky, Gomez, Diez, & Molero, 2017). Además, como también explicaremos a lo largo de este trabajo, este proceso de minería puede ejecutarse a través de varios algoritmos, de los que descubriremos sus potenciales y diferencias.

Una vez que se ha llevado a cabo el proceso de minería, todos los nodos deben ponerse de acuerdo o llegar a un consenso en el que todos “aprueben” el registro de una nueva transacción. Como asimismo se expondrá en las siguientes páginas, existen diversos algoritmos para llegar al consenso.

Por último, una vez todos los nodos acuerdan añadir el registro de una transacción al *blockchain*, dicha transacción queda registrada en la cadena de bloques para siempre, y no podrá ser eliminada ni manipulada (Xiangping, Hongning, Shaonan, Zibin, & Huaimin, 2017).

A continuación, explicaremos la importancia de llegar a un consenso en una red distribuida utilizando el problema de los “Generales Bizantinos”.

c. El problema de los Generales Bizantinos

Este problema sirve para representar el desafío que supone llegar a un acuerdo en un entorno en el que no existe la confianza entre las partes, tal y como ocurre en una red *blockchain*.

El problema de los Generales Bizantinos se plantea en una situación de guerra donde tres Generales deben coordinarse para conquistar una ciudad enemiga (Zamorano, 2018). Para organizar el plan de batalla, cada General debe hacerles llegar a los otros dos Generales la orden de atacar o retirarse a través de un mensajero (Zamorano, 2018). Sin embargo, los Generales nunca se han conocido y no confían el uno en el otro, lo que aumenta las posibilidades de que uno de ellos sea un traidor (Pérez-Solá & Herrera-Joancomarti, 2014) y decida cambiar el mensaje. Por tanto, habría que crear un sistema que garantice que el mensaje que reciban los Generales no haya sido manipulado y que no contenga información errónea (Pérez-Solá & Herrera-Joancomarti, 2014).

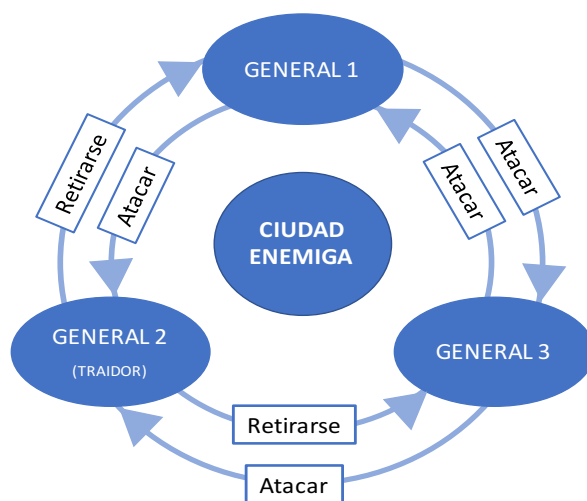
En cuanto a la similitud de este problema con *blockchain*, los Generales representan a las partes o nodos que participan en la base de datos distribuida que ejecuta la cadena de bloques. Mientras que los mensajes que son intercambiados por los Generales simbolizan los medios de comunicación que se dan en *blockchain*. Por otra parte, el objetivo de los Generales de organizar un plan de batalla de éxito para conquistar la ciudad enemiga, se representa con el objetivo de los nodos para llegar a un consenso sobre si se incluye o no el registro de una transacción en la cadena de bloques. Asimismo, la orden de atacar significa considerar que la información sobre esa transacción es válida y por tanto quedaría incluida en la cadena de bloques, asegurando de esta manera que solo se aceptaría la información que es correcta. Por el contrario, el General “traidor” representa a todos aquellos nodos que tienen como objetivo falsificar o manipular la información. (Hammerschmidt, 2017).

Por tanto, ¿qué sistema utiliza *blockchain* para lograr un consenso entre todos los nodos, que garantice la veracidad de la información, y elimine a los traidores? La respuesta la obtendremos del mismo sistema que inventaron los Generales Bizantinos.

Ante esta situación, cada General debe emitir la misma orden que recibe y mandarla por escrito y firmada (Zamorano, 2018). De esta forma es casi imposible manipular el mensaje y se consigue anular a los traidores, siempre y cuando estos no representen más de 1/3 de la red, y todos los nodos consideren como verdadera la orden mayoritaria que reciban (Zamorano, 2018). Este problema se puede comprender mejor observando la siguiente figura (Figura 1).

Como podemos observar en la figura de la siguiente página (Figura 1), este problema sólo se puede solucionar si los Generales obedecen la orden mayoritaria y si únicamente hay un traidor por cada tres Generales (Konstantopoulos, 2017). Consecuentemente, este sistema garantiza que el mensaje que se transmita sea 100% verdadero ya que contiene la firma del General que manda el mensaje y, además, aunque el General 2 sea un “traidor”, al enviar la orden de retirarse, ésta la ejecutarían los otros dos Generales sería la de atacar porque es la orden mayoritaria.

Figura 1: Representación gráfica del dilema de los Generales Bizantinos



Fuente: Elaboración propia, con datos de Zamorano, 2018

Basándonos en lo anterior, *blockchain* sigue el mismo patrón de actuación que en el problema de los Generales Bizantinos para llegar a un consenso, pero en este caso, a través del algoritmo PBFT (*Practical Byzantine Fault Tolerance*), cuyo proceso se divide en tres fases diferentes: la preparación de antemano, la preparación y la ejecución (Xiangping, Hongning, Shaonan, Zibin, & Huaimin, 2017). Después de ejecutar el algoritmo, que verifica que la orden que recibe es verdadera, comparándola con su base de datos, cada General comparte su decisión con el resto de Generales, pero para llegar al consenso sólo se tendrá en cuenta la decisión mayoritaria (Hammerschmidt, 2017). En definitiva, este algoritmo es el fundamento principal para garantizar la fiabilidad de una red descentralizada y distribuida, dónde sólo pueden existir 1/3 de traidores y sólo se debe considerar la orden mayoritaria. Por lo que, al incluirse más nodos en el sistema, es más difícil de corromper o manipular (Curran, 2018).

No obstante, existen otros métodos para llegar a un consenso en una red distribuida como *blockchain*, que explicaremos a continuación. El algoritmo PBFT sólo es utilizado por Hyperledger, Stellar o Ripple, de las que hablaremos más adelante. El único inconveniente de utilizar este tipo de algoritmo es que, a pesar de ser un método sencillo ya que no requiere mucho esfuerzo, requiere el intercambio de un gran volumen de mensajes entre los nodos (Castro & Liskov, 1999), y presenta el riesgo de manipulación si existen más de 1/3 de traidores en la red (Curran, 2018).

d. Mecanismos para llegar al consenso

Antes de llegar a un consenso, cada vez que se lleva a cabo una transacción, los nodos deben verificarla y decidir si la añaden o no a la base de datos. Para ello, existen varios mecanismos que se pueden utilizar en la cadena de bloques (Xiangping, Hongning, Shaonan, Zibin, & Huaimin, 2017). Los más empleados son:

- Prueba de trabajo o *Proof-of-Work (PoW)*, y
- Prueba de participación o *Proof-of-Stake (PoS)*.

A continuación, explicaremos la diferencia entre ambos algoritmos.

El primero, ***Proof of Work*** es utilizado por Bitcoin, y a diferencia del PBFT, este no requiere que todos los nodos compartan su decisión final con el resto de nodos, sino que utiliza la criptografía, también conocida como la función “hash” (Hammerschmidt, 2017). A partir de esta función, los nodos verifican y validan la información encriptada además de crear operaciones matemáticas muy complejas que deberán resolver posteriormente para añadir un nuevo bloque a la red (Seth, 2018), y este proceso se conoce como “mining” o proceso de minería (Xiangping, Hongning, Shaonan, Zibin, & Huaimin, 2017). Además, al ser problemas complejos de resolver, consumen mucha energía que sólo algunos nodos son capaces de soportar. Estos nodos reciben el nombre de *miners* o mineros (Xiangping, Hongning, Shaonan, Zibin, & Huaimin, 2017). Por tanto, el nodo que antes resuelva el problema, será recompensado económicamente (NovaMining, 2017), lo que elimina cualquier posibilidad de que exista algún minero “traidor” e incentiva a que más mineros participen en el proceso, añadiendo más seguridad al sistema (Hammerschmidt, 2017). Sin embargo, a pesar de su efectividad para garantizar la autenticidad de una transacción, este mecanismo consume una gran cantidad de tiempo (10 minutos para validar un bloque de transacciones) y de energía, además de tener una capacidad limitada para procesar 7 transacciones por segundo (Preukschat, Kuchkovsky, Gomez, Diez, & Molero, 2017).

Como alternativa a la prueba de trabajo y al PBFT, Scott Nada y Sunny King desarrollaron en 2012 otro mecanismo que ahorrara los gastos de electricidad

en el proceso de verificación de transacciones, conocido como **Prueba de Participación** o **Proof of Stake** (King, 2018), que es utilizado por la criptomoneda Ethereum. Recibe este nombre ya que el proceso de *mining* es exclusivo para aquellos nodos que tienen una participación representativa en la *blockchain*, es decir, que sean propietarios de varias transacciones, para que tengan más probabilidades de ser elegidos para desarrollar el proceso de minería (Schumann, 2018). De esta manera, existe una menor posibilidad de que estos nodos ataquen la red (Xiangping, Hongning, Shaonan, Zibin, & Huaimin, 2017). Además, este algoritmo, en lugar de utilizar la función “hash”, utiliza la *firma digital* (NovaMining, 2017), que explicaremos a continuación.

La firma digital también se basa en la criptografía, pero a diferencia de la función “hash”, utiliza criptografía asimétrica, lo que significa que cada participante tiene dos claves: una pública y otra privada, que son necesarias para encriptar y des-encriptar la información (Frankenfield, 2017). En definitiva, este instrumento sirve para representar la autenticidad de un mensaje o documento digital. (Agrawal, 2018).

Teniendo esto en cuenta, el algoritmo que utiliza el método del *proof-of-stake* sólo considera a aquellos nodos que tengan un mayor número de firmas digitales en sus bases de datos para realizar el proceso de *mining* (Hammerschmidt, 2017). Por tanto, algunos críticos opinan que no es un mecanismo adecuado para la cadena de bloques porque se llega al consenso de manera centralizada ya que sólo aquellos nodos que participen de forma activa en la red pueden llegar a ser mineros (Hammerschmidt, 2017). Sin embargo, el *proof-of-stake* supone un mayor ahorro de energía en comparación con el *proof-of-work* y es más efectivo (Xiangping, Hongning, Shaonan, Zibin, & Huaimin, 2017). Además, los mineros del PoS, no reciben Bitcoins o criptomonedas, sino que ven su “esfuerzo” recompensado con las comisiones que cobran por las transacciones (Schumann, 2018). Por este motivo, cada vez más aplicaciones de la cadena de bloques utilizan este mecanismo, en sustitución al PoW (Xiangping, Hongning, Shaonan, Zibin, & Huaimin, 2017). Un ejemplo de ello es Ethereum, de la que hablaremos en otro apartado de este trabajo.

Existen también otros mecanismos para llegar al consenso, pero son menos utilizados.

Después de comprender las partes fundamentales que engloba esta nueva tecnología de la cadena de bloques, es importante entender cómo funciona en realidad.

e. ¿Cómo funciona?

Nos basaremos en la explicación que elabora Goldman Sachs para describir el funcionamiento de la cadena de bloques.

Tal y como su propio nombre indica, *blockchain* es similar a un libro de registros con forma de cadena, donde cada eslabón representa a un bloque de transacciones. Una transacción puede ser cualquier intercambio de dinero, de bienes o de servicios, o incluso la identidad de una persona física. En líneas generales, el objetivo primordial de la cadena de bloques es almacenar y ordenar la información en bloques, encadenándolos unos con otros utilizando la criptografía para garantizar la seguridad (Goldman Sachs, 2017).

Imaginemos que Ignacio quiere venderle un libro a Paula. Un segundo más tarde aparece Elisa que quiere venderle a Lucía unas zapatillas. Van apareciendo algunas transacciones más como estas y son añadidas todas juntas a un mismo “bloque”. Cada transacción, al igual que cada bloque, tiene grabada una fecha y una hora, por lo que la información se ordena de manera secuencial, para evitar que una misma transacción quede duplicada. Una vez el “bloque” se completa, es compartido con el resto de nodos para que lleven a cabo el proceso de minería y acepten o no incluir este nuevo bloque a la cadena. No obstante, es necesario asegurar la imposibilidad de que nadie pueda romper la cadena. O lo que es lo mismo, que ningún nodo pueda manipular o eliminar la información ya registrada en la cadena de bloques. Para garantizar esta seguridad, *blockchain* utiliza la criptografía a través del “hash”. El “hash” es un elemento fundamental que permite enlazar los bloques de manera secuencial (Goldman Sachs, 2017). De este modo, cada bloque contiene tres cosas:

- La información de un número determinado de transacciones
- Un hash que identifica a ese bloque, y
- El hash del bloque anterior

Podemos considerar el hash como una huella digital, al permitir la identificación de un bloque y ser un valor único e irrepetible. Por tanto, una vez que se crea un bloque, este recibe un hash único, pero si se modifica la información dentro del bloque, el hash de este cambiará. Esto permite que no se puedan producir cambios en los bloques, porque en cuanto se modifique algo de este bloque su hash cambiará. Imaginemos una cadena en la que tenemos tres bloques: A, B y C. Supongamos que modificamos la información del bloque B. El hash del bloque B cambia, pero el bloque C al tener incluido el hash anterior del bloque B no podría “engancharse” a la cadena, y quedaría invalidado junto con el resto de bloques que tenga “enganchados” detrás.

Sin embargo, la criptografía utilizada en *blockchain* no es suficiente para garantizar la seguridad. Actualmente existen ordenadores muy potentes, capaces de recalcular miles de *hashes* en poco tiempo. Por lo que, si manipulase la información de alguno de los bloques, se podría recalcular los “hashes” de los siguientes bloques, y la cadena volvería a considerarse como válida. Por esta razón, la cadena de bloques utiliza los algoritmos de PoW o PoS para calcular los *hashes* de cada bloque y, al ser procesos que requieren mucho tiempo y energía, no sería rentable para los “traidores” manipular el sistema. Además, el hecho de que sea una base de datos distribuida dificulta mucho más cualquier potencial ataque. (Savjee, 2017)

Por otra parte, después de añadir un bloque al *blockchain* se distribuye una copia exacta a cada nodo de la nueva base de datos, por lo que cualquier intento de manipulación será imposible de ejecutar. Esto también proporciona que haya una mayor confianza entre todos los nodos de la cadena de bloques ya que toda la información incluida en *blockchain* es 100% verdadera.

Seguidamente analizaremos las diferencias entre los distintos tipos de redes *blockchain* que existen.

f. Tipos de redes Blockchain

Actualmente conocemos tres tipos de redes *blockchain*: públicas, privadas o híbridas. A continuación, explicaremos las diferencias entre cada una y más adelante expondremos algunas de las aplicaciones prácticas más conocidas de cada una de ellas. La principal diferencia entre las tres es el número de nodos que tienen acceso a la cadena de bloques (Preukschat, Kuchkovsky, Gomez, Diez, & Molero, 2017).

Las **blockchains públicas** ofrecen la ventaja de que cualquier usuario puede tener acceso a todos los registros de transacciones, por lo que utilizando los mecanismos de PoW y PoS, anteriormente explicados, cualquier usuario podría verificar y validar por consenso cualquier actualización de la base de datos (Preukschat, Kuchkovsky, Gomez, Diez, & Molero, 2017). Además, a pesar de que la identidad personal de los nodos pueda permanecer anónima, su principal atributo es la seguridad que ofrece, al ser un sistema descentralizado (Khatwani, 2018). Algunos ejemplos de *blockchains* públicas, de las que hablaremos más adelante, son Bitcoin, Ethereum, Dash o Litecoin (Girón, 2018).

Por el contrario, las **blockchains privadas** son creadas por una organización o un particular que, a través de un nodo central, permite a usuarios concretos tener acceso a los registros de las transacciones. Además, el nodo central puede decidir si otorgarles o no permiso para participar en el registro y validación de las transacciones (Khatwani, 2018). En consecuencia, a pesar de ser una red *blockchain* basada en un sistema más centralizado, donde la organización creadora es la responsable de garantizar la veracidad de la información, este tipo de *blockchain* consigue un ahorro en los costes de los procesos de verificación (Khatwani, 2018). Popularmente, las *blockchains* reciben el nombre de DLT (*Distributed Ledger Technology*) o Base de Datos Distribuida, que desarrollaremos en el siguiente apartado. (Preukschat, Kuchkovsky, Gomez, Diez, & Molero, 2017)

Por último, también existen los consorcios o **redes semipúblicas**, que nacen de una combinación de las dos explicadas anteriormente. Puede considerarse privada, ya que la información es exclusivamente compartida con aquellos nodos

que tengan acceso, pero al mismo tiempo, también puede considerarse como privada porque es una red descentralizada donde varios nodos son los responsables del proceso de registro, validación y verificación de las transacciones. Este sistema ofrece la posibilidad de disminuir las posibilidades de manipulación y ser más eficiente en el proceso de “mining” o validación (Khatwani, 2018). Un ejemplo de este tipo de *blockchain* es el proyecto español Alastria, que comentaremos en un apartado específicamente dedicado al mismo (Alastria, 2017).

g. Diferencia del *blockchain* con las criptomonedas (Bitcoin, Litecoin, o Ethereum)

A continuación, aclararemos la diferencia entre la cadena de bloques y algunas criptomonedas como Bitcoin, Ethereum, o Litecoin. En ocasiones, se puede llegar a pensar erróneamente que Bitcoin y *Blochain* se refieren al mismo concepto.

Bitcoin fue la primera moneda digital basada en la tecnología *blockchain* (Chartered Accountants, 2017), planteada en 2008 por el pseudónimo Satoshi Nakamoto en un documento que publicó con el título “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*” (Fiorillo, 2018), en el que planteaba un sistema de pagos seguro sin necesidad de que estuviese supervisado por un intermediario (Beck, 2018). Por el contrario, *blockchain* fue creada en 1991 (Savjee, 2017) pero no fue hasta el año 2009 cuando se utilizó por primera vez con la llamada red *Bitcoin*, la primera red *Blockchain* (Porxas & Conejero, 2018). Por tanto, *blockchain* proporciona la plataforma para registrar y almacenar todas las transacciones de *Bitcoins* actuando como el sistema operativo de esta primera aplicación (Gupta, 2017).

Pero, ¿cómo funciona realmente? Lo que implica que *Bitcoin* esté basado en tecnología *blockchain* es que cualquier intercambio de *Bitcoins* se registra y se almacena en una base de datos pública y compartida entre muchos usuarios. Para explicar de forma más clara cómo se produce este intercambio utilizaremos un ejemplo:

Pongamos que Juan debe enviarle a Ana 30BTC. Al ser un activo digital, ¿cómo podría asegurarse Ana de que Juan tiene 30BTC para enviarle, o que esos *bitcoins* no se los ha enviado a otra persona? Juan tiene guardados sus *bitcoins* en una cartera a la que se le ha asignado una dirección criptográfica o una clave pública que todo el mundo puede ver (King, 2018). Por otra parte, Juan también ha recibido una “contraseña” o clave secreta en forma de “hash” para acceder a sus *bitcoins* (Preukschat, 2014). Por lo tanto, en el momento en el que Juan introduzca su contraseña, Ana podrá verificar que Juan dispone de 30BTC. Además, para que Juan le pueda enviar los 30BTC a Ana, este necesitará la dirección pública de la cartera de Ana. Esta transacción queda registrada en la *blockchain*, lo que podrá permitir conocer el origen y destino de esos 30BTC.

Para el proceso de *mining*, esta criptomoneda, a diferencia de sus competidores, utiliza el algoritmo de *proof-of-work*. Como hemos explicado anteriormente, existen otros algoritmos más eficientes que este, lo que ha motivado la aparición de nuevas criptomonedas alternativas a Bitcoin, que mejoran sus prestaciones y pasamos a exponer a continuación.

Litecoin, por ejemplo, que fue creado en 2011, y si bien su funcionamiento es idéntico a Bitcoin, utiliza un algoritmo más simple (Jaffe, 2018). Esto aporta la ventaja de tardar sólo dos minutos y medio para validar un bloque, frente a los diez minutos que necesita Bitcoin para realizar el mismo proceso y ahorrando, además, en los costes de energía del proceso de “mining” (Jaffe, 2018).

Por otro lado, Ethereum, creada en 2014, es un concepto similar al Bitcoin, pero añade el elemento distintivo de los “*smart contracts*” o contratos inteligentes. En definitiva, Ethereum puede funcionar como moneda virtual pero también puede ejecutar aplicaciones mediante los contratos inteligentes (Jaffe, 2018). Un “*smart contract*” se diferencia de un contrato normal en que se ejecuta de forma automática y autónoma cuando se dan las condiciones con las que se ha programado (Modi, 2018). Esto ofrece la ventaja de aportar una mayor seguridad a que el contrato no pueda modificarse y sea ejecutado, además de reducir los costes y el tiempo de trabajo de un actor intermediario.

Como conclusión, podemos utilizar el término de “criptomonedas” para describir todas las redes o métodos que se pueden emplear para realizar transacciones seguras a través de la criptografía y que no requieren de la intervención de ningún intermediario para que valide la información (Crosby, Nachiappan, Pattanayak, Verma, & Kalyanaraman, 2016).

h. Diferencia del *blockchain* con una DLT

Existe una confusión bastante extendida de considerar que la cadena de bloques es una DLT y en realidad es mucho más que eso. Para empezar, una DLT (*Distributed Ledger Technology*) es una base de datos descentralizada que ofrece la ventaja de ser más transparente que una base de datos normal y cualquier manipulación o fraude sería más difícil de llevar a cabo (BBVA, 2018). Siguiendo con la explicación sobre *blockchain*, podemos concluir que la cadena de bloques es un tipo de DLT al estar gestionada por varios participantes, pero con características particulares como la criptografía, que hacen de esta tecnología una herramienta diferencial a lo conocido hasta hoy. También podemos decir que una *blockchain* pública es un tipo de DLT. Este tipo de tecnología ha sido utilizada en proyectos como Hyperledger, que comentaremos posteriormente.

i. Ventajas y desafíos del *blockchain*

Después de haber analizado, en líneas generales, las principales características de la cadena de bloques, expondremos a continuación sus potenciales ventajas, así como algunas de sus limitaciones que mayor incidencia tendría para su aplicación al sector financiero.

Una de las razones que nos ha llevado a analizar la aplicación de esta tecnología al sector financiero y considerarla particularmente adecuada para este sector, es el hecho de que el uso de la cadena de bloques permite obtener una mayor eficiencia en la redefinición de múltiples procesos y funciones tradicionales que están siendo cuestionados en la actualidad (Deloitte, 2018) y

para los que blockchain se constituye como una herramienta que aporta un innegable valor añadido. Por esta razón, hemos visto los primeros casos de su aplicación en esta industria.

Según los resultados de la encuesta, realizada por tres consultores de Deloitte a 1,000 directivos senior de compañías de 7 países diferentes con una facturación superior a \$500 millones anuales, se puede considerar que *blockchain* es un mero facilitador del modelo de negocio. Esta idea es fundamental para comprender qué potenciales beneficios puede ofrecer esta tecnología dependiendo del tipo de negocio o de la industria en concreto a la que se aplique, puesto que la cadena de bloques por si sola ofrece una mayor seguridad en la transmisión de los datos. Si se “conecta” a un ejemplo de negocio, puede además ejercer de “Servidor de Confianza” (TaaS, Trust-as-a-Service) para todos los participantes del ecosistema. En base a esto, las ventajas que aporta la cadena de bloques a la industria de los servicios financieros, no pueden ser iguales a las que, por ejemplo, puede aportar al sector de la logística. Consecuentemente, muchos analistas afirman el poder revolucionario de la cadena de bloques para transformar muchos de los negocios tal y como los conocemos hoy en día.

Centrándonos en el sector financiero, la cadena de bloques constituye una tecnología innovadora capaz de ayudar a las entidades financieras y otros agentes de la industria a reforzar los criterios de transparencia, divulgación y declaración de información relevante. De una primera valoración, se estima que la aplicación del *blockchain* puede llegar a suponer un ahorro para las entidades financieras de alrededor \$20 mil millones al año en operaciones de liquidación, pagos transfronterizos y asuntos reglamentarios. (Fanning & Centers, 2016)

Por otra parte, considerando los elevados recursos que se han destinado, en los últimos años al desarrollo y estudio de las aplicaciones de esta tecnología, las ventajas que aporta al mundo financiero son, a día de hoy, una realidad. Recientemente, han surgido distintas aplicaciones de la cadena de bloques, cuyo objetivo es aportar eficiencia a los servicios financieros. Una muestra de la mayor eficiencia que la aplicación reciente del *blockchain* aporta a los servicios

financieros es el R3, que empezó siendo una red consorcio de *blockchain* integrada por 22 entidades financieras y que actualmente está integrada por más de 300 miembros (R3, 2018). Esta empresa utiliza la cadena de bloques para realizar transferencias transnacionales inmediatas (Ruiz, 2017), ofreciendo una mayor seguridad y eficiencia, consiguiendo además eliminar los costes de intermediación que se generan en cualquier transacción tramitada por los procedimientos tradicionales. Hoy día podemos encontrar otros ejemplos similares a este que ya están operativos para el sector financiero, como son: Coinbase, Sand Hill Road, Level39 o Ripple del que hablaremos más adelante (Fanning & Centers, 2016).

Estos ejemplos nos demuestran que *blockchain* ha pasado a considerarse como una herramienta eficiente para renovar toda la operativa de “back-office” (BBVA, 2016), a pesar de que en sus inicios el propio BBVA mantenía una visión negativa de esta tecnología, identificándola como una amenaza que podía atentar contra el sistema bancario mundial por el detrimento de los ingresos por comisiones que las entidades financieras dejarían de percibir.

Frente a las ventajas expuestas, conviene tener presente que la tecnología *blockchain*, a pesar de haber sido creada hace casi 20 años, está todavía en una fase de madurez incipiente ya que ha empezado a aplicarse hace relativamente poco tiempo, y que, por tanto, es necesario profundizar más en su desarrollo para que actúe como un verdadero elemento disruptivo de los modelos de negocio tradicionales.

De hecho, la implantación de la cadena de bloques se enfrenta actualmente a varios desafíos de cuya resolución depende una aplicación más generalizada en la mayoría de industrias y que, a día de hoy, limitan su potencial (Goyal, 2019). En este sentido, podemos identificar los tres retos más relevantes al objeto de conseguir que sea aplicable a cualquier tipo de negocio y que pasamos a exponer a continuación.

En primer lugar, uno de los principales retos a los que debe hacer frente la cadena de bloques es a la escalabilidad o adaptabilidad, de manera que sea universalmente aplicable y, en consecuencia, pueda generar eficiencias en

coste, tiempo de respuesta y seguridad a nivel mundial. La popularidad de esta nueva tecnología innovadora se ha ido incrementando a gran escala en los últimos años, por sus múltiples beneficios y sin embargo, el grado de madurez de la misma no es suficiente para atender una demanda potencial que se incrementaría a gran velocidad en los próximos años a medida que fuera consolidándose su aplicación en diferentes ámbitos. De acuerdo con algunos estudios, el aumento en el número de transacciones, ralentiza la velocidad de procesado del sistema, lo que deteriora sus aspiraciones de eficiencia con las que fue ideado y concebido. (Kansal, 2018)

En segundo lugar, otro desafío importante para la cadena de bloques es la incompatibilidad entre diferentes plataformas basadas todas ellas en *blockchain*. Es decir, los usuarios de una plataforma desarrollada bajo esta tecnología no pueden interactuar con los usuarios de otra plataforma pese a que también comparta el mismo concepto tecnológico (Goyal, 2019). Por tanto, sería deseable orientar los esfuerzos hacia un estándar abierto que permitiese una colaboración más eficiente y extensiva entre todos los usuarios, donde se comparta el conocimiento y los desarrollos que permitan validar las iniciativas que se emprendan y las soluciones que se identifiquen. (Browne, 2019)

Por último, otros aspectos de los que son necesarios disponer, para una efectiva implantación de la cadena de bloques, son, asimismo, los aspectos referentes al ámbito legal y regulatorio de la privacidad, de la propiedad intelectual o la validez legal y capacidad de ejecución de los contratos (Schatsky, Arora, & Dongre, 2018), todo ello amparado por un marco regulatorio desarrollado y perfectamente homologado en todo su ámbito territorial de aplicación. Es decir, que la operativa basada en *blockchain* se desarrolle dentro de una amplia seguridad jurídica a nivel internacional.

j. Futuro impacto del *blockchain* en los servicios financieros

Un informe de KPMG (Blockchain and the future of finance, 2018) anticipa los impactos significativos que esta tecnología sería capaz de generar en el sector financiero en los próximos años. Según explicaremos en los siguientes

apartados con la ayuda de algunos ejemplos, la adopción del *blockchain* se está produciendo de forma gradual, pero al mismo tiempo de manera progresiva.

Según el citado informe, la adopción de la cadena de bloques seguirá las siguientes tendencias:

- Complemento vs. Sustituto de los modelos de negocio tradicionales: A pesar de los numerosos beneficios y el gran potencial que ofrece no logrará reemplazar a los modelos de negocio tradicionales, sino que actuará como “facilitador” para desempeñar de manera más eficiente, rápida y segura, tareas de registro y validación de transacciones, permitiendo tener una visión inmediata de los datos. Además, probablemente, su adopción no pueda ser todo lo rápida que sería deseable, conforme hemos indicado antes, por la falta, a día de hoy, de un sistema legal que regule las actividades que se desarrollen utilizando *blockchain*.
- Predominio de las redes *blockchain* semipúblicas. Para poder ofrecer una menor exposición a los riesgos de las transacciones, las organizaciones financieras están empezando a utilizar esta tecnología empleando redes privadas, que les permite custodiar los datos de manera confidencial, para ir adaptándose gradualmente al uso también en redes públicas. Un ejemplo de ello son todas las iniciativas de algunos consorcios que han ido apareciendo recientemente y de los que hablaremos más adelante.
- Marco regulatorio cambiante. A medida que la cadena de bloques permita descentralizar las actividades financieras, los gobiernos tendrán necesariamente que acometer un marco regulatorio adecuado que favorezca su uso eficiente y limite los abusos o usos inapropiados y para ello deberán esforzarse en comprender todos los detalles del funcionamiento y aplicaciones de esta tecnología. Sin embargo, sólo aquellos que consigan hacerlo de manera efectiva y eficiente, tendrán la oportunidad de atraer inversores globales y podrán convertirse en referentes entre los países desarrollados e impulsar su crecimiento económico gracias a un desarrollo masivo de la cadena de bloques en una variedad amplia de sectores productivos y de servicios.

3. Transformación de los servicios financieros utilizando *blockchain*

El sector financiero ha sido pionero en adoptar esta nueva tecnología dado que ésta ofrece un gran potencial para simplificar de manera sustancial las operaciones y posibilita reducir los costes correspondientes a los agentes intermediarios. Esto se traduce en una mayor eficiencia para el sector financiero, y una mayor transparencia para los clientes.

La industria financiera engloba diferentes tipos de transacciones y servicios para los que la aplicación de esta tecnología resulta particularmente adecuada y permite transformar de manera radical el enfoque de la operativa tradicional.

A continuación, expondremos algunos de estos aspectos disruptivos sobre las transacciones y servicios que, por su volumen y asiduidad, representan una parte significativa de las operaciones del sector.

a. Protocolo “Know Your Customer” (KYC) o “Conocer a Tú Cliente”

Para cumplir con la regulación actual, todas las instituciones financieras están obligadas a llevar a cabo un protocolo conocido como “Conocer a Tu Cliente”, y a presentar un informe con los resultados de dicho protocolo (Attra, 2018). Este proceso es la herramienta clave de las instituciones financieras para luchar contra el lavado de dinero (“*Anti-Money Laundering*” or AML) o la financiación del terrorismo, que ayuda a detectar y prevenir conductas delictivas (Maguire, 2018). De hecho, según las estimaciones de KPMG, más de 25.000 millones de dólares se destinan a la gestión de riesgos por delitos financieros en el sector bancario, de los cuáles, la mayoría se consumen en los procesos de KYC (Maguire, 2018). Por otra parte, también se estima que un 80% del esfuerzo asociado con el protocolo KYC se dedica únicamente a la recolección y al procesamiento de los datos, mientras que sólo un 20% se dedica a evaluar y analizar los datos para poder tomar decisiones significativas (Maguire, 2018). Adicionalmente, otro factor importante a considerar en el desarrollo de estos procesos es la experiencia del cliente. Considerando toda la información y documentos certificados que las entidades financieras deben analizar, se hace necesario requerir continuamente a los clientes que faciliten la misma

información, cada vez que necesitan realizar una operación de un importe significativo, lo que crea una experiencia frustrante y repetitiva para los clientes (Curry, 2018).

No obstante, existen nuevas tecnologías que pueden aportar grandes soluciones a estos problemas. Un ejemplo de ello sería el uso de la cadena de bloques para reducir las ineficiencias en el proceso KYC, compartiendo información y recursos con el resto de entidades financieras (Maguire, 2018).

Según propone Deloitte, se podría crear una red *blockchain* privada, a la que sólo podrían tener acceso una lista de entidades financieras, que se encargarían de publicar y actualizar la información, así como de mantener determinadas aplicaciones que soliciten detalles de alguna transacción para validarla (Stevenson, 2019). De esta manera, en esta red privada, apodada por Deloitte como Blockchain de Identificación ("*Identification Blockchain*"), se incluirían las identidades digitales de todos los clientes.

El proceso se simplificaría en tres sencillos pasos, en los que el cliente aportaría todos sus datos de identificación a su banco de confianza, para obtener a cambio su identidad digital. Esta identidad debe ser única, y sólo se entregará al cliente una vez se hayan completado todas las comprobaciones establecidas en el proceso KYC para ser añadida después al *blockchain*. Una vez ya ha sido entregada la identidad digital de nuevo al cliente, ésta puede ser retransmitida a otras entidades que soliciten información sobre algunos detalles de los registros o transacciones de este cliente para verificar y validar otra operación. (Stevenson, 2019)

Por tanto, a través de la cadena de bloques, este proceso puede durar menos de una semana en lugar de las tres o cuatro semanas que lleva completar el proceso sin la aplicación del *blockchain*, reduciendo el tiempo y el esfuerzo que se dedica a la recopilación y procesamiento de los datos. Además, se reducen los costes hasta en un 20%, eliminando la necesidad de que las entidades financieras repitan el mismo proceso una y otra vez, compartiendo los resultados y los recursos dedicados al KYC. Se pueden llegar a mitigar también algunos riesgos aportando más transparencia y fiabilidad a los informes de

auditoría de todos los procesos de “Conocer a Tu Cliente”. Todo esto conduce a mejorar la experiencia del cliente, poseedor de la última palabra para poder decidir con quién comparte su identidad y para qué propósito. En definitiva, esto no sería posible sin la tecnología *blockchain* (Curry, 2018).

Sin embargo, a pesar de que, para algunas consultoras como Deloitte, sea aún un proyecto que llegará en algunos años, para IBM ya es una realidad desde enero de 2018. A principios del pasado año, esta empresa tecnológica lanzó, en colaboración con entidades financieras como HSBC y Deutsche Bank, la primera *Blockchain* KYC compartida basada en el algoritmo “*Proof-of-Concept*” (Curry, 2018). Según las declaraciones de IBM (2018): “*Los bancos podrán utilizar esta plataforma para mejorar la experiencia del cliente, automatizar los procesos obligatorios y eliminar la duplicación mediante la armonización y el intercambio de información de KYC, lo que se traducirá en ahorros operativos y, con el tiempo, en una reducción del riesgo operativo. Las empresas también se beneficiarán de la reducción del papeleo al hacer el proceso de KYC una vez y compartirlo con las instituciones financieras pertinentes a través de un modelo de consentimiento controlado por el usuario.*”

b. Pagos y transferencias internacionales

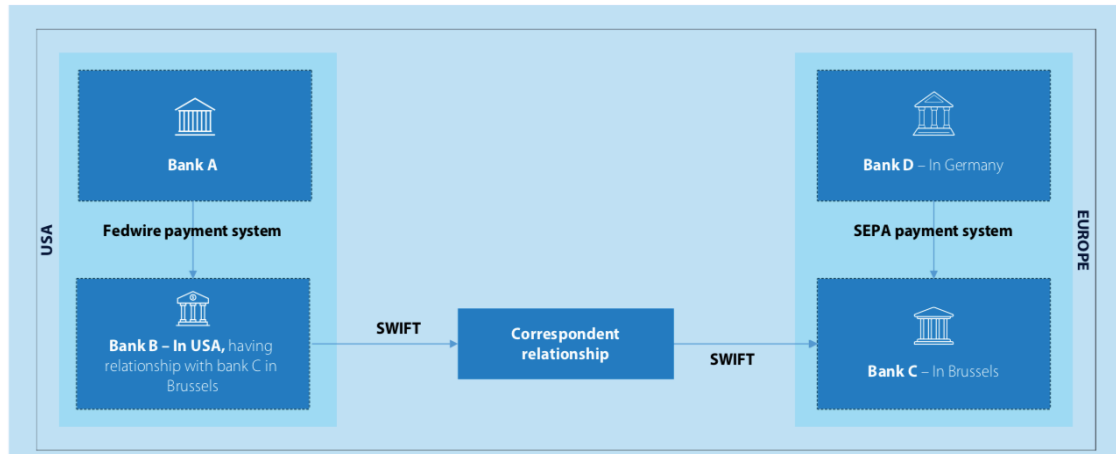
Hoy día, en términos generales, completar una orden de transferencia internacional tarda entre tres y cinco días laborables y conlleva unos costes asociados entre gastos y comisiones de entre un 5% y un 20% de su importe nominal, según algunos analistas de McKinsey (Higginson, 2016). Esto se debe a la sencilla razón de que en un pago transfronterizo intervienen varios intermediarios entre la persona que ordena la transferencia y la persona que recibe el ingreso, que hacen que este proceso sea largo y costoso. Actualmente, el proceso que se lleva a cabo para realizar una transferencia es más complejo de lo que pueda parecer, ya que conlleva todo un sistema de conciliaciones y compensaciones entre bancos y entidades financieras poco automatizado, que se basa todavía en gran medida en el factor humano.

Uno de los intermediarios que participa en este proceso es la organización SWIFT, encargada de gestionar las órdenes interbancarias a lo largo de toda la cadena de pago. Esta organización, gracias a sus conexiones con las entidades de contrapartida alrededor del mundo, garantiza la seguridad y fiabilidad de la transacción (SWIFT, 2019). Los otros intermediarios importantes son los bancos corresponsales que realizan los cargos y abonos de dinero en todas las cuentas que intervienen en la cadena y ayudan a transferir el dinero al beneficiario final (Achanta, 2018).

A modo de ejemplo: imaginemos que el banco A, localizado en Estados Unidos, debe ordenar una transferencia en euros, por cuenta de su cliente, a una cuenta en el banco D en Alemania (Achanta, 2018). El camino que recorrería dicho pago transfronterizo sería el siguiente:

En primer lugar, el cliente que ordena el pago enviaría un mensaje SWIFT a su banco A en Estados Unidos, con los datos e información necesarios sobre el destinatario del importe y la moneda de abono. Una vez recibido, el banco A remitiría la solicitud de pago a su banco corresponsal, el banco B mediante Fedwire, con la orden de cargo o de abono que debe ser transferida. Consecuentemente, el banco B realiza los ajustes y compensaciones correspondientes para cargar al banco A el contravalor en dólares americanos de los euros objeto de la transferencia y envía un mensaje a su banco corresponsal, el banco C de Bruselas usando el código SWIFT. El banco C transmite la orden a través de SEPA al banco D en Alemania. Finalmente, el banco D abona el pago en euros en la cuenta del beneficiario. (Achanta, 2018) Este proceso se representa de manera más gráfica en la siguiente imagen (Figura 2).

Figura 2: Sistema tradicional de pagos transfronterizos



Fuente: (Achanta, 2018)

A su vez, el proceso se complica en la medida en que dicha transferencia internacional se realizara en diferentes divisas. El banco americano debería disponer tener en su balance tanto de dólares cómo de euros. Sin embargo, mantener en su balance una diversidad de divisas no resulta muy rentable para los bancos y más aún si no se trata de grandes entidades, por lo que dependiendo del volumen de la transferencia y del tamaño banco, normalmente los bancos se relacionan a su vez con otras entidades financieras para llevar a cabo este tipo de transacciones (Braileanu, 2018). Esto incrementa el número de intermediarios involucrados en la transacción e incrementa los costes, a los que además habría que añadir las tasas de cambio (Braileanu, 2018).

Como podemos observar, en todo este proceso intervienen diversos intermediarios, lo que significa que cada vez que la orden es transferida en cada uno de los pasos intermedios se producen gastos y comisiones que encarecen la operación a los que se añadirían los gastos de SWIFT que cobra a su vez por la transmisión de los mensajes. (Achanta, 2018)

Actualmente, la intervención de SWIFT en el proceso de pagos y transferencias internacionales es muy importante ya que garantiza y confirma la transmisión y recepción de los mensajes. Esta organización nace para asegurar que el banco emisor contabiliza una entrada en el Debe de su libro de contabilidad al mismo tiempo que comunica al banco receptor que debe registrar

contablemente la correspondiente contrapartida en el Haber. El rol que desempeña SWIFT hoy por hoy resulta imprescindible debido a que ambos bancos intervinientes no pueden registrar una transacción únicamente basada en su libro mayor. (Achanta, 2018)

Por otra parte, todos los bancos corresponsales desempeñan la importante tarea de recibir, compaginar y compensar el mensaje de pago antes de retransmitir la confirmación o denegación del pago al siguiente banco corresponsal (Achanta, 2018).

Un factor determinante para la confianza de los usuarios de los servicios financieros en las entidades en las que depositan sus fondos es, sin duda alguna, el de la seguridad de las transacciones. Se han dado algunos casos de fraude por fallos en el sistema de seguridad de las entidades bancarias o en la red de comunicaciones de SWIFT. En 2015 SWIFT sufrió varios ciberataques efectuando pagos fraudulentos contra algunas cuentas bancarias (Moreno, 2016). De hecho, según un estudio realizado por LexisNexis se estima que el fraude en transacciones internacionales es hasta 2,5 veces mayor que en transacciones domésticas (Business Insider, 2016). En resumen, los procesos actualmente vigentes en la operativa de pagos transnacionales resultan escasamente eficientes, midiéndolos tanto por los elevados costes operativos, los largos plazos de perfeccionamiento de la transacción y las tasas no despreciables de riesgo que se asumen sobre un sistema que no garantiza una adecuada seguridad.

Ante esta problemática, la cadena de bloques ofrece un gran potencial para hacer este proceso mucho más eficiente y rápido, además de reducir significativamente los costes de las comisiones a un 2-3% (Higginson, 2016). Aplicando las principales características de esta tecnología, el proceso de los pagos transfronterizos se volverá más transparente y seguro, aumentando la confianza de los clientes (Miró, 2016).

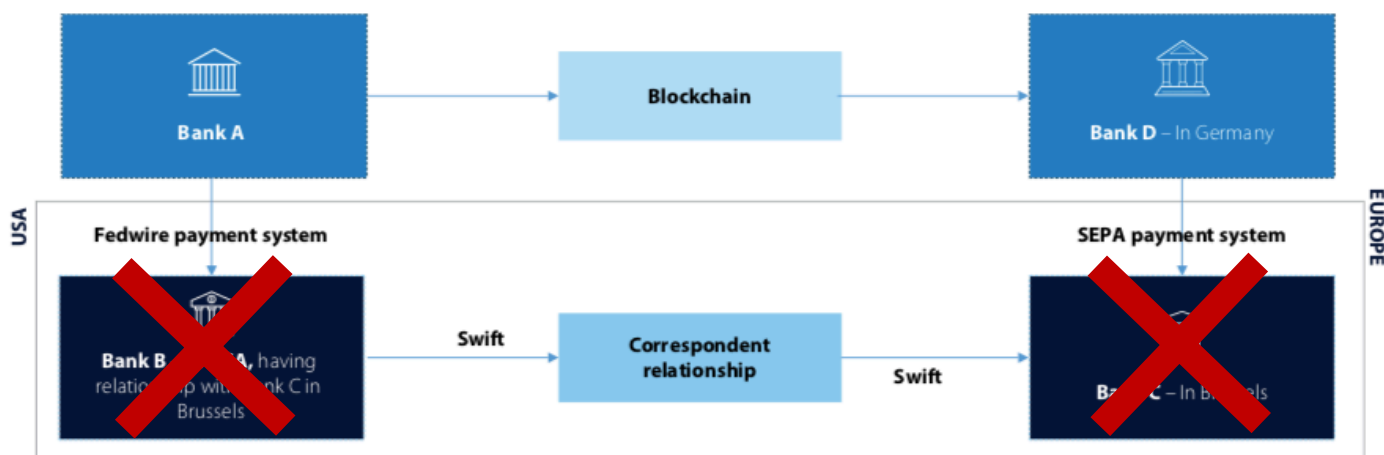
Como hemos explicado anteriormente, la cadena de bloques actúa como una base de datos universal en una red distribuida que es accesible por todos los participantes de la red (Achanta, 2018). Esto hace que cualquier entrada o modificación que se quiera realizar en esta base de datos requiere que todos los

nodos lleguen a un consenso para acordar el estado de esta base de datos. Según Morgan Stanley (2016), una base de datos compartida y transparente como la cadena de bloques garantiza que los datos sean irrevocables y verificables, reduciendo los equipos de personas que son responsables de aprobar y validar cada transacción. Por tanto, si aplicamos esta tecnología a los pagos transfronterizos se eliminarían gran cantidad de intermediarios, aumentando la rapidez de la transacción y reduciendo los costes, además de aportar una mayor seguridad ya que las órdenes de pago no podrán ser manipuladas (Achanta, 2018). Consecuentemente, las instituciones financieras podrán reducir sus costes entre un 30 y un 50% (Kurki, 2016). Por otra parte, un informe de la consultora Capgemini revela que los clientes podrán ahorrar hasta 500 dólares de media en comisiones bancarias, gracias a esta nueva tecnología (Maity, 2016). Todos estos beneficios convierten a esta tecnología en una herramienta de confianza. Gracias a la criptografía y a los algoritmos que se ejecutan para validar la información, *blockchain* podrá ofrecer una mayor transparencia en todas las transacciones.

En definitiva, todos estos elementos característicos de la cadena de bloques, aportan un valor añadido diferencial a los modelos de negocio, cuya transformación, gracias al *blockchain*, se producirá de una manera disruptiva.

Como podemos observar en la siguiente imagen (Figura 3), esta tecnología simplificaría el proceso del sistema de pagos tradicional, haciéndolo mucho más eficiente, más seguro y menos costoso.

Figura 3: Sistema de pagos transfronterizos utilizando Blockchain



Fuente: (Achanta, 2018)

c. Mercado de valores

A modo de introducción, la Bolsa de Valores es el lugar donde se negocian las acciones de las empresas públicas que cotizan en bolsa. Dentro del mercado bursátil, podemos diferenciar entre dos mercados principales. El mercado primario es aquel en el que las empresas ofrecen acciones al público, bien a través de una oferta pública inicial (OPI), o una oferta pública de venta (OPV), para colocar entre los inversores parte de sus necesidades de capital social. Una vez que los nuevos valores se han colocado en el mercado primario, comienzan a negociarse en el mercado secundario. Aquí, es dónde un inversor tiene la oportunidad de comprar acciones a otro inversor al precio de mercado vigente o al precio que acuerden tanto el comprador como el vendedor. El mercado secundario de las bolsas de valores está regulado por una autoridad reguladora, que en el caso de Europa es la AFME (Association for Financial Markets in Europe), encargada de velar por el adecuado cumplimiento de la normativa vigente en ese encuentro entre compradores y vendedores de acciones. (The Economic Times, 2019)

El proceso de compra-venta de una acción abarca tres fases: pre-negociación, negociación y post-negociación. A continuación, nos centraremos más en las actividades que se realizan en la fase de post-negociación, ya que es dónde realmente la cadena de bloques puede aportar su gran potencial.

Una vez que se ha confirmado una operación, comienza la fase de post-negociación. Las dos actividades importantes en esta fase son las de compensación y liquidación, donde intervienen una serie de entidades financieras que se encargan de completar las operaciones hasta la liquidación de los valores (Cacho, 2001)

La tarea de compensación consiste en asegurar y validar que los términos de un contrato, establecidos en una transacción se van a cumplir cuando se liquide la operación. Por tanto, este proceso incluirá la compensación de cantidades a cobrar y a pagar entre ambos participantes. Esta tarea se lleva a cabo entre la fecha de la negociación y la de liquidación. Normalmente, de este proceso se encarga la Cámara de Compensación, aunque en los mercados

OTC, son únicamente el comprador y el vendedor los que deben ponerse de acuerdo. La Cámara de Compensación actúa como institución financiera de gestión de riesgo de contraparte a través del proceso de novación, donde adopta la posición de contraparte para cada una de las partes. De esta forma, la cámara cubrirá nuestras pérdidas en el caso de que la otra parte no cumpla con su obligación. Para garantizar que cada parte cumple con su obligación, la Cámara exige una garantía a la parte compradora suficiente para cubrir las potenciales pérdidas. (BBVA, 2015) Desde 2012 en Europa, la regulación que cubre las obligaciones de compensación entre las partes es el EMIR (European Market Infrastructure Regulation), además de incluir la obligación de informar de los registros de las operaciones (Trade Repositories). (AFME, 2015)

Por otra parte, el proceso de liquidación tiene lugar cuando cada participante recibe su parte, de tal forma que el comprador recibe los valores comprados y el vendedor recibe el efectivo correspondiente por la venta de esos valores. Después de realizar la tarea de compensación se genera una cifra neta que la contraparte debe liquidar. Esta orden es enviada a la entidad que tiene los fondos de la contraparte y con la nueva regulación, se exigen dos días laborables para que la contraparte realice el pago. Sin embargo, para que sea más seguro, el pago y la entrega de valores se realizan de forma simultánea, mediante un proceso conocido como Entrega contra Pago (Delivery versus Payment – DVP). (Angadi, 2017)

Una vez expuestas las últimas fases de la compra-venta de un producto financiero, explicaremos a continuación, los beneficios que puede aportar la cadena de bloques para simplificar este proceso.

La tecnología *blockchain* ya ha empezado a ser utilizada por algunas bolsas de valores en diferentes países como por ejemplo el Nasdaq en Estados Unidos, Sebi en India o la Deutsche Börse de Alemania. Por lo tanto, ¿cuál es la razón por la que grandes entidades financieras hayan invertido miles de millones en adoptar esta tecnología?

La cadena de bloques es considerada como la solución a los problemas de interoperabilidad en los mercados financieros y la falta de confianza y

transparencia en los mercados menos regulados. Tal y como hemos explicado anteriormente, los procesos de compensación y liquidación de productos financieros implican procedimientos bastante complejos, prolongados y poco rentables, en los que las partes asumen un riesgo considerable (Bajpai, 2017). Según un estudio de Oliver Wyman, el gasto total de las comisiones que se cobran en estos dos procesos es de aproximadamente \$100 mil millones (Bajpai, 2017). Por esta razón, la tecnología *blockchain* puede ser utilizada para acelerar el proceso de compensación y liquidación haciéndolo más automatizado y descentralizado a la vez que más barato, más rápido, más transparente y más seguro, a lo que se añade una reducción de los riesgos asociados a este tipo de transacciones (Desjardins, 2017). En definitiva, eliminaría en gran medida, la necesidad de un regulador intermediario ya que se podría hacer uso de los “*smart contracts*”. Estos incorporarían las normas y reglamentos que se tendrían que aplicar en cada operación para que la transacción sea incluida en la cadena de bloques. (Singh, 2018)

Como prueba de éxito de la aplicación de esta nueva tecnología a los mercados financieros podemos analizar el caso de la bolsa americana Nasdaq, que fue la pionera en poner en práctica la cadena de bloques a través de su base de datos privada conocida como Linq. La primera transacción realizada con esta tecnología fue en 2015, en la que Chain.com – cliente inaugural – emitió acciones para un inversor privado. Durante esta transacción se redujo significativamente el tiempo de liquidación de dos días laborables a tan sólo diez minutos y se eliminó la necesidad de presentar certificados de acciones. (Nasdaq, 2015)

d. Operativa de suscripción de fondos de inversión

A día de hoy, el proceso para suscribir o retirar patrimonio de un fondo de inversión es bastante complejo y comprende varios pasos hasta que el dinero llega al inversor final. Este proceso es similar a los explicados anteriormente, pero intervienen otros intermediarios diferentes. Seguidamente, se explicarán las fases del proceso de suscripción de participaciones en un fondo de inversión, y

los beneficios que puede aportar la cadena de bloques para hacer más eficiente este proceso.

Para empezar, los intermediarios que intervienen en este proceso son muy variados, pero nos centraremos en: los agentes de transferencia, los servicios de custodia y de depósito, así como las organizaciones de distribución de los fondos (Stevenson, 2019). Como podemos observar en la imagen inferior (figura 4), las actividades que desarrollan estos agentes serán las más afectadas por la cadena de bloques (Deloitte, 2018). Según se desprende de este cuadro (Figura 4), las actividades más relevantes que se desarrollan a lo largo de este proceso son las siguientes: cálculo del valor neto de los activos, el protocolo de Conocer a Tu Cliente (*Know Your Customer* o *KYC*), y los controles anti-fraude y contra el blanqueo de capitales (Stevenson, 2019).

Figura 4: Impacto del *blockchain* para la suscripción de fondos de inversión

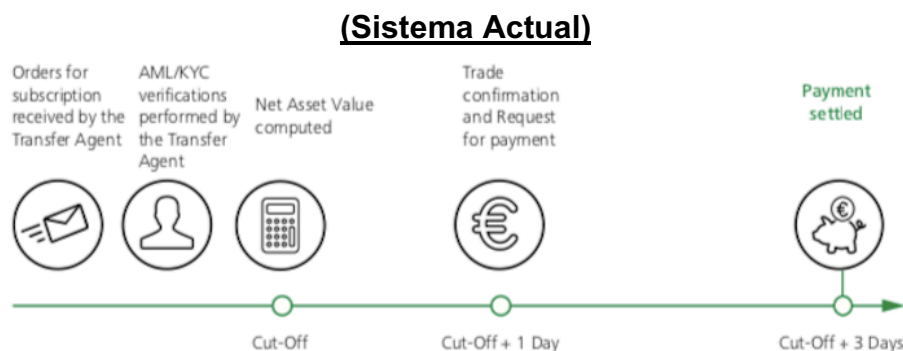


Fuente: (Stevenson, 2019)

El proceso se inicia cuando el “*Transfer Agent*” recibe la solicitud de un potencial inversor interesado en suscribir participaciones en algún fondo o fondos de inversión. Este agente, antes de ejecutar la orden debe poner en marcha el protocolo de “Conocer a Tu Cliente” (*KYC*), realizando algunas verificaciones y comprobaciones sobre el perfil del potencial inversor. En función

de las conclusiones de este proceso, si de las mismas no se deriva una limitación de operar para el inversor, se calcula el Valor Liquidativo neto y se ejecuta la transacción entre el cliente y el fondo al día siguiente. Sin embargo, la liquidación no se lleva a cabo hasta dos días después, donde intervienen las entidades financieras para liberar los fondos cuando se confirme el pago. (Stevenson, 2019)

Figura 5: Proceso de una suscripción de fondos de inversión



Fuente: (Stevenson, 2019)

Como podemos observar en la imagen superior (figura 5), con el sistema actual, este proceso tarda hasta tres días en completarse, por lo que uno de las grandes ventajas que podría ofrecer *blockchain* es una significativa reducción del tiempo de procesamiento de una transacción. Pero tal y como se explicaba en el apartado anterior, la tarea más lenta en este proceso es la que corresponde a la liquidación. Utilizando los “*smart contracts*”, el proceso de liquidación se podría procesar inmediatamente después de calcular el Valor Liquidativo.

En definitiva, este proceso sería mucho más eficiente aplicando *blockchain*, a través de los “*smart contracts*”, dónde se incluirían todas las condiciones. Por lo tanto, el potencial inversor presentaría su solicitud de suscripción a través de un contrato inteligente y seguidamente se llevarían acabo las verificaciones correspondientes al protocolo de “Conocer a Tu Cliente”. Como hemos explicado anteriormente, si se utilizase la tecnología *blockchain* en llevar a cabo el protocolo KYC, se ganaría en una mayor eficiencia y un menor coste. Después de calcular el Valor Liquidativo, el contrato inteligente ejecuta automáticamente la transacción entre el cliente y el fondo. Una vez se confirma el pago, el contrato inteligente libera el dinero para el fondo. (Figura 5) Consecuentemente, gracias

a los “*smart contracts*” automatizados, el intercambio de información se produciría casi de manera instantánea y transparente, reduciendo cualquier riesgo de error. Pero sin duda, se convertiría en un proceso mucho más eficiente, al eliminar casi por completo los costes de intermediación. (Stevenson, 2019)

Figura 6: Proceso de una suscripción de fondos de inversión

(Sistema con *Blockchain*)

Figure 9: Timeline of the new model

New model



Fuente: (Stevenson, 2019)

4. *Blockchain* en los servicios financieros

a. *Blockchain* en el sector bancario

Después de examinar las distintas características y beneficios de la cadena de bloques, a continuación, detallaremos algunas de las plataformas que se han desarrollado en los últimos años y que están siendo adoptadas por los grandes bancos de inversión.

Una de las primeras plataformas es RippleNet, desarrollada por la empresa Ripple Labs desde 2012 (Edwards, 2018), con el objetivo de convertirse en un sistema descentralizado de pagos internacionales. (Zemlianskaia, 2017). Ofrece la posibilidad de realizar los pagos utilizando la moneda digital XRP o Ripple, o cualquier otra moneda fiduciaria. Su propuesta de valor se basa en un sistema global integrado por más de 200 usuarios, entre los que figuran entidades financieras, grandes compañías o proveedores de pagos. Esto permite garantizar a los usuarios una mayor rapidez y seguridad en los servicios de pagos transfronterizos. (Ripple, 2018)

La propuesta de valor de esta plataforma puede apreciarse en la materialización de algunas transacciones reales. Por ejemplo, el Banco Santander UK fue uno de los primeros en introducir el sistema RippleNet para facilitar a sus clientes pagos internacionales a través de su nueva app. Aunque el Santander no es el único banco, ya que otros líderes de la industria han adoptado esta tecnología para reducir el tiempo y los gastos de liquidación, mejorando la experiencia del consumidor y facilitando operaciones de gran o pequeño volumen. (Long, 2016)

Cabe recalcar, además, que se hizo una demostración de la efectividad de la tecnología Ripple en la conferencia de Pagos Panorama, que se celebró en 2016, donde se transfirieron \$1.000 dólares canadienses del banco ATB Financial (Canadá) al banco ReiseBank en Alemania. Los dólares canadienses fueron intercambiados por euros y la transferencia tardó en completarse ocho segundos, frente a los entre dos y seis días laborables que se hubiese tardado sin utilizar *blockchain*. (Ripple, 2016)

Asimismo, en 2015 se formó un consorcio conocido como R3 integrado inicialmente por nueve entidades financieras importantes (Zemlianskaia, 2017), y que ahora mismo cuenta con la contribución de más de 200 organizaciones (Corda, 2019). Al año siguiente, once de los bancos que formaban parte de este consorcio desarrollaron un software basado en *blockchain*, llamado Corda, con la finalidad de agilizar el proceso de las garantías bancarias mediante los “*smart contracts*”, reduciendo los costes y ganando en eficiencia (Manning, 2017). Además, recientemente cuatro bancos europeos ejecutaron una transacción de un instrumento de deuda utilizando la plataforma Corda, lo que permitió, además de ahorrar costes, mitigar los riesgos operacionales y posibilitar la liquidación inmediata. (Khatri, 2018)

Otra iniciativa que fue planteada a finales de 2015, fue el proyecto Hyperledger, cuyo objetivo era perfeccionar la tecnología *blockchain* para que pudiera ser aplicada a gran diversidad de sectores, desarrollando diferentes redes *blockchain*. Se trata de un consorcio mundial que cuenta con la colaboración de importantes compañías dedicadas a la banca, a la cadena de suministro, a la tecnología, o al IoT (“Internet of Things”), entre otros. (Zemlianskaia, 2017) Este proyecto fue implementado por la fundación Linux y actualmente cuenta con la colaboración de más de 200 compañías de una gran variedad de sectores (Hyperledger, 2019). El proyecto más conocido, aplicado al sector bancario es el Hyperledger Fabric, que ofrece un sistema capaz de procesar más de mil transacciones por segundo (Zemlianskaia, 2017).

Finalmente, es necesario destacar también el esfuerzo individual de algunas entidades y organizaciones financieras para llevar a cabo iniciativas o actividades basadas en *blockchain* para introducir mejoras en los procesos financieros. Un ejemplo de estas iniciativas es Quorum, desarrollada por JP Morgan en 2015 y basada en la tecnología *blockchain* de Ethereum, pero con algunas peculiaridades (Price, 2018). Consiste en una DLT que ofrece una mayor privacidad de los registros y utiliza un mecanismo de votación mayoritaria para llegar al consenso, lo que incrementa el rendimiento y agiliza cualquier proceso (Price, 2018). Por esta razón, se emplea para el procesamiento de transacciones privadas eliminando algunas de las barreras en la adopción del

blockchain en el sector bancario como puede ser la exposición pública de las transacciones, un bajo rendimiento en procesar muchas transacciones a la vez, o conectarse en una red donde los participantes son desconocidos (JP Morgan, 2019). Sin embargo, esta plataforma también le ha permitido a JP lanzar su propia criptomoneda recientemente, lo que posibilita realizar transferencias inmediatas entre cuentas institucionales (Keys, 2019).

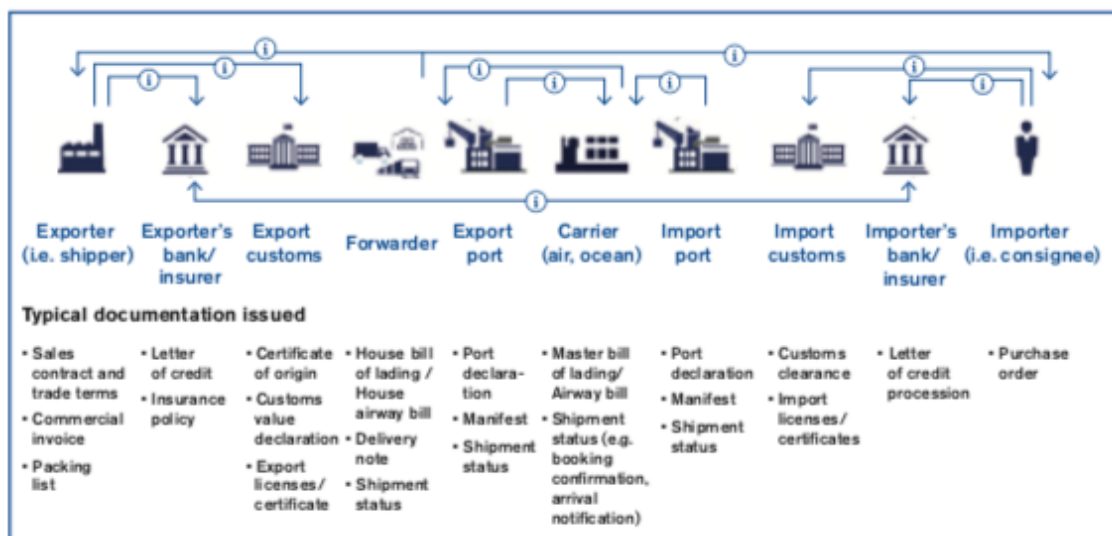
b. *Blockchain* en el comercio internacional

A pesar de que se haya analizado más en profundidad la adopción de las entidades financieras de la tecnología de la cadena de bloques, sus características también han suscitado el interés de otras organizaciones como los gobiernos y grandes corporaciones. Consecuentemente, estos actores privados han empezado a poner en práctica esta tecnología a través de proyectos pilotos en distintas áreas del comercio internacional. A continuación, se analizará el potencial que ofrece esta tecnología para mejorar la eficiencia de los procesos comerciales. (Ganne, 2018)

Actualmente, en cada transacción comercial internacional, intervienen gran variedad de intermediarios y el proceso sigue dependiendo, en gran medida, del papel. De hecho, podemos hacer referencia al seguimiento que hizo la empresa naviera Maersk en 2014 de un contenedor refrigerador lleno de rosas y aguacates que se envió desde Kenia a los Países Bajos para documentar todo el entramado de procesos y papeleo que afecta a cada envío. Sorprendentemente, descubrieron que alrededor de 30 actores y más de 100 personas participaron a lo largo de todo el proceso, donde se produjeron más de 200 interacciones. Como resultado, los productos tardaron 34 días en llegar hasta los Países Bajos, desde que salieron de la granja hasta que fueron entregados al minorista. Durante este periodo de tiempo, se tardaron diez días en procesar todos los documentos. Además, uno de los documentos relevantes desapareció, hasta que fue encontrado posteriormente entre varios papeles. (Park, 2018)

Como podemos observar en la imagen inferior (Figura 7), en cada transacción de comercio internacional, se deben presentar una gran variedad de documentos, desde facturas, garantías financieras o documentos de expedición y transporte de mercancías, hasta todos los documentos relacionados con los trámites aduaneros. La gran ineficiencia de este proceso viene dada por la significativa dependencia del papel, y el gran número de intermediarios que intervienen. Todo esto supone un incremento en los costes administrativos, así como de la falta de seguridad en todo el proceso, donde existe una alta probabilidad de incurrir en errores, fraude o pérdidas. (Ganne, 2018)

Figura 7: Documentación a presentar en una transacción de comercio internacional



Fuente: (Accenture, 2017)

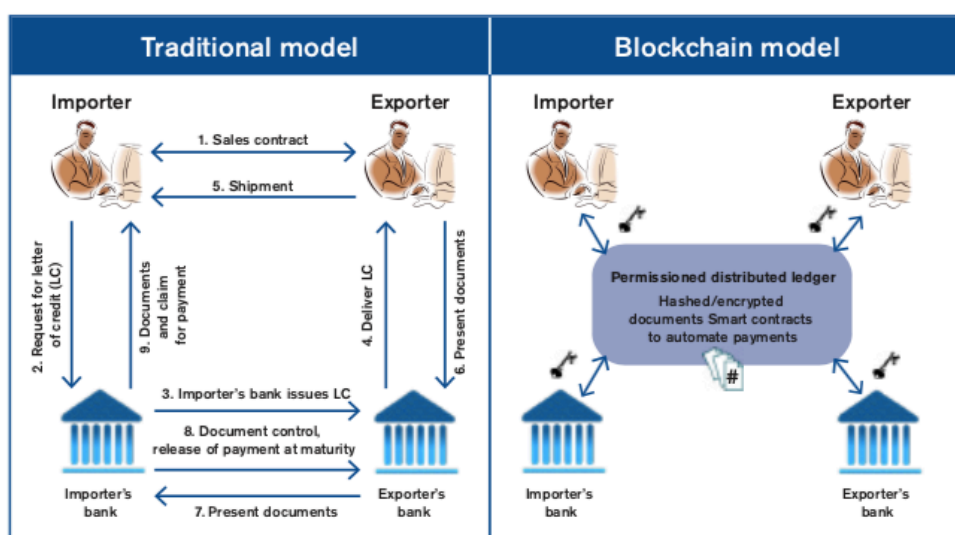
A modo de resumen, la complejidad y los costes relacionados con el proceso del comercio internacional está llevando a muchos gobiernos y compañías a empezar a plantearse las ventajas que aportaría la tecnología de la cadena de bloques para reducir los tramites administrativos y burocráticos, avanzando hacia un comercio mucho más digitalizado, empezando por simplificar y automatizar las garantías financieras (*“letters of credit”*). (Ganne, 2018)

Tal y como se representa en la imagen de la siguiente página (Figura 8), el proceso tradicional de las cartas de crédito tiene varios pasos e intermediarios, y tarda entre 7 y 10 días desde que se emite hasta que es aprobado, según un

informe de Barclays. Sin embargo, Barclays, junto con la start-up Wave, fueron capaces de reducir este periodo de tiempo a menos de 4 horas, cuando ejecutaron en 2016, la primera transacción comercial basada en la tecnología *blockchain*. En definitiva, este nuevo sistema proporciona, por un lado, visibilidad y transparencia a todas las partes involucradas en el proceso, sobre todos los documentos. Esto permite acelerar las transacciones comerciales y reducir los costes, optimizando los procesos bancarios y mitigando los riesgos de fraude. (Barclays, 2016)

Figura 8: Ejemplo del proceso de una “letter of credit”

(Modelo tradicional vs. Modelo con tecnología Blockchain)



^a The specific features of blockchain platforms (e.g. types of payments) depend on the characteristics chosen by participants.

Fuente: (Ganne, 2018)

Sin embargo, esta no es la única iniciativa que se ha desarrollado en los últimos años. Desde 2016, tanto entidades financieras como autoridades monetarias han desarrollado varios proyectos piloto y aplicaciones, de los que los más relevantes, se analizarán a continuación.

En agosto de 2016, Bank of America, HSBC y una organización gubernamental de medios de comunicación del estado de Singapur – iDA (*Infocomm Development Authority*) desarrollaron una plataforma prototipo, basada en Hyperledger Fabric, para mejorar el proceso de transacción de las “*letters of credit*” (Sobri, 2016). Esta nueva plataforma utiliza los “smart contracts”

para ejecutar la transacción automáticamente (HSCB, 2016) una vez se han completado las tareas de validación y verificación, haciendo el proceso mucho más eficiente y rentable. A través de esta innovadora aplicación, HSBC ejecutó la primera transacción de comercio internacional usando esta plataforma (Browne, HSBC says it's made the world's first trade finance transaction using blockchain, 2018). Esta transacción fue encargada por la empresa Cargill sobre el envío de un cargamento de soja desde Argentina a Malasia mediante algunas empresas subsidiarias establecidas en Ginebra y Singapur (Chatterjee, 2018).

Otro ejemplo puede ser el consorcio conocido como We.Trade, originalmente bautizado como “*Digital Trade Chain*”, formado inicialmente por siete grandes bancos europeos (Groenfeldt, 2017), pero que actualmente está integrado por once entidades financieras y se extiende por trece países de Europa (IBM, 2018). Este consorcio se constituyó con el objetivo de agilizar el proceso de pagos comerciales transfronterizos para las PYMES en Europa. Esta aplicación está basada en Hyperledger Fabric y empezó a realizar sus primeras transacciones en Julio del año pasado (IBM, 2018), creando significativas colaboraciones entre más de veinte compañías y entidades financieras, además de aportar una mayor conectividad entre los intermediarios comerciales (Wass, 2018).

Otros casos de aplicaciones de la cadena de bloques al comercio internacional pueden ser los proyectos de “*ChainedFinance*”, “*Eximchain*” o la plataforma “*Marco Polo*”, lanzada recientemente en septiembre de 2018 (Ganne, 2018).

Como podemos observar, cada vez existen más iniciativas que son lanzadas para agilizar los procesos del comercio internacional, automatizándolos y reduciendo los costes. Como resultado, se favorece la experiencia del cliente, y se fomenta la colaboración entre grandes compañías. Sin embargo, se deberá desarrollar un marco jurídico eficaz, capaz de regular las normas y procedimientos de resolución que se aplican cuando se utiliza un contrato inteligente y que determine las responsabilidades en cada punto del proceso (Ganne, 2018).

c. Regulación comunitaria e internacional de la cadena de bloques

Tal y como hemos mencionado en apartados anteriores, uno de los grandes obstáculos en la aplicación de la cadena de bloques es la falta de regulación de esta nueva tecnología, aún en desarrollo. Sin embargo, primero tendremos que analizar qué aspectos de la actividad de la blockchain ya están regulados y cuáles se deben regular, además de entender los retos jurídicos que se plantean. Nos centraremos, sobre todo, en la regulación vigente europea.

Para empezar, según un informe de BBVA, una tecnología no es objeto de regulación, sino los diferentes usos con los que se implementa esa tecnología. Asimismo, al ser una tecnología aún en desarrollo, establecer un marco regulatorio bien definido se convierte en una tarea más complicada. Como resultado, la regulación existente es aún inmadura y compleja, y depende de qué elemento estemos analizando: redes blockchain, criptomonedas, smart contracts etc. Cada componente tiene su propia regulación, aunque la falta de regulación es un elemento común a todos ellos. (Cermeño, 2016)

Como hemos explicado anteriormente, la primera aplicación de la cadena de bloques fue la criptomoneda Bitcoin. Por esta razón, se empezaron a implantar las primeras iniciativas regulatorias acerca de sus usos legales, su fiscalidad y cómo regular las actividades ilícitas relacionadas con estas criptomonedas, no recogidas a día de hoy en la normativa. Dependiendo de cómo considere un país a esta criptomoneda, le es aplicable una regulación diferente. En efecto, en el caso de Europa, el Tribunal de Justicia declaró la exención tributaria de IVA sobre las compraventas de las criptomonedas, mientras que en otros países como Rusia o Cuba, sus gobiernos han vetado el comercio de las mismas. (Cermeño, 2016)

Sin embargo, a pesar del aparente favorecimiento hacia estas criptomonedas, declarándolas en algunos casos exentas de impuestos, las principales autoridades centrales económicas y jurídicas de los estados avisan a los inversores de los riesgos que ofrecen este tipo de activos, derivados principalmente de la falta de regulación de estas actividades. Actualmente a nivel comunitario solo están reguladas aquellas plataformas que sirvan de lugar de

negociación de criptomonedas y los proveedores de carteras de criptomonedas. (Porxas & Conejero, 2018).

Por otra parte, uno de los retos jurídicos más importantes que supone la regulación de esta tecnología es la rapidez y la diversidad con la que se van sucediendo las innovaciones. Aunque la CNMV ha autorizado a seguir aplicando el ordenamiento jurídico actual, como hemos podido señalar anteriormente, existen infinidad de diferentes iniciativas que empiezan a estar operativas en poco tiempo. Esto implica que la regulación necesita adaptarse a la misma velocidad que estas innovaciones, haciendo esencial la colaboración entre abogados, ingenieros y otros técnicos. (Porxas & Conejero, 2018). Consecuentemente, algunos consorcios, como el del proyecto Alastria, del que hablaremos en el siguiente apartado, han contado también con participantes provenientes de la rama judicial.

En definitiva, para alcanzar la implantación real de la cadena de bloques, es imprescindible crear un marco regulatorio alrededor de esta tecnología. Para que este marco regulatorio sea efectivo, debe tener en cuenta algunos retos que plantea su adopción. Como se ha mencionado anteriormente, sólo son objeto de regulación las actividades desarrolladas utilizando esta tecnología, y cada actividad se regula de forma diferente. Por tanto, el marco legal debe contemplar primero la naturaleza legal de la cadena de bloques en términos de territorio y responsabilidad. También debe acreditar la inmutabilidad del sistema, garantizando la veracidad de la información, así como el denominado “derecho al olvido”, modificando o eliminando algún registro o condición de algún contrato ante un cambio de condiciones. Además, deben regularse aspectos sobre la validez jurídica de documentos, instrumentos financieros o smart contracts. Por último, deberá considerar el uso de la cadena de bloques para el IoT como un registro legalmente válido. (Cermeño, 2016)

5. Aplicaciones del Blockchain en España y en el Reino Unido

a. Proyecto Alastria en España

Mientras en otros países más desarrollados se llevaron a cabo, hace unos años, algunas iniciativas de *blockchain*, en España aún no se había oído hablar de ninguna aplicación que utilizase esta tecnología. De esta manera, se ha desarrollado recientemente el proyecto Alastria con el objetivo de proporcionar a la sociedad española de una infraestructura *blockchain*, permitiéndola llevar a cabo su propia estrategia (Alastria , 2018). Este proyecto consiste en la primera red de la cadena de bloques, semipública y permitida, de ámbito nacional, integrada por agentes de distintos sectores, con un fundamento empresarial (Alastria , 2018), que impulsará a la sociedad española hacia una transformación digital (Díaz, 2017).

Las características que definen a este proyecto son muy similares a las que definen a la cadena de bloques y consisten en: la inalterabilidad, la distribución y la accesibilidad de los registros para todos los usuarios de la red. Estas singularidades vienen dadas por el software de *blockchain* en el que se basa Alastria. Según Alex Puig, uno de los promotores de este proyecto, para desarrollar Alastria utilizaron tecnologías ya existentes, en concreto emplearon Quorum, del que hemos hablado anteriormente, para recrear una red Ethereum dentro del territorio nacional. De este modo Alastria se convierte en una red semipública en la que colaboran dos tipos de nodos. Por un lado, tenemos a los Nodos Validadores, que actúan como los mineros de una red pública, pero, en el caso de Alastria, dentro de un entorno pequeño y controlado, ejecutando el algoritmo de consenso y validando las nuevas transacciones para incorporarlas a la red. Por otro lado, los Nodos Observadores o de aplicaciones, están formados por todas las empresas que o bien quieren lanzar aplicaciones o tener una interacción con esta red. El papel de estos nodos es importante para garantizar la privacidad y confidencialidad de la información. (Alastria , 2018)

Con todas estas características, el proyecto Alastria lleva a cabo distintas actividades que le permitirán alcanzar sus dos principales objetivos: construir una infraestructura *blockchain* básica con validez legal, conocida como la "Red

Alastria” e introducir el concepto de la identidad digital a través del “ID Alastria” que protege y empodera a los usuarios y consumidores, según declara Roberto Fernández, miembro del equipo promotor. Entre las principales tareas que este proyecto realiza destacan las siguientes: (Alastria , 2018)

- Definir el campo de actuación y fomentar el consenso entre todos los miembros para su efectivo rendimiento y utilidad.
- Ayudar a crear colaboraciones entre los participantes que permitan ofrecer servicios comunes para toda la red.
- Favorecer que los miembros compartan la construcción e implantación de sus iniciativas en la Red Alastria
- Divulgar el conocimiento sobre la tecnología *blockchain* a la sociedad española, a través de su aplicación en instituciones públicas, compañías y otros agentes sociales.
- Actuar como representante colectivo de todos los participantes ante terceros, en relación a los objetivos y actividades implementados por este proyecto.

Por otra parte, al ser una plataforma multisectorial existe una gran diversidad entre sus miembros ya que podemos encontrar desde entidades financieras, instituciones públicas, agentes jurídicos o grandes compañías del sector de la energía o de la información. Además, también hay grandes diferencias en el tamaño de estos participantes, teniendo en cuenta que en este proyecto pueden colaborar grandes corporaciones, PYMEs o start-ups, incluso ONGs. Actualmente, el proyecto Alastria está integrado por 168 miembros, lo que proporciona una colaboración enriquecedora al compartir distintos conocimientos y recursos para definir los nuevos modelos de negocio del futuro que persigan el bien común de la sociedad, según confiesa Carlos Kuchkovsky de BBVA. Consecuentemente, ser miembro de esta red ofrece algunos beneficios, tal y como explica Carmen Chicharro de Bankia e integrante del equipo promotor de Alastria. Según Carmen, el hecho de tener acceso a esta plataforma ofrece un gran beneficio a los emprendedores o start-ups al posibilitar la colaboración con grandes empresas, ofreciendo la oportunidad de construir modelos de negocio con ellas. Además, Carmen también destaca las pocas barreras de entrada para estas empresas, al tener que pagar una cuota

asequible para cualquier negocio en fase temprana de desarrollo. Por último, el factor de que sea una plataforma multisectorial ofrece la capacidad de trabajar en proyectos de una amplia diversidad. (Alastria , 2018)

Cabe destacar además que, uno de los desafíos a los que debe hacer frente la tecnología de la cadena de bloques es a la falta de regulación, como hemos explicado anteriormente. Por tanto, ¿cómo va a afrontar Alastria este reto? Tal y como se ha mencionado antes, Alastria está integrado también por instituciones jurídicas que pretenden promover una regulación común que se adapte a la legislación española. Además, uno de los objetivos de este proyecto es garantizar la legalidad de las actividades desarrolladas con esta tecnología, por lo que será primordial contar con la colaboración y coordinación de universidades y profesionales del derecho. Por ejemplo, según declara Jose Ramón Morales de Garrigues y promotor de Alastria, este proyecto “va a obligar a los abogados a trabajar mano a mano con los programadores de software para adquirir las capacidades de esta industria”. Todo esto permitirá que Alastria sea considerado como un referente no sólo tecnológico sino también en el ámbito jurídico, al diseñar una red *blockchain* que sea real y además sea legal, de acuerdo con las palabras de Moisés Méndez, del Observatorio Fintech ICADE -Everis. (Alastria , 2018)

En definitiva, Alastria es algo revolucionario al plantear una colaboración entre empresas competidoras para diseñar y construir el internet del futuro. En referencia a las declaraciones de Sandra Alfonso, de Endesa, “supone una lanzadera hacia el futuro” y una iniciativa pionera a nivel europeo. (Alastria , 2018) El presidente de Alastría también aseguraba que “No es sencillo que tantas compañías de tanta relevancia decidan apostar juntas por un proyecto desde su mismo nacimiento. Debemos sentirnos orgullosos de que un proyecto pionero e inédito en todo el mundo haya nacido en España” (Díaz, 2017).

b. Desarrollo y adopción de la *blockchain* en el Reino Unido

A modo de ejemplo comparativo, describiremos en líneas generales el grado de desarrollo de la cadena de bloques en el Reino Unido y algunas iniciativas,

impulsadas en su mayoría por el Gobierno, que se han llevado a cabo en distintos sectores.

En primer lugar, cabe resaltar la gran acogida que ha tenido, desde sus inicios, esta tecnología en el país inglés, que según un estudio realizado por Big Innovation Centre, DAG Global y Deep Knowledge Analytics en 2018, el Reino Unido cuenta con todos los recursos necesarios, así como la disposición gubernamental y tecnológica para convertirse en el “hub” mundial de esta tecnología. Por una parte, el gobierno de Reino Unido declaró en 2016, a través del informe *“Distributed ledger technology: beyond Blockchain”*, su objetivo de promover el uso de esta tecnología, para garantizarse una posición de liderazgo a nivel mundial en el desarrollo de la tecnología *blockchain*. Además, prueba de ello es la gran inversión de recursos económicos que el Gobierno ha destinado, en los últimos años, a proyectos relacionados con esta tecnología. Uno de los más recientes es el proyecto del Gobierno denominado *“All-Party Parliamentary Group on Blockchain”*, lanzado en 2018, con la misión de asegurar que la industria y la sociedad se beneficien de todo el potencial que ofrece esta tecnología, convirtiendo al Reino Unido en un líder en la innovación e implementación de la cadena de bloques. (APPG Blockchain, 2018). Con este proyecto, también el Reino Unido se posiciona como un líder, no solo de la tecnología *blockchain*, sino también de la economía de criptomonedas (Monaghan, 2018).

Asimismo, también cabe analizar algunas de las iniciativas que se han implantado en el país, en el sector financiero, sobre todo, teniendo en cuenta la historia y tradición del Reino Unido como líder mundial de los servicios bancarios y financieros, además de su reputación en el ámbito de las finanzas y el comercio (Meijer, 2015).

El primer proyecto piloto que desarrolló el Gobierno británico en 2016, a través del Departamento de Trabajo y Pensiones, consistía en un sistema de distribución de las ayudas sociales. Adicionalmente, ese mismo año también exploró algunos proyectos que implementaban la tecnología *blockchain* como servicio para los distintos departamentos gubernamentales. Las autoridades

británicas, entre ellas el Gobierno y la FCA (*Financial Conduct Authority*), también supervisaron la emisión de la moneda digital de la empresa Tramonex. (Jun, 2018) Por último, en 2018, el Banco Central de Inglaterra anunció que pondrá a disposición de las fintechs británicas una red *blockchain* para procesar sus transacciones utilizando la cadena de bloques (Wilmoth, 2018).

Sin embargo, a pesar de estas iniciativas que aún están en desarrollo, existe también un consorcio conocido como BBA o *The British Blockchain Association*, establecido en 2017 y considerado como una de las organizaciones más poderosas de la industria *blockchain*. Es una organización sin ánimo de lucro, financiada por sus miembros y que promueve la adopción integral de esta tecnología en sectores privados y públicos, así como a nivel nacional e internacional. Sus miembros provienen de una gran variedad de industrias y sectores, lo que permite crear interacciones entre responsables políticos, ingenieros del software *blockchain*, académicos o fondos de capital-riesgo, compartiendo conocimientos y colaborando en el desarrollo de la cadena de bloques. (British Blockchain Association, 2018)

Como podemos observar, esta asociación es similar al proyecto Alastria, aunque mientras esta organización va más enfocada a generalizar la adaptación de la tecnología *blockchain* a todos los sectores y asegurar que Reino Unido se convierta en la potencia líder de esta tecnología; el proyecto Alastria, sin embargo, está más orientado a garantizar un marco legal para todas las actividades que se desarrollan empleando la cadena de bloques.

6. Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se han desarrollado diversos análisis que nos han permitido valorar las singularidades de la tecnología *blockchain* como revolucionaria para transformar algunas áreas de los servicios financieros. A continuación, expondremos algunas de las conclusiones que podemos extraer del funcionamiento y la aplicación de esta tecnología al sector financiero, recalcando sobre todo los beneficios que aporta para ganar en eficiencia y seguridad.

- 1) Las principales características de la cadena de bloques (descentralización, distribución y participación) garantizan la seguridad e inmutabilidad de la información gracias a la criptografía.
- 2) Para garantizar la veracidad de la información, los nodos deben llegar a un consenso después de llevar a cabo el proceso de “mining” utilizando un algoritmo. Cada red *blockchain* es configurada con un tipo de algoritmo. Existen varios tipos de algoritmos, aunque se han ido mejorando con el tiempo para que fuesen más rentables, y actualmente los más utilizados son PoW (Bitcoin) y PoS (Ethereum).
- 3) Existen distintos tipos de redes, dependiendo de la exposición de la información, aunque, según hemos podido analizar, las iniciativas más recientes se han desarrollado a través de consorcios o redes semipúblicas.
- 4) La cadena de bloques es la tecnología soporte de aplicaciones como las criptomonedas o las DLT, por lo que es importante separar ambos conceptos.
- 5) Una de las grandes ventajas que ofrece esta tecnología al sector financiero es la agilidad en el procesamiento de las transacciones, además de garantizar una mayor transparencia y posibilitar una reducción en los costes de intermediación. Sin embargo, al ser una tecnología aún en desarrollo, debe hacer frente a desafíos como la adaptabilidad, la interoperabilidad y la falta de regulación de sus actividades.
- 6) Según algunos analistas de KPMG, el futuro impacto de la *blockchain* en el sector financiero será más moderado de lo esperado, debido a la falta de un marco legal definido. Consecuentemente, se espera que esta tecnología

actúe de facilitador, y no tanto de desestabilizador, de los servicios financieros.

- 7) Algunas de las áreas de los servicios que la cadena de bloques puede transformar son: el protocolo “Conoce a Tu Cliente (KYC), los pagos y transferencias transfronterizas, el mercado de valores y la operativa de suscripción de fondos de inversión. Esta transformación supondrá la eliminación de los agentes intermediarios y la consecuente eficiencia y rentabilidad del proceso.
- 8) Recientemente, los grandes bancos financieros han desarrollado o implementado distintas aplicaciones basadas en tecnología *blockchain* como Ripple, Corda, Hyperledger Fabric o Quorum, con las que han llevado a cabo transacciones reales, lo que supone una muestra de éxito en la adopción de esta nueva tecnología.
- 9) En el ámbito del comercio internacional también se han llevado a cabo varias transacciones reales utilizando *smart contracts*, lo que implica una mejora en la eficiencia de los procesos comerciales, en comparación al proceso tradicional.
- 10) Para garantizar una adopción generalizada de la cadena de bloques, es necesario construir un marco regulatorio bien definido y que se adapte a la rapidez con la que van surgiendo la gran variedad de iniciativas de *blockchain*. Actualmente se está trabajando en ello, mediante la colaboración necesaria entre abogados y otros agentes jurídicos con ingenieros y técnicos del software *blockchain*, aunque queda un largo camino por delante.
- 11) Una de las aplicaciones más relevante del *blockchain* en España, es el proyecto Alastria, que pretende proporcionar validez jurídica a todas las actividades desarrolladas a través de la cadena de bloques. Aunque aún no se haya realizado ninguna operación a través de este proyecto, se puede decir, casi con certeza, que se convertirá en un referente del *blockchain* en España y obligará a que se unan muchas más instituciones para realizar cualquier operación utilizando la tecnología *blockchain*.

- 12) La adopción de la tecnología *blockchain* en Reino Unido está respaldada fundamentalmente por el Gobierno, que tiene el objetivo de convertir al país en la potencia líder en la tecnología *blockchain* y en la economía de criptomonedas en los próximos años. Sin embargo, a pesar de ser aparentemente un proyecto contundente, está más descentralizado y no existe una colaboración tan estrecha entre los participantes como en Alastria.

7. Bibliografía

- Accenture. (2017). *Banking on Blockchain: A Value Analysis for Investment Banks*.
Obtenido de Accenture.com:
https://www.accenture.com/t20170120T074124Z__w__/_us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Consulting/Accenture-Banking-on-Blockchain.pdf
- Achanta, R. (2018). Cross Border Money Transfer Using Blockchain – Enabled by Big Data . *Infosys*, 1-8.
- AFME. (2015). Post Trade Explained. *AFME Finance for Europe*, 16-22.
- Agrawal, R. (25 de 05 de 2018). *Digital Signature from Blockchain context*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/@xragrawal/digital-signature-from-blockchain-context-cedcd563eee5>
- Alastria . (2018). *Presentación Alastria: Consorcio Nacional Multisectorial Blockchain*.
Obtenido de Alastria.com.
- Alastria. (2017). *Alastria National Blockchain Ecosystem*. Obtenido de Alastria:
<https://alastria.io/#2>
- Angadi, R. (17 de 03 de 2017). *What is trade life cycle?* Obtenido de Quora:
<https://www.quora.com/What-is-trade-life-cycle>
- APPG Blockchain. (16 de 07 de 2018). *Blockchain Industry in UK Systematised for First Time*. Obtenido de About Big Innovation Centre: http://www.appg-blockchain.org/wp-content/uploads/2018/07/press-release-blockchain-industry-in-uk_-final-16.07.2018.docx
- Attra, C. (2018). *Impact of blockchain on the financial services sector*. EY Reporting Insights.
- Bajpai, P. (12 de 06 de 2017). *How Stock Exchanges Are Experimenting With Blockchain Technology*. Obtenido de Nasdaq: <https://www.nasdaq.com/article/how-stock-exchanges-are-experimenting-with-blockchain-technology-cm801802>
- Barclays. (30 de 09 de 2016). *Blockchain Revolution in Trade Finance*. Obtenido de Barclays : <https://www.barclayscorporate.com/insights/innovation/blockchain-revolution-in-trade-finance/>
- BBVA. (2015). *¿Qué es una cámara de compensación de pagos?* Obtenido de BBVA.com: www.bbva.com/es/una-camara-compensacion-pagos/amp/
- BBVA. (25 de 01 de 2016). *R3: La apuesta de los bancos por la tecnología "Blockchain"*. Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/r3-apuesta-bancos-tecnologia-blockchain>
- BBVA. (26 de 04 de 2018). *¿Cuál es la diferencia entre una DLT y "blockchain"?* Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/diferencia-dlt-blockchain/>
- Beck, R. (2018). Beyond Bitcoin: The Rise of Blockchain World. *Aftershock*, 54-58.

- Braileanu, R. (23 de 02 de 2018). *SWIFT & SEPA: How international money transfers actually work*. Obtenido de Revolut Blog: <https://blog.revolut.com/swift-sepa-how-international-money-transfers-actually-work/>
- British Blockchain Association. (2018). *The British Blockchain Association*. Obtenido de About US: <https://www.britishblockchainassociation.org/>
- Browne, R. (14 de 05 de 2018). *HSBC says it's made the world's first trade finance transaction using blockchain*. Obtenido de CNBC: <https://www.cnbc.com/2018/05/14/hsbc-makes-worlds-first-trade-finance-transaction-using-blockchain.html>
- Browne, R. (1 de 10 de 2019). *Five things that must happen for blockchain to see widespread adoption, according to Deloitte*. Obtenido de CNBC: <https://www.cnbc.com/2018/10/01/five-crucial-challenges-for-blockchain-to-overcome-deloitte.html>
- Business Insider. (14 de 10 de 2016). *Cross-Border Transactions Are On The Rise*. Obtenido de Business Insider: <https://www.businessinsider.com/cross-border-transactions-are-on-the-rise-2016-10?IR=T>
- Cacho, A. B. (2001). *¿Cómo funciona el sistema de Compensación y Liquidación?* Obtenido de Bolsa y Gestión de Carteras: www.5campus.org
- Castro, M., & Liskov, B. (1999). Practical Byzantine Fault Tolerance. *Proceeding of the Third Symposium on Operating Systems Design and Implementation*, 1-14.
- Chartered Accountants. (2017). The Future of Blockchain: Applications and Implications of Distributed Ledger Technology. *Future Inc*, 6-34.
- Chatterjee, S. (14 de 05 de 2018). *HSBC says performs first trade finance deal using single blockchain system*. Obtenido de Reuters: <https://www.reuters.com/article/us-hsbc-blockchain/hsbc-says-performs-first-trade-finance-deal-using-single-blockchain-system-idUSKCN1IF01X>
- Clark, J. (2018). *Understanding how blockchain works*. Fleet Owner Exclusive Insight.
- Corda. (2019). *Participate in Corda's Development*. Obtenido de Corda: <https://www.corda.net/participate/index.html>
- Crosby, M., Nachiappan, Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain Technology: Beyond Bitcoin. *Applied Innovation Review*, 7-19.
- Curran, B. (11 de 05 de 2018). *What is Practical Byzantine Fault Tolerance? Complete Beginner's Guide*. Obtenido de Blokckonomi: <https://blockkonomi.com/practical-byzantine-fault-tolerance/>
- Curry, M. (26 de 07 de 2018). *Blockchain for KYC: Game-Changing RegTech Innovation*. Obtenido de IBM Banking Industry Blog: <https://www.ibm.com/blogs/insights-on-business/banking/blockchain-kyc-game-changing-regtech-innovation/>
- Deloitte. (2018). Deloitte's 2018 global blockchain survey. *Breaking blockchain open* .

- Deloitte. (2018). *Impacts of the Blockchain on fund distribution*. Luxembourg: Deloitte Tax & Consulting.
- Desjardins, J. (23 de 04 de 2017). *New Technology could change the way the stock market operates*. Obtenido de Business Insider: <https://www.businessinsider.com/blockchain-could-change-the-way-the-stock-market-operates-2017-4?IR=T>
- Díaz, E. (18 de 10 de 2017). *Alastria: el primer ecosistema blockchain del mundo*. Obtenido de Blogthinkbig.com: <https://blogthinkbig.com/alastria-el-primer-ecosistema-blockchain-del-mundo>
- District0x. (2017). *How Does the Blockchain Work?* Obtenido de District0x Educational Portal: <https://education.district0x.io/general-topics/understanding-the-blockchain/how-it-works/>
- Edwards, I. (14 de 06 de 2018). *Investment in Blockchain by Financial Services Industry Grew Strongly in 2017*. Obtenido de Bitsonline: <https://bitsonline.com/investment-in-blockchain-by-financial-services-industry-grew-strongly-in-2017/>
- Fanning, K., & Centers, D. (2016). Blockchain and Its Coming Impact on Financial Services. *The Journal of Corporate Accounting & Finance*, 53-57.
- Fiorillo, S. (17 de August de 2018). *Bitcoin History: Timeline, Origins and Founder*. Obtenido de TheStreet: <https://www.thestreet.com/investing/bitcoin/bitcoin-history-14686578>
- Frankenfield, J. (20 de 10 de 2017). *Hash*. Obtenido de Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/h/hash.asp>
- Ganne, E. (2018). *Can Blockchain Revolutionize International Trade?* Switzerland: WTO Publications. Obtenido de WTO.
- Gazdecki, A. (12 de 10 de 2018). *How Secure Is Blockchain Technology?* Obtenido de Forbers: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/10/12/how-secure-is-blockchain-technology/#2981f67f72f0>
- Girón, B. T. (Abril de 2018). TFG. *Introducción del Blockchain en el Sistema Universitario: Plan de Negocio de Unichain*. Madrid, España.
- Goldman Sachs. (2017). *Blockchain: The New Technology of Trust*. Obtenido de Goldman Sachs Website: <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/blockchain/>
- Goyal, S. (5 de 03 de 2019). *Top 10 Enterprise Blockchain Implementation Challenges*. Obtenido de 101 Blockchains: <https://101blockchains.com/enterprise-blockchain-implementation-challenges/#prettyPhoto>
- Groenfeldt, T. (28 de 06 de 2017). *7 European Banks Form Blockchain Consortium For SMEs*. Obtenido de Forbes.com: <https://www.forbes.com/sites/tomgroenfeldt/2017/06/28/7-european-banks-form-blockchain-consortium-for-smes/#50351f2e3818>
- Gupta, M. (2017). *Blockchain for dummies*. IBM Limited Edition, 1-41.

- Hammerschmidt, C. (27 de 01 de 2017). *Consensus in Blockchain Systems*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/@chrshmmmr/consensus-in-blockchain-systems-in-short-691fc7d1fefe>
- Higginson, M. (2016). *How Blockchain Could Disrupt Cross-Border Payments*. Obtenido de The Clearing House. Bank Policy Institute: <https://www.theclearinghouse.org/banking-perspectives/2016/2016-q4-banking-perspectives/articles/blockchain-cross-border-payments>
- HSCB. (10 de 08 de 2016). *BofAML, HSBC, IDA Singapore Build Pioneering Blockchain Trade Finance App*. Obtenido de HSBC Press Release: <http://www.about.hsbc.com.sg/-/media/singapore/en/press-releases/160810-blockchain-blockchain-letter-of-credit.pdf>
- Hyperledger. (2019). *About Hyperledger*. Obtenido de Hyperledger.com: <https://www.hyperledger.org/about>
- Iansiti, M., & Lakhani, K. (2017). The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review*, 120-127.
- IBM. (2018). *we.trade*. Obtenido de IBM.com: <https://www.ibm.com/case-studies/wetrade-blockchain-fintech-trade-finance>
- J.P. Morgan. (2019). *Quorum: Advancing Blockchain Technology*. Obtenido de J.P. Morgan: <https://www.jpmorgan.com/global/Quorum#close>
- Jaffe, J. (17 de 02 de 2018). *Bitcoin, Ethereum o Litecoin: ¿Cuál es la mejor criptomoneda para ti?* Obtenido de Cnet: <https://www.cnet.com/es/como-se-hace/bitcoin-ethereum-o-litecoin-criptomoneda/>
- Jun, M. (2018). Blockchain government: a next form of infrastructure for the twenty-first century. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 3-8.
- Kansal, S. (26 de 12 de 2018). *Blockchain Scalability: Challenges and Recent Developments*. Obtenido de Codementor: <https://www.codementor.io/blog/blockchain-scalability-5rs5ra8eej>
- Keys, A. (14 de 02 de 2019). *J.P. Morgan is using Ethereum to launch a "digital US dollar"*. Obtenido de The Block: <https://www.theblockcrypto.com/2019/02/14/j-p-morgan-is-using-ethereum-to-launch-a-digital-u-s-dollar-heres-what-it-means-for-blockchain/>
- Khatri, Y. (06 de 12 de 2018). *4 Banks Complete €100K Commercial Paper Transaction on R3's Corda*. Obtenido de Coindesk: <https://www.coindesk.com/4-banks-complete-e100k-commercial-paper-transaction-on-r3s-corda>
- Khatwani, S. (15 de 09 de 2018). *Different Types of Blockchain in the Market and Why We Need Them*. Obtenido de Coinsutra: <https://coinsutra.com/different-types-blockchains/>
- King, R. (21 de 08 de 2018). *Proof of Work vs Proof of Stake*. Obtenido de BitDegree Tutorials: <https://www.bitdegree.org/tutorials/proof-of-work-vs-proof-of-stake/>

- King, R. (3 de 12 de 2018). *What Is a Bitcoin and How Does Bitcoin Work?* Obtenido de BitDegree: <https://www.bitdegree.org/tutorials/how-does-bitcoin-work/>
- Konstantopoulos, G. (1 de 12 de 2017). *Understanding Blockchain Fundamentals, Part 1: Byzantine Fault Tolerance*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/loom-network/understanding-blockchain-fundamentals-part-1-byzantine-fault-tolerance-245f46fe8419>
- KPMG. (2018). *Blockchain and the future of finance*. Obtenido de KPMG.
- Kurki, J. (2016). Blockchains and Distributed Ledgers in Financial World - Opportunity or Threat to Banks? *Tampere University of Technology*, 86.
- Long, M. (26 de 05 de 2016). *Santander Becomes the First UK Bank to Use Ripple for Cross-Border Payments*. Obtenido de Ripple Insights: <https://ripple.com/insights/santander-becomes-first-uk-bank-use-ripple-cross-border-payments/>
- Maguire, E. (2018). *Could Blockchain be the foundation of a Viable KYC Utility?* KPMG International.
- Maity, S. (11 de 10 de 2016). *Consumers set to save up to sixteen billion dollars on banking and insurance fees thanks to Blockchain-based smart contracts*. Obtenido de Capgemini: <https://www.capgemini.com/news/consumers-set-to-save-up-to-sixteen-billion-dollars-on-banking-and-insurance-fees-thanks-to/>
- Manning, J. (04 de 09 de 2017). *How Blockchain is Changing the Banking Industry*. Obtenido de International Banker: <https://internationalbanker.com/banking/blockchain-changing-banking-industry/>
- Meijer, C. R. (2015). The UK and Blockchain Technology: A balanced approach. *Journal of Payments Strategy & Systems*.
- Miró, J. G. (2016). Strategic innovation in financial sector: Blockchain and the case of the Spanish banks. *KTH Industrial Engineering and Management*, 1-61.
- Modi, R. (16 de 05 de 2018). *Introduction to Blockchain, Ethereum and Smart Contracts*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/coinmonks/https-medium-com-ritesh-modi-solidity-chapter1-63dfaff08a11>
- Monaghan, A. (16 de 07 de 2018). *UK in strong position to be leader in crypto economy, report says*. Obtenido de The Guardian: <https://www.theguardian.com/technology/2018/jul/16/uk-strong-position-leader-crypto-economy-global-hub-blockchain-technology-report-says>
- Moreno, J. L. (16 de 11 de 2016). *Fraud in cross-border payments: an attack to the heart of the banking system*. Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/en/fraud-cross-border-payments-attack-heart-banking-system/>
- Nasdaq. (30 de 12 de 2015). *Nasdaq Linq Enables First-Ever Private Securities Issuance Documented with Blockchain Technology*. Obtenido de Nasdaq News Release Details: <http://ir.nasdaq.com/news-releases/news-release-details/nasdaq-linq-enables-first-ever-private-securities-issuance>

- NovaMining. (3 de 12 de 2017). *Main differences between PoW and PoS Cryptocurrency Mining*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/novamining/main-differences-between-pow-and-pos-cryptocurrency-mining-c4cc279d9739>
- Park, K. (18 de 04 de 2018). *Blockchain Is About to Revolutionize the Shipping Industry*. Obtenido de Bloomberg: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-18/drowning-in-a-sea-of-paper-world-s-biggest-ships-see-a-way-out>
- Pérez-Solá, C., & Herrera-Joancomarti, J. (2014). Bitcoin y el problema de los Generales Bizantinos. *RECSI*, 241-246.
- Porxas, N., & Conejero, M. (2018). Blockchain: Funcionamiento, Aplicaciones Y Retos Jurídicos. *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*, 24-36.
- Preukschat, A. (13 de 01 de 2014). *¿Qué es, qué significa y para qué sirve un Hash en Bitcoin?* Obtenido de Oro y Finanzas: <https://www.oroymasfinanzas.com/2014/01/hash-bitcoin-que-es-significa-sirve/>
- Preukschat, A., Kuchkovsky, C., Gomez, G., Diez, D., & Molero, I. (2017). *Blockchain: la revolución industrial*. Barcelona: Grupo Planeta.
- Price, C. (04 de 01 de 2018). *Introduction to Quorum: Blockchain for the Financial Sector*. Obtenido de Medium: <https://blockchainatberkeley.blog/introduction-to-quorum-blockchain-for-the-financial-sector-58813f84e88c>
- R3 . (2018). *The R3 Story*. Obtenido de R3: <https://www.r3.com/about/>
- Ripple. (2016). *ReiseBank integrates Ripple to make payments faster and cost-effective*.
- Ripple. (2018). *Join RippleNet*. Obtenido de Ripple.com: <https://ripple.com>
- Ruiz, J. (3 de 11 de 2017). *R3 y 22 grandes bancos crean un sistema blockchain de pagos internacionales en tiempo real*. Obtenido de FinTech: <https://www.fintech.es/2017/11/r3-pagos-blockchain.html>
- Savjee (Dirección). (2017). *Cómo funciona una blockchain* [Película].
- Schatsky, D., Arora, A., & Dongre, A. (28 de 09 de 2018). *Blockchain and the five vectors of progress*. Obtenido de Deloitte Insights: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/signals-for-strategists/value-of-blockchain-applications-interopability.html>
- Schumann, T. (5 de 04 de 2018). *Consensus Mechanisms Explained: PoW vs. PoS*. Obtenido de Hackernoon: <https://hackernoon.com/consensus-mechanisms-explained-pow-vs-pos-89951c66ae10>
- SEPA. (2019). *Sobre SEPA*. Obtenido de SEPA - Zona Única de Pagos en Euros: http://www.sepa.es/sepa/es/secciones/sobre-sepa/Sobre_SEPA.html
- Seth, P. (13 de 06 de 2018). *An Insight Into Hashing and Digital Signature in Blockchain*. Obtenido de Systweak: <https://blogs.systweak.com/an-insight-into-hashing-digital-signature-in-blockchain/>

- Singh, S. S. (15 de 01 de 2018). *How blockchain will change the way you trade in stock markets*. Obtenido de ETMarkets:
<https://economictimes.indiatimes.com/markets/stocks/news/how-blockchain-will-change-the-way-you-trade-in-stock-markets/articleshow/62161610.cms>
- Sobri, D. (10 de 08 de 2016). *BofAML, HSBC and IDA Singapore join forces to build blockchain trade finance app*. Obtenido de e27.com: <https://e27.co/bofaml-hsbc-and-ida-singapore-join-forces-to-build-blockchain-trade-finance-app-20160810/>
- Stevenson, D. (4 de 02 de 2019). *How blockchain can help disrupt the fund admin chain*. Obtenido de Financial Times: <https://www.ft.com/content/a532c131-5e1b-327e-8d88-416507523cb4>
- SWIFT. (2019). *About Us*. Obtenido de The Global Provider of Secure Financial Messaging Services: <https://www.swift.com>
- The Economic Times. (2019). *Definition of "Stock Market"*. Obtenido de TheEconomicTimes.com: <https://economictimes.indiatimes.com/definition/stock-market>
- The Federal Reserve. (2019). *Fedwire Funds Service*. Obtenido de FRBservices.org: <https://www.frbservices.org/financial-services/wires/index.html>
- Wass, S. (03 de 07 de 2018). *First four banks go live on we.trade blockchain platform*. Obtenido de Global Trade Review: <https://www.gtreview.com/news/fintech/first-four-banks-go-live-on-we-trade-blockchain-platform/>
- Wilmoth, J. (24 de 07 de 2018). *Bank of England to Open New Payment System to Blockchain Users*. Obtenido de CCN: <https://www.ccn.com/bank-of-england-to-open-new-payment-system-to-blockchain-users>
- Xiangping, C., Hongning, D., Shaonan, X., Zibin, Z., & Huaimin, W. (2017). An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus and Future Trends. *IEEE 6th International Congress on Big Data*, 557-564.
- Zamorano, V. (28 de 02 de 2018). *El problema de los generales bizantino*. Obtenido de Blockchain Services : <http://www.blockchainservices.es/formacion/el-problema-de-los-generales-bizantinos/>
- Zemlianskaia, A. (2017). *TFM - La Tecnología Blockchain Como Palanca de Cambio del Sector Financiero y Bancario*. Sevilla: Universidad de Sevilla.