

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente Trabajo de Fin de Grado se centra en analizar el estado del arte de la innovadora tecnología *Blockchain* y en dar a conocer las potenciales aplicaciones que la cadena de bloques puede ofrecer a la cadena de suministro. Para ello, se explicará de forma sencilla esta tecnología y su funcionamiento, para después dar paso al objetivo de verdadero interés, la revisión bibliográfica de la literatura escrita sobre las posibles aplicaciones de *Blockchain* en la cadena de suministro y el estudio de casos de empresas reales que están actualmente apostando por esta revolución tecnológica, capaz de mejorar la eficiencia de todo proceso logístico.

Palabras Clave: *Blockchain*, cadena de bloques, *supply chain*, cadena de suministro, *supply chain management*, gestión de la cadena de suministro, *smart contract*, contrato inteligente.

## **ABSTRACT**

This Final Degree Project focuses on analysing the state of the art of innovative Blockchain technology and showcasing the potential applications that Blockchain can offer to the supply chain. In order to do so, this technology and its operation will be explained in a simple way, to then make way for the objective of real interest, the bibliographic review of the written literature about the possible applications of Blockchain in the supply chain and the case studies of real companies which are currently committing to this technological revolution, capable of improving the efficiency of any logistics process.

Keywords: Blockchain, supply chain, supply chain management, smart contract.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	1
2. REVISIÓN TEÓRICA.....	2
2.1 BLOCKCHAIN .....	2
2.2 ORIGEN.....	3
2.3 EVOLUCIÓN DE BLOCKCHAIN.....	4
2.3.1 PRIMERA GENERACIÓN .....	4
2.3.2 SEGUNDA GENERACIÓN .....	5
2.3.3 TERCERA GENERACIÓN .....	6
2.4 TIPOS .....	6
2.4.1 ACCESO A LOS DATOS.....	6
2.4.2 PERMISOS ENTREGADOS.....	7
2.5 ELEMENTOS.....	8
2.5.1 TRANSACCIONES .....	8
2.5.2 SMART CONTRACTS .....	8
2.5.3 CRIPTOGRAFÍA .....	9
2.5.4 MINERÍA.....	9
2.5.5 NODOS.....	9
2.5.6 PROOF-OF-WORK.....	10
2.5.7 CONSENSO .....	11
2.5.8 HASH .....	11
2.6 FUNCIONAMIENTO.....	11
2.6.1 UNIRSE A LA RED BLOCKCHAIN .....	13
2.7 ANÁLISIS DAFO .....	14
2.7.1 DEBILIDADES .....	15
2.7.2 FORTALEZAS .....	17
2.7.3 AMENAZAS .....	18

2.7.4 OPORTUNIDADES.....	20
3. APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA CADENA DE SUMINISTRO.....	22
3.1 PRINCIPALES APLICACIONES POTENCIALES DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA CADENA DE SUMINSTRO .....	23
3.1.1 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA .....	24
3.1.2 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ .....	26
3.1.3 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA .....	29
3.1.4 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN ENTIDADES Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS .....	32
4. ESTUDIO DE LOS CASOS .....	34
4.1 ÚLTIMA MILLA: WALMART .....	34
4.2 COMERCIO INTERNACIONAL: MAERSK .....	36
4.3 TRAZABILIDAD: PROVENANCE .....	38
4.4 TRANSPARENCIA: EVERLEDGER .....	39
5. CONCLUSIONES .....	41
6. BIBLIOGRAFÍA .....	43

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

*Blockchain* está en todas partes. Inventado por Satoshi Nakamoto en el año 2008, era la tecnología que daba soporte a la conocida criptomoneda *Bitcoin*. Durante años la cadena de bloques era desconocida para la sociedad, pero tras el boom de las criptomonedas, muchos científicos y desarrolladores se interesaron por esta tecnología. Aunque no fue hasta el año 2015, cuando nueve compañías financieras (Barclays, BBVA, UBS, JPMorgan, etc.) se asociaron para desarrollar plataformas de prueba de servicios financieros basada en la tecnología *Blockchain* (Underwood, 2016 citado en Hackius & Petersen, 2017). A partir de entonces, casi a diario aparecían anuncios de nuevas *startups* que implementaban la cadena de bloques en los servicios *fintech*. Tomó algo más de tiempo hasta que la comunidad especializada en la gestión de la cadena de suministro, se dio cuenta del impacto que *Blockchain* podría tener en la industria.

La mayor premisa era crear transparencia, todos los miembros de la red tienen acceso a los mismos datos, lo que proporciona una única verdad (Tapscott & Tapscott, 2017). Hackius & Petersen (2017) recogen en sus escritos reflexiones de distintos autores que versan sobre el potencial de la tecnología *Blockchain*. Así, Abeyratne & Monfared (2016) consideran que la transparencia de la *supply chain* es una de las áreas más relevantes y más difíciles de alcanzar para la gestión de la cadena de suministro. No sorprende que algunos expertos en logística como O'Marah (2017), consideren que la cadena de bloques ofrezca un "enorme potencial". Incluso, Casey & Wong (2017) estimaban que *Blockchain* sería una "plataforma muy necesaria para la renovación económica" y que, según Dickson (2016), "sea capaz de transformar la cadena de suministro y modificar la forma en la que producimos, comercializamos, compramos y consumimos nuestros productos".

Sin embargo, como suele ocurrir con la tecnología emergente, la exageración en torno a la red *Blockchain* parece principalmente promovida por desarrolladores de tecnología, consultores y periodistas. Los operadores logísticos, especialmente las pequeñas y medianas empresas, declaran tener poco conocimiento sobre la tecnología *Blockchain* (Kersten, 2017 citado en Hackius & Petersen, 2017). Esto se puede explicar a través de la teoría de la difusión de la innovación (Rogers, 2010), pero también por la falta de casos de uso reales convincentes que muestren claramente el beneficio de aplicación de la cadena de bloques por encima de otros servicios y soluciones de las Tecnologías de la Información ya existentes.

Por estas razones, este Trabajo de Fin de Grado plantea los siguientes objetivos. En primer lugar, esclarecer el concepto, las características, los fundamentos y el funcionamiento de *Blockchain* de una forma simple y clara para que cualquier lector sea capaz de comprender esta compleja y novedosa tecnología. El segundo objetivo consiste en investigar las diversas aplicaciones que puede tener la cadena de bloques en todos los procesos que componen la cadena de suministro y cuáles son los beneficios que es capaz de aportar a la gestión de la misma. Y como último objetivo, ilustrar e incentivar a medianas y pequeñas empresas a participar en esta revolución tecnológica, a través de casos reales de grandes organizaciones que están, actualmente, implementando el sistema *Blockchain* en sus operaciones logrando mejoras de eficiencia en sus procesos y considerables ahorros en costes.

## **2. REVISIÓN TEÓRICA**

### **2.1 BLOCKCHAIN**

*Blockchain* o cadena de bloques, también conocida como *distributed ledger* o libro de contabilidad distribuido, es una base de datos distribuida, formada por cadenas de bloques diseñadas con el fin de evitar su manipulación y modificación una vez que un dato se ha publicado usando un sellado de tiempo confiable y enlazando a un bloque anterior. En otras palabras, *Blockchain* es un libro digital inmutable que registra todas las transacciones que se realicen en la red de forma segura gracias al encriptado.

Lo que hace tan seguro al *Blockchain* es que toda la información con todas las operaciones en las bases de datos se encuentra fragmentada y guardada en distintas ubicaciones (*distributed ledger*). Es decir, todos los datos se parten en trozos de igual tamaño que son alojados en los ordenadores conectados a la red, que actúan como servidores. Por lo que para robar información o manipularla, se debería hackear todo el sistema, lo cual es imposible. Además, el hecho de que los datos estén fragmentados y distribuidos hace que la información sea pública y verificable por cualquier persona, aunque siempre de manera anónima.

En el año 2008, nace *Blockchain* de la mano de la criptomoneda *Bitcoin*, una moneda digital de distribución descentralizada, es decir, que no depende de ninguna entidad u organismo que la regule como podría ser un banco o un gobierno. Las criptodivisas dependen totalmente de *Blockchain* para su funcionamiento, ya que es la cadena de bloques lo que permite el registro de todas las operaciones que se hagan con las mismas. *Bitcoin* es la criptomoneda más reconocida. Toda su popularidad se produjo cuando el valor de una unidad de esta moneda pasó de valer apenas tres dólares estadounidenses en marzo del año 2013 hasta alcanzar un valor, en menos de cinco años, de 19.317 dólares estadounidenses en diciembre del año 2017 (Coinbase, 2019). Este hecho propició el auge de las criptodivisas y con los años se han ido desarrollando cientos de ellas, como pueden ser *Ether*, *Litecoin*, *ADA*, ...

Todas estas transacciones están protegidas mediante un método criptográfico. Cada operación que es validada, se sella en bloques de datos que se van agrupando. Estos grupos o cadenas de bloques, que además están protegidos con susodicha criptografía, genera un registro inmutable e "inhackeable" que se guarda, como hemos mencionado anteriormente, en fragmentos en distintos ordenadores de cualquier lugar del mundo. Este sistema de seguridad tan sofisticado es lo que genera una sensación esperanzadora ante *Blockchain*.

## **2.2 ORIGEN**

Actualmente, se está fraguando una auténtica revolución tecnológica que supondrá un cambio radical en el intercambio de valor, esta innovación es *Blockchain*.

*Blockchain* o cadena de bloques, aunque se trate de una tecnología que esté empezando a despertar interés en estos últimos años, realmente procede de una larga evolución durante varias décadas.

La sociedad siempre ha tratado de reducir al máximo la incertidumbre asociada a cualquier proceso que requiera de toma de decisiones. Cuando la sociedad fundamentaba toda su actividad económica en la caza y en la recolección, todo intercambio mercantil se limitaba al entorno más próximo. Pero a la vez que las civilizaciones fueron creciendo y el comercio comenzó su apogeo, se instauraron los primeros organismos para participar en la actividad económica: gobiernos, bancos, empresas, sociedades, ... Estas instituciones fueron las herramientas precursoras de intervención en la economía, con el objetivo de reducir la

creciente incertidumbre generada por el descontrol que conllevaba el crecimiento del comercio a escala mundial.

Hasta que un fatídico día de agosto de 2007, cayó el banco Lehman Brothers. Este suceso propició el comienzo de una crisis económica a escala mundial. Algunos de los elementos causantes de la crisis fueron errores en la regulación económica, la especulación, la corrupción y las prácticas inapropiadas de entidades bancarias. Fue este motivo el que impulsó a Satoshi Nakamoto a desarrollar, un año después, *Bitcoin*, y por consecuencia, *Blockchain*. Reuniendo estudios previos fallidos sobre el dinero virtual, consiguió desarrollar un sistema electrónico descentralizado que no tenía que depender de terceras partes (Champagne, 2014).

Hoy en día, en pleno auge del *e-commerce*, apoyado en gran medida por el comercio internacional, la intervención única por parte de las instituciones económicas y gubernamentales puede no ser suficiente. Por primera vez en la historia, las instituciones tradicionales deben hacerse a un lado para dejar sitio a una nueva herramienta tecnológica, *Blockchain*, capaz de contralar la incertidumbre que está provocando la actual ola tecnológica en la que estamos inmersos.

## **2.3 EVOLUCIÓN DE BLOCKCHAIN**

Según los expertos en criptomonedas y en minería de datos, la evolución de *Blockchain* puede dividirse en tres generaciones, desde que fue contextualizado en 2008 hasta la actualidad.

### **2.3.1 PRIMERA GENERACIÓN**

En el año 2008, Satoshi Nakamoto (se desconoce la identidad real de este individuo) desarrolló la primera criptomoneda, *Bitcoin*, y como consecuencia nació *Blockchain*, que fue la tecnología capaz de soportar y almacenar de forma segura en un historial inmutable cualquier transacción en la que se usara *Bitcoin* como moneda de pago (Gupta, 2017).

*Bitcoin* fue la primera moneda digital descentralizada, sin tener que depender de ningún banco ni organismo. En esta etapa, *Blockchain* sólo servía para apoyar a la criptomoneda. Pero *Bitcoin* fue ganando autoridad y empezaron a nacer cientos de monedas digitales basadas en el mismo concepto. La cantidad de pagos virtuales que se realizaban empezó a multiplicarse. Fue entonces, cuando se empieza a observar las beneficiosas funcionalidades que tenía *Blockchain*, capaz de actuar como un gran libro mayor que registraba instantáneamente todas las interacciones monetarias que se producían en cualquier parte del mundo.

### **2.3.2 SEGUNDA GENERACIÓN**

La segunda generación empieza con el desarrollo de *Ethereum*. Esta plataforma permite que los desarrolladores puedan crear aplicaciones y programas directamente en *Blockchain*. Al inicio esta plataforma se creó simplemente como una base de datos para dar apoyo a la cadena de bloques, pero acabó permitiendo que instrumentos financieros, como préstamos o bonos, e incluso redes sociales descentralizadas tuvieran cabida en esta innovación ya no solo las monedas digitales.

El aporte más revolucionario de *Ethereum* fueron los denominados contratos inteligentes. Estos contratos tienen la capacidad de formalizarse de manera automática; concretamente, un contrato inteligente es un software informático que se programa para cumplir unas tareas que se establecen previamente entre varias partes, es decir, el cumplimiento del mismo no es subjetivo: si el suceso A se cumple, automáticamente comienza la consecuencia B. Esta transacción no necesita de ninguna institución u organismo intermediario, como notarías, la cadena de bloques garantiza el cumplimiento y la certeza de las condiciones contractuales (Gupta, 2017).

*Blockchain* pasó de ser un sencillo libro mayor, a una potente plataforma económica y social.



### **2.3.3 TERCERA GENERACIÓN**

Actualmente, *Blockchain* se encuentra en su tercera generación. En esta etapa se está tratando de solventar dos de los mayores inconvenientes que tiene la cadena de bloques.

El primer problema está en los mineros de criptomonedas. Estos mineros no tienen un pico como herramienta, sino sus ordenadores. El trabajo de estos se basa en resolver con sus equipos informáticos complejas operaciones matemáticas para validar y procesar todas las transacciones que ocurren en *Blockchain*, podría decirse que son los que sustentan y actualizan el libro mayor. Como recompensa se les otorga una cantidad de la criptomoneda que estén minando. Esto a la larga implica un alto coste, por lo que en esta tercera generación se están desarrollando nuevas plataformas que permitan a la cadena de bloques auto gestionarse.

El segundo, y mayor problema de *Blockchain*, es la velocidad. La velocidad en este tipo de operaciones se mide en transacciones por segundo (TPS). Las plataformas de *Blockchain* son muy lentas. Por ejemplo, *Bitcoin* procesa hasta 7 TPS y *Ethereum* hasta 15 TPS. Para darse cuenta de lo lento que este proceso, la red de *VISA* es capaz de soportar hasta 24.000 TPS. Por lo que, en esta tercera generación, los desarrolladores están haciendo mucho hincapié en aumentar drásticamente este problema de velocidad (Fernández, 2018).

## **2.4 TIPOS**

Actualmente, se pueden distinguir diversos tipos de *Blockchain* según "el acceso a los datos" y según "los permisos entregados".

### **2.4.1 ACCESO A LOS DATOS**

Según "el acceso a los datos", es posible distinguir entre *Blockchain* público o privado. El acceso de datos público carece de cualquier barrera para la lectura, escritura, validación y

participación en el intercambio de datos. Las propiedades del acceso público son la facilidad de acceso, la transparencia y una menor confiabilidad, ya que cualquiera puede escribir datos (Gómez Lasala, 2018).

Más tarde apareció el acceso privado, que sólo permite la modificación, validación y participación por parte de usuarios de confianza. Aquí sólo se puede participar mediante invitación, aumentando la confianza ya que todas las transacciones se realizan en un entorno controlado y cerrado (Gómez Lasala, 2018).

Aunque no es habitual, también es posible encontrar cadenas de bloques que sean híbridas, es decir, que el acceso a los datos tenga propiedades mixtas entre *Blockchain* privado y público.

#### **2.4.2 PERMISOS ENTREGADOS**

Otra forma de clasificación en *Blockchain* es según los permisos entregados a los participantes. Es decir, existen cadenas de bloques con permisos y otras sin permisos.

En las cadenas de bloques que se basan en permisos, la responsabilidad de validar y gestionar todas las transacciones recae en un número limitado de usuarios de confianza. Mientras que, por el contrario, en *Blockchain* sin permisos cualquier usuario puede participar en las tareas de procesamiento para registrar todas las transacciones que se producen en la red (Pilkington, 2016 citado en Dobrovnik, Herold, Fürst, & Kummer, 2018).

En la actual tercera generación de *Blockchain*, las cadenas de bloques son públicas y sin permisos, por lo que cualquier usuario puede unirse y ayudar a gestionar la creación de nuevos bloques de datos. La razón para permitir este acceso es que, a largo plazo, estas características fomentan el crecimiento de *Blockchain* y del número de participantes ya que, al ayudar en las tareas de consulta, validación y procesamiento, estos usuarios están ejerciendo las tareas de la minería de criptomonedas, por lo que se van a ver recompensados con una cierta cantidad de alguna de las criptodivisas existentes. En definitiva, están trabajando por un sueldo virtual.

## **2.5 ELEMENTOS**

Antes de pasar al funcionamiento de *Blockchain*, a pesar de la dificultad que conllevan estos tecnicismos, es necesario conocer algunos de los elementos clave que conforman la cadena de bloques y que, sin ellos, la tecnología *Blockchain* sería inútil e inservible.

### **2.5.1 TRANSACCIONES**

Las transacciones son estructuras formadas por diversos elementos, como *inputs*, *outputs*, *scripts* o direcciones, que indican el valor transferido a través de una infraestructura de información que sigue diversos protocolos y algoritmos (Gómez Lasala, 2018).

Cada bloque contiene un código que hace referencia al valor de la transferencia del bloque anterior, así es cómo la cadena se va formando y enlazando.

### **2.5.2 SMART CONTRACTS**

Un *smart contract* es, básicamente, un contrato inteligente que hace posible la verificación y el cumplimiento del mismo de manera automática. Este tipo de contratos son descentralizados por lo que tienen la esencia inherente de *Blockchain*.

Cuando la primera parte cumple las condiciones del contrato, automáticamente se ejecuta la segunda parte del mismo para cumplir el acuerdo, sin estar sujeto a ninguna forma de valoración. Impidiendo así la posibilidad de fraudes, incumplimientos, malversaciones o intrusiones de terceros (Ajuria, 2018).

### **2.5.3 CRIPTOGRAFÍA**

La criptografía es una ciencia que investiga algoritmos usados para ocultar información. En *Blockchain*, esta técnica es crucial ya que todos los datos encriptados son compartidos de forma masiva, pasando por inmensas redes de servidores y ordenadores, sin seguir ningún tipo de orden ni jerarquía (Hackius & Petersen, 2017).

### **2.5.4 MINERÍA**

Cada bloque en la cadena de *Blockchain* contiene información sobre las transacciones. Se debe sellar el bloque antes de pasar al siguiente, pero para ello los llamados mineros deben validar la información que contiene resolviendo complejas operaciones matemáticas. Varios usuarios pueden minar un mismo bloque a la vez, aunque la recompensa que obtengan dependerá del porcentaje de minado que haya conseguido cada uno. Por lo que existe una alta competencia entre mineros, que dependen totalmente de la potencia de sus ordenadores (Treiblmaier, 2018).

Una vez la transacción haya sido validada y se haya unido a la cadena de bloques, la información, fragmentada, se distribuye entre todos los usuarios o nodos de la red de *Blockchain*, obteniendo una copia de todo lo que está ocurriendo.

### **2.5.5 NODOS**

Los nodos son los usuarios, o más bien los equipos, conectados a la red *Blockchain*. Sus funciones son el almacenamiento y la distribución de los datos fragmentados y actualizados de la cadena de bloques. En idioma informático es conocido como *peer-to-peer* o *p2p*, lo que es igual a red de iguales o red de pares (Gómez Lasala, 2018).

Como se puede observar en la Figura 1, *Blockchain* es una red distribuida *peer-to-peer*, donde los nodos se conectan entre sí.

Figura 1: Tipos de redes: centralizada, descentralizada y distribuida



Fuente: Elaboración propia

Existen tres tipos de nodos: los nodos *broadcast*, sólo pueden realizar transacciones y almacenar información de la cadena de bloques mediante terceros; los nodos completos, emiten transacciones, distribuyen la información de *Blockchain* y verifican el cumplimiento del consenso; y nodos mineros, realizan las mismas funciones que un nodo completo, además de las propias de la minería.

## 2.5.6 PROOF-OF-WORK

*Proof-of-Work* o prueba de trabajo es un algoritmo matemático que, en *Blockchain*, permite determinar qué bloque de datos tiene prioridad para unirse a la cadena. El objetivo es aumentar la seguridad, impidiendo ciberataques. Si los bloques han padecido ciberataques en el pasado, tendrán menor prioridad para unirse a la cadena que otros bloques que no, ya que esto garantiza la fiabilidad de las transacciones ejecutadas (Sadouskaya, 2017).

### **2.5.7 CONSENSO**

Es un protocolo que impone las normas que tienen que cumplir los bloques para ser incluidos en una cadena. Además, estas reglas establecen el importe de las recompensas que se retribuyen a los usuarios que gestionan las transacciones para que actúen de manera honesta.

En las reglas de consenso también se incluyen los procedimientos a seguir ante multitud de circunstancias. Por ejemplo, si dos mineros validan bloques en el mismo instante, ¿qué bloque tendrá prioridad para unirse primero a la cadena? En este caso, según *Proof-of-Work*, el bloque que haya requerido mayor esfuerzo computacional, será el primero en adherirse a la cadena de bloques, por lo cual, la recompensa del minero que haya validado ese bloque será mayor (Hackius & Petersen, 2017).

### **2.5.8 HASH**

De igual manera que una huella digital sintetiza la identificación de una persona, un *hash* contiene la identidad de ciertos datos digitales. En *Blockchain*, las transacciones contienen datos muy extensos. Básicamente una función *hash* es un instrumento que se encarga de resumir estos mensajes, logrando así aligerar el cálculo computacional necesario para validar y procesar los datos (Sadouskaya, 2017).

## **2.6 FUNCIONAMIENTO**

“*Blockchain* es un libro digital incorruptible de transacciones económicas que se puede programar para registrar no solo transacciones financieras, sino virtualmente todo lo que tenga valor” (Tapscott & Tapscott, 2017).

En otras palabras, como se ha mencionado anteriormente, *Blockchain* trabaja como un libro mayor, en el cuál, las páginas son los bloques que conforman la cadena. Cada transacción

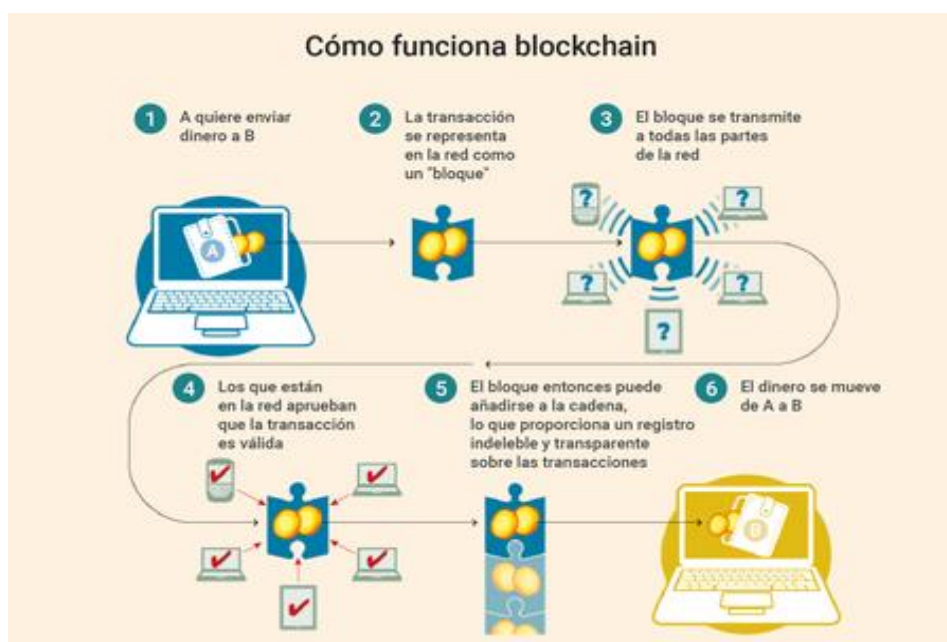
implicaría una nueva página en el libro contable y cada usuario que esté conectado a la red, recibirá una copia, sólo de lectura, en sus ordenadores garantizando la fiabilidad de sistema *Blockchain*.

Todos los bloques que van a ser añadidos a la cadena, además de toda la información referente a las transacciones, contienen dos códigos, uno hace referencia al bloque que le antecede y el otro al bloque que le acontece, excepto si son el primer o el último bloque respectivamente. Estos códigos, facilitados por la función *hash*, es lo que propicia que los bloques se encadenen en *Blockchain*. El problema reside en que, para obtener los *hashes*, se deben resolver complejos algoritmos matemáticos. Es aquí donde entran los mineros. Estos, o más bien sus equipos informáticos, tienen que resolver la voluminosa cantidad de operaciones matemáticas mediante un proceso de acierto y error, validando la información que contienen los bloques, antes de que se unan a la cadena y sean distribuidos por toda la red *Blockchain*. Este es el proceso conocido como *Proof-of-Work* (Champagne, 2014).

Tras este procedimiento, cada nodo conectado a la red recibirá una copia de la operación. Gracias al incontable número de copias distribuidas, además de la propiedad de la inmutabilidad, se garantiza la integridad y veracidad de la información.

Como se refleja en la Figura 2, una vez se haya validado la transacción y el bloque se haya unido a la cadena, la transacción quedará oficialmente finalizada y se realizaría la operación pertinente.

Figura 2: Funcionamiento de *Blockchain* para una transacción monetaria



Fuente: Wild, Arnold, & Stafford, 2015

Para esclarecer el complejo funcionamiento, se estudiará como una analogía. Es un error referirse a *Blockchain* como una aplicación o un programa, se podría equiparar a *Wikipedia*. Una red en la que se puede encontrar abundante información, que es actualizada asiduamente y en la que todas las variaciones se pueden revisar en un historial de modificaciones. Todos los datos que conforman *Wikipedia*, ya sea textos, imágenes o audios, construyen una infraestructura abierta de información en la que, además, multitud de lectores y colaboradores interactúan en un mismo momento. Esto puede sonar muy similar a lo que hemos visto hasta el momento respecto a *Blockchain*: miles de usuarios que intervienen en el proceso de agregar y verificar datos, pero la red supervisa y mantiene todo el proceso. Además, tanto *Wikipedia* como *Blockchain* actúan en la misma red distribuida, Internet (Gómez Lasala, 2018).

En *Wikipedia*, los usuarios obtienen permisos para editar las publicaciones y estos cambios se almacenan en sus servidores. Cuando un nuevo lector entra en la web, se le mostrará la última copia que haya sido actualizada. Aunque la copia maestra es requisada por los empleados administrativos de *Wikipedia*, los mismos que otorgan accesos y permisos a los usuarios para colaborar. Este modelo se basa en una base de datos centralizada, buscando que exista cierto control de la información y seguridad ante ataques. Este mismo modelo es utilizado actualmente por gobiernos, entidades bancarias y organizaciones (Gómez Lasala, 2018).

En cambio, la cadena de bloques es estructuralmente contraria a la red de *Wikipedia*. Todos los nodos, o usuarios, conectados a *Blockchain* guardan una copia de las transacciones que ocurran en sus ordenadores que será actualizada si es necesaria tras llegar al consenso. Al tener todos los usuarios la misma copia al mismo tiempo, no es necesario que ninguna persona ni entidad guarde el documento maestro, es decir, ya no serán necesarios intermediarios que monopolicen el control de la información.

### **2.6.1 UNIRSE A LA RED BLOCKCHAIN**

Es relativamente sencillo formar parte de *Blockchain* ya que no hay que cumplir demasiadas condiciones. Sólo hay que descargar un software específico de *Blockchain* para empezar a actuar como un nodo más en la red, pudiendo realizar las funciones de minado; recibiendo y validando datos para que, posteriormente, sean añadidos a la cadena de bloques. Aunque, sino se dispone de un ordenador y equipos especializados, ya que las operaciones matemáticas



o *proof-of-work* a resolver necesitan abundante capacidad computacional, es un sueño imposible plantearse obtener beneficio económico de la minería de datos (Fernández, 2018).

Otra forma, aún más simple, de participar en la red de *Blockchain* es adquirir productos o servicios de alguna web que acepte criptomonedas como forma de pago. La percepción del comprador sobre la operación será la misma que si lo comprara a través de tarjeta bancaria o cualquier otro método de pago. Sólo que, en el trasfondo, hay mineros que comprueban que en la cartera digital del comprador hay suficiente saldo y que la cuenta digital del vendedor existe. Si todos los datos están correctos, cuando se llegue a consenso, la operación será validada y la transacción será efectuada.

## 2.7 ANÁLISIS DAFO

Con el paso de los anteriores apartados, cuando se han analizado el funcionamiento y los elementos que conforman *Blockchain*, se han podido ir deduciendo algunas de sus ventajas e inconvenientes de esta tecnología. Pero en este apartado se sintetizará en un análisis DAFO los beneficios y desventajas que conlleva la aplicación de la cadena de bloques desde una perspectiva interna (debilidades y fortalezas) y externa (amenazas y oportunidades). Tal como queda resumido en la Tabla 1.

Tabla 1: Análisis DAFO de *Blockchain*

ANÁLISIS DAFO	ORIGEN INTERNO	ORIGEN EXTERNO
<b>ASPECTOS NEGATIVOS</b>	<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ ALTO CONSUMO ENERGÉTICO</li> <li>→ VELOCIDAD LENTA DE LAS TRANSACCIONES</li> <li>→ TAMAÑO EN CONSTANTE CRECIMIENTO</li> <li>→ FALTA DE MADUREZ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ DESCONFIANZA DE LAS ENTIDADES PÚBLICAS Y PRIVADAS</li> <li>→ CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN</li> <li>→ FALTA DE REGULACIÓN</li> <li>→ MERCADOS ESPECULATIVOS</li> </ul>
<b>ASPECTOS POSITIVOS</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ DISMINUCIÓN DE COSTES</li> <li>→ SEGURIDAD Y TRANSPARENCIA</li> <li>→ CONSISTENCIA Y ROBUSTEZ</li> <li>→ INMEDIATEZ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ PROGRESO SOCIAL</li> <li>→ TRANSPARENCIA Y TRAZABILIDAD</li> <li>→ SISTEMA FINANCIERO DESCENTRALIZADO</li> <li>→ DIVERSAS Y NOVEDOSAS APLICACIONES</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 2.7.1 DEBILIDADES

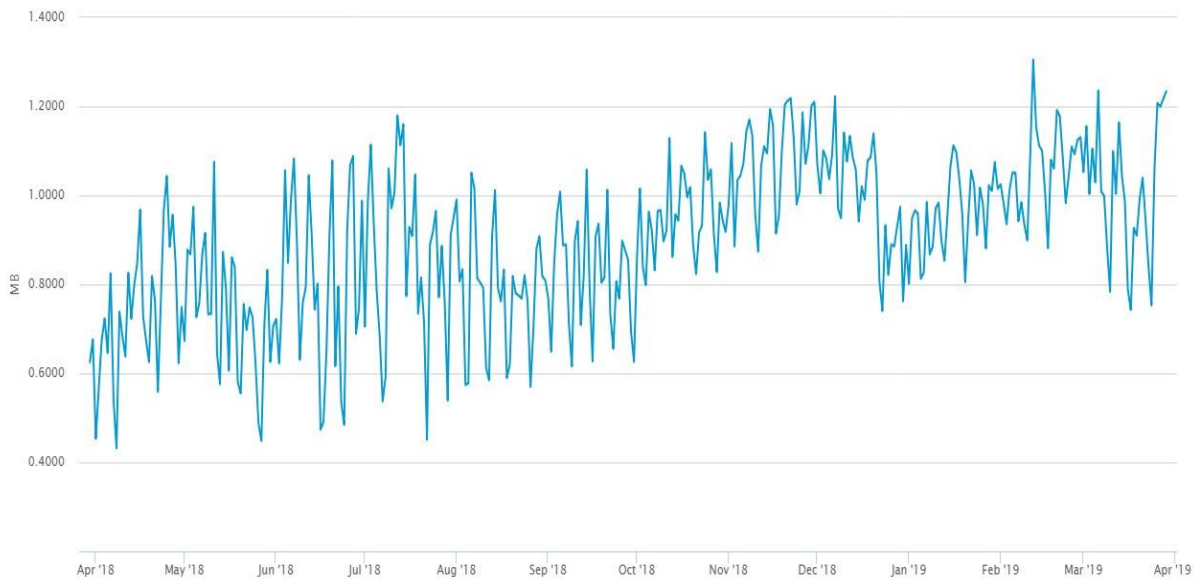
*Blockchain* tiene una serie de debilidades inherentes a su propio funcionamiento que deben ser resueltas o mejoradas para que esta tecnología adquiera el mérito que le pertenece.

Uno de los mayores inconvenientes que conlleva la cadena de bloques está vinculado con uno de sus principales beneficios. *Blockchain* es tan seguro debido a que todos los nodos que están conectados a la red reciben una copia de cada transacción, pero esto supone una gran pérdida de energía y de tiempo, ya que el mismo proceso debe repetirse en todos los nodos para llegar al consenso. Todo el procedimiento necesario para que la red funcione adecuadamente es mucho más pesado que si se realizara en un único nodo centralizado.

La base de datos de *Blockchain* está en constante aumento, cada vez que un bloque se valida y se añade a la cadena. Esto acarrea un necesario aumento en los requisitos computacionales necesarios para el correcto funcionamiento, ya que los nodos cada vez deben soportar un mayor peso de las cadenas de bloques. Lo que provoca una inconsciente centralización del proceso, debido a que, con el paso del tiempo, se necesita unos mayores requisitos técnicos generando barreras de entradas para cualquier usuario que quiera participar en *Blockchain*.

Como se ha mencionado anteriormente, otro de los principales problemas de *Blockchain*, es la velocidad. Actualmente, un bloque tiene una capacidad máxima de almacenamiento de 1,30 MB (megabyte), como se puede observar en el Gráfico 1 que muestra la evolución de la capacidad promedia desde abril del año 2018. El peso medio de una transacción es de 0,5 kb (kilobyte), por lo que un mismo bloque podrá almacenar como máximo 2.660 transacciones, aproximadamente. *Blockchain* añade un bloque nuevo a una cadena cada diez minutos, por lo que esto implica que, actualmente, se promedien cuatro transacciones por segundo en *Blockchain*. Esto es ridículo comparado, por ejemplo, con las 1.667 transacciones por segundo que VISA promedia (Fernández, 2018).

Gráfico 1: Evolución la capacidad promedio de un bloque



Fuente: *Blockchain.com*, 2019

Otra desventaja destacable es el consumo energético que conlleva la minería de datos. Como se desarrolló anteriormente, los mineros necesitan equipos informáticos con una alta potencia computacional que trabajan veinticuatro horas durante los siete días de la semana, consumiendo ingentes cantidades de energía. Todo el beneficio que una tecnología virtual puede ofrecer al medio ambiente gracias, entre otras mejoras, a la reducción del uso de papel, queda en entredicho debido al alto consumo de energía que implica el funcionamiento de la red *Blockchain*.

La última debilidad que vamos a reseñar es la falta de madurez. La Unión Europea establece unos parámetros de madurez tecnológica o *Technology Readiness Level* (TRL): "Un TRL es una forma aceptada de medir el grado de madurez de una tecnología. Por lo tanto, si consideramos una tecnología concreta y tenemos información del TRL o nivel en el que se encuentra podremos hacernos una idea de su nivel de madurez. Se consideran nueve niveles que se extienden desde los principios básicos de la nueva tecnología hasta llegar a sus pruebas con éxito en un entorno real" (Ibáñez, 2014, p. 165). Actualmente, *Blockchain* se encuentra en el quinto nivel, lo que implica que esta tecnología "se encuentra preparada para integrarse en sistemas y los algoritmos pueden ejecutarse en procesadores con características similares a las de un entorno operativo" (Ibáñez, 2014, p. 169), pero implica que la red está aún en desarrollo y no puede aplicarse todavía en situaciones reales.

## 2.7.2 FORTALEZAS

Entre las fortalezas de *Blockchain*, la cualidad más destable es la disminución de costes. Hoy en día, la función del intermediario es necesaria para hacer más fiable cualquier transacción, ya que es la figura que interviene entre las dos partes, asegurando y garantizando que el contrato se cumpla y que todos queden satisfechos. Pero esto conlleva un aumento del coste monetario y temporal de cualquier operación. *Blockchain* permite eliminar la figura del intermediario y de terceros, gracias a la solidez y a la inmediatez. Tal es la seguridad que protege a esta tecnología que, en sus diez años de vida, la red *Blockchain* nunca ha sido hackeada (McKinsey, 2017).

Otras de las ventajas de las que presume la cadena de bloques es la seguridad y, a su vez, la transparencia. Al tratarse de un libro mayor distribuido, la información sobre las transacciones es compartida a todos los nodos conectados a la red y, tras su consenso y validación, pasa a formar parte de un bloque en la cadena de manera inmutable, por lo que los datos estarán siempre disponibles para consultas futuras (Gómez Lasala, 2018). Esta información será cien por ciento fiable, ya que antes de ser añadida a la cadena de bloques, debe ser verificada por la mitad más uno de los nodos conectados a la red. La base de esta tecnología es el consenso: si todos los usuarios disponen de la misma información, esta tiene que ser verídica. Además, al ser inmutable, los datos no podrán ser alterados jamás, por lo que la información es más rigurosa, robusta y transparente.

Otra de las características positivas de *Blockchain* es la consistencia. Al haber conectados miles de usuarios como nodos desde cualquier lugar del mundo, el sistema estará en continuo funcionamiento, por lo que la red nunca fallará o sufrirá caídas. Además, el número de nodos y el buen funcionamiento de la cadena de bloques es directamente proporcional, es decir, cuántos más usuarios haya, más robusto será *Blockchain*.

La última fortaleza destacable es la inmediatez. Como se ha visto anteriormente, al no ser necesario la figura de terceros, no existen intermediarios que ralenticen el proceso, ya sean bancos, empresas o cualquier otro organismo. Si dos partes desean realizar una transacción, cuando se cumplen las condiciones fijadas, automáticamente se ejecutan las condiciones, sin ser necesaria la valoración e interpretación de un tercero (McKinsey, 2017).

### 2.7.3 AMENAZAS

A pesar del evidente progreso que implicaría la implementación de la tecnología *Blockchain* en la sociedad y en la economía, actualmente se encuentra acechada por varias amenazas serias que tratan de frenar el desarrollo de la cadena de bloques y que deben ser afrontadas.

El mayor inconveniente que *Blockchain* debe superar es la mentalidad de los jugadores, tanto gobiernos como organizaciones. Para que *Blockchain* llegase a un correcto funcionamiento, todas las partes involucradas deberían renovar sus sistemas de registro y tratamiento de información. Es decir, gobiernos, bancos, empresas y la sociedad en general tendrían que colaborar compartiendo la información en la cadena de bloques. Este consenso dependerá en gran medida de la percepción que se tenga de la relación riesgo-beneficio que *Blockchain* les pueda aportar.

La teoría de la difusión de la innovación desarrolla cómo se adopta una idea, producto, servicio o tecnología en una sociedad a lo largo del tiempo. La adopción se produce a distintos ritmos según las percepciones de cada individuo u organización, por ello, se establecieron cinco categorías: innovadores, adoptantes tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados (Rogers, 2010).

Esta teoría es fácilmente aplicable a la tecnología *Blockchain*. Países como Japón, Suiza o Países Bajos han regulado la tecnología *Blockchain* y han aceptado las criptomonedas como moneda de curso legal. Otros países como Reino Unido y Corea del Sur, están invirtiendo en centros de investigación que estudian cómo implementar *Blockchain* en sus sistemas para sacarle el máximo rendimiento y llegar a ser las referencias futuras de esta tecnología, incluso otorgan facilidades económicas a las empresas emergentes del sector. Por el contrario, China y Estados Unidos son muy reticentes hacia la adopción de este sistema, imponiendo requisitos normativos con el fin de ralentizar su desarrollo, hasta que se estudie una regulación común.

De aquí se puede vislumbrar otro obstáculo, la falta de regulación. El mayor desafío será llegar a la armonía entre Estados. Se debe imponer una legislación que defienda a los más débiles y que no permita utilizar *Blockchain* para actividades fraudulentas. Pero que, a su vez, no se regule en exceso, reduciendo las innovaciones y espantando a inversores, algo muy común en Europa (McKinsey, 2017).

Otra amenaza por destacar es la especulación. Actualmente, la mayoría de los usuarios de *Blockchain* participan en la red por el gran mercado especulativo que representa. Como se ha

mencionado anteriormente, en un principio, la cadena de bloques nace para dar soporte a las criptomonedas. Las más conocidas como *Bitcoin* o *Ether*, son otorgadas a los mineros de datos como recompensa por validar bloques que posteriormente pasan a formar parte de la cadena. Existe un número limitado de criptomonedas por lo que la oferta es escasa, mientras que la demanda es alta (Fernández, 2018). Esto provoca una enorme fluctuación en el valor de las mismas, en unos días, la cotización puede aumentar o desplomarse radicalmente, como puede verse en el Gráfico 2 que muestra la evolución del valor de *Bitcoin* desde el año 2013 hasta la actualidad. Esto hace a *Blockchain* muy atractivo para los inversores, aunque, a su vez, es perjudicial para la red ya que, si el valor crece mucho, las transacciones se encarecerán y se otorgaran menos recompensas a los mineros que buscarán otro sistema con mejores incentivos, y con ellos los usuarios, ya que la red se ralentizará.

Gráfico 2: Evolución de la cotización de *Bitcoin* desde el año 2013



Fuente: Coinbase, 2019

## 2.7.4 OPORTUNIDADES

Como se ha expuesto, *Blockchain* sufre el acecho de serias amenazas que pueden hacer peligrar la estabilidad y el futuro de esta tecnología. A pesar de ello, existen una serie de oportunidades futuras que deben ser explotadas al máximo para sacar buen provecho de ellas y superar todas las adversidades que obstaculizan el desarrollo de la cadena de bloques.

*Blockchain* está suscitando mucha expectación a su alrededor, ya que tiene el potencial suficiente para provocar un progreso significativo en justicia social, sistema educativo y sanitario, reparto del poder adquisitivo o derechos humanos. La tecnología *Blockchain* propone un modelo de la sociedad y de la economía más eficaz, ya que, mejorando la transparencia, trazabilidad y participación ciudadana, se consigue disminuir la corrupción, las prácticas desleales y aumentar la satisfacción de la sociedad en general (Dobrovnik, Herold, Fürst, & Kummer, 2018). Aunque es por este mismo hecho por lo que es más criticado, ya que la eliminación de intermediarios implicaría la pérdida de una enorme cantidad de empleos. Pero como sucede tras cada revolución tecnológica, nacen nuevos empleos que equilibran la merma.

Otra de los grandes puntos fuertes que la cadena de bloques puede alcanzar es un desarrollo sin precedentes en la transparencia y en la trazabilidad, debido a las propiedades intrínsecas de *Blockchain*, que no permite la manipulación de la información y la hace relativamente pública. La tecnología *Blockchain* permite que el consumidor final conozca cada componente, pieza, aditivo o elemento que ha sido añadido al producto desde que se ha cultivado, criado o fabricado hasta que el cliente lo ha adquirido. Es decir, la cadena de bloques aporta a la sociedad la confianza necesaria para consumir un producto o servicio, sin la necesidad de la intervención de una autoridad tercera (McKinsey, 2017). Esta tecnología puede revolucionar, por ejemplo, un tema muy popular en los últimos años: la seguridad alimentaria.

Actualmente, los sistemas habituales para realizar transacciones financieras son mediante tarjeta de crédito o débito, PayPal o transferencias bancarias. Estas plataformas conllevan amplias comisiones, además de añadir un periodo de tiempo para que se finalice la operación. Otra de las grandes oportunidades de la red *Blockchain* erradica este sistema. Existen cientos de plataformas de pagos que destacan por su seguridad, su inmediatez y su nulidad de comisiones al no depender de intermediarios que manejen el dinero de los usuarios (Gómez Lasala, 2018). Además, estas plataformas trabajan con las criptodivisas. La ventaja de estas monedas digitales que son descentralizadas, por lo que no dependen de ningún gobierno,

institución o banco para su circulación. Esto permite una independencia nunca vista en la gestión propia y única del dinero.

La última oportunidad que se va a analizar, y que seguramente sea la más interesante y la más escalable, son las posibles aplicaciones de diversa índole de *Blockchain*. Su robustez y fiabilidad hacen que sea un sistema implementable en muchos ámbitos, tanto en el sector público como en el privado, creando nuevos modelos de negocio. La cadena de bloques tiene aplicaciones en el sistema sanitario, creando un registro del historial de los pacientes en la red que mejoraría la coordinación entre centros hospitalarios, e incluso para aprender sobre nuevas enfermedades o desarrollar medicamentos. También, se puede implementar en organismos gubernamentales como en el registro de viviendas, evitando así posibles fraudes en la compraventa de propiedades. El sistema educativo sería otro sector donde la tecnología *Blockchain* podría fusionarse perfectamente. Un claro ejemplo de ello es Tutellus que es una plataforma descentralizada de formación online, cuyo objetivo es otorgar recursos educativos a alumnos que carecen de medios para formarse y ofrecer recompensas a los educadores que se unan a la plataforma (Tutellus, 2019). Otro caso de utilización de *Blockchain* es el Banco Santander, que en 2018 ha lanzado una plataforma para realizar transacciones internacionales de dinero a través de la cadena de bloques.

Pero la implementación de la cadena de bloques que resulta de mayor interés y que es el motivo de la realización de este Trabajo de Fin de Carrera, son las aplicaciones de *Blockchain* en la cadena de suministro. La integración de la tecnología de bloques encadenados en las operaciones logísticas es capaz de reescribir la actual definición de la distribución. De aquí en adelante, se estudiará en profundidad sus aplicaciones e implementación en la cadena de suministro y en las empresas del sector.



### 3. APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA CADENA DE SUMINISTRO

La relevancia de la distribución, en un mundo en el que el comercio internacional se multiplica y el comercio electrónico genera un número exponencialmente creciente de pedidos, hace que muchas operaciones relacionadas con las transacciones se digitalicen buscando conectar el mundo físico del movimiento de bienes con los servicios *fintech*<sup>1</sup>. En este marco, por ejemplo, empiezan a llegar aplicaciones de *Blockchain* a los puertos marítimos para agilizar las operaciones, el comercio y las transacciones, reduciendo la participación de intermediarios en los procesos.

Apelando a la definición aportada por el *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), la cadena de suministro es considerada como “todos los proveedores de bienes y servicios y todos los clientes están eslabonados por la demanda de los consumidores de productos terminados al igual que los intercambios materiales e informáticos en el proceso logístico, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega de productos terminados al usuario final” (Vitasek, 2013, p. 186).

La cadena de suministro o *supply chain* puede constar de muchas etapas y ubicaciones, por lo que, en consecuencia, cada vez es más difícil rastrear cada paso en la cadena. Además, la falta de transparencia por parte de la *supply chain*, dificulta la confianza entre las partes involucradas en el proceso, provocando que el consumidor final no pueda estar seguro del verdadero valor del producto o servicio que está adquiriendo.

En torno a la cadena de suministro surgen una serie de malas praxis como son la falsificación, el mercado negro, el trabajo forzado o las pésimas condiciones laborales, cuya responsabilidad es muy difícil de investigar.

La tecnología *Blockchain* es capaz de dotar de transparencia y seguridad a todo este proceso, fortaleciendo así la gestión de la cadena de suministro o *supply chain management* (SCM). Hasta la aplicación más sencilla de la cadena de bloques, como puede ser el registro de todas las transacciones en un libro contable distribuido, podría revelar nuevos datos que aporten enormes beneficios a la cadena de suministro.

---

<sup>1</sup> “Las *fintech* son aquellas startups de tecnología financiera que plantean competir en algún producto o ser vicio con la banca tradicional. Las *fintech* han tenido éxito, al ser más rápidas que los bancos a la hora de aprovechar la innovación tecnológica para desarrollar productos bancarios más centrados en el usuario, a un coste menor o con una mejor experiencia de cliente, optimizados para los canales digitales” (Noya, 2015).

### 3.1 PRINCIPALES APLICACIONES POTENCIALES DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA CADENA DE SUMINISTRO

Según el estudio teórico analizado anteriormente, con la tecnología *Blockchain* se pueden desarrollar plataformas de información distribuidas donde es posible constatar la trazabilidad de un bien desde la fabricación hasta el fin de su paso por la cadena de suministro, eludiendo la centralización, haciendo así más sencillo el acto de confiar y cooperar entre todos los miembros que participan en el proceso. Con la colaboración de todos ellos, la cadena de bloques, junto con la implementación de *Internet of Thing*<sup>2</sup> y junto a los *smart contracts*, revolucionarán la forma de registrar y gestionar la información logrando así beneficios para la *supply chain* como, por ejemplo, automatización de transacciones como pagos y cobros, garantía en el cumplimiento de contratos, seguridad y control de las operaciones logísticas, u obediencia de legislaciones y regulaciones.

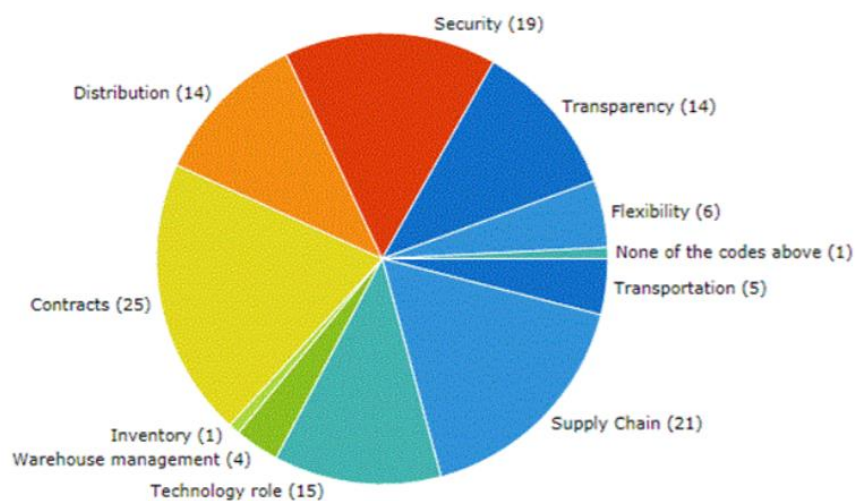
La teoría es apabullante, un sistema así es capaz de alcanzar una mejora extraordinaria en el rendimiento y la eficiencia. Debido a sus características inherentes de inmutabilidad y seguridad, *Blockchain* tiene la capacidad de optimizar los flujos de información, de stock y de capital, obteniendo una reducción en tiempo, costes y riesgos.

Como se puede observar en el Gráfico 3, según la revisión literaria sobre el uso de *Blockchain* en la *supply chain* realizada por el Research Group Innovation and Business Management de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), existen multitud de posibles aplicaciones basadas en la tecnología *Blockchain* que se podrían implementar en las operaciones logísticas de cualquier entidad, aunque los usos más frecuentes para empresas e instituciones, según el estudio, serían los contratos, la distribución y la seguridad (Calzadilla Daguerre & Villa Pérez, 2017).

---

<sup>2</sup> "El Internet de las Cosas es una infraestructura global interconectada, enlazando objetos físicos y virtuales a través de la explotación de la captura de datos y las capacidades de comunicación. Ofrecerá identificación específica de objetos y capacidades sensoriales y de conectividad como la base para el desarrollo de servicios cooperativos y aplicaciones independientes" (Ashton, 1999 citado en Tascón, 2018).

Gráfico 3: Usos de la tecnología *Blockchain* en la cadena de suministro



Fuente: EPPi Review 4 for *Blockchain* records citado en Calzadilla Daguerre & Villa Pérez (2017)

La distribución comercial destaca por la heterogeneidad y la fragmentación del sector. Debido a esto, el estudio de las aplicaciones de *Blockchain* a la cadena de suministro se seccionará según la utilidad de las aplicaciones dependiendo de cuatro sectores fundamentales: farmacéutico, automovilístico, alimentario y público. La importancia de una eficiente gestión de la cadena de suministro en estos cuatro sectores ha sido el motivo de su específica elección para el análisis posterior. Además, en estas industrias es donde, actualmente, es posible encontrar un mayor número de organizaciones que investigan e invierten en el desarrollo e implementación de la tecnología Blockchain.

### **3.1.1 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA**

Según la Organización Mundial de la Salud, se estima que cada año se venden globalmente productos farmacéuticos falsificados que alcanzan un valor de hasta 200 mil millones de dólares estadounidenses y que el 50% de estos medicamentos se compran a través de Internet (Clark, 2015). La falsificación, en general, ocurre cuando un fabricante o un distribuidor retira una parte de los fármacos producidos y los revende, o bien, introduce entre los lotes originales medicamentos falsificados. El problema reside en que las soluciones tecnológicas que se están tomando, no son capaces de disipar estos actos ilícitos. Las compañías farmacéuticas, cada

vez, están más sometidas por los gobiernos. Por ejemplo, en 2013, el Congreso de los Estados Unidos promulgó la Ley de Calidad y Seguridad de los Medicamentos, con el fin de mejorar la seguridad del paciente. Esta ley impone que, para 2024, todas las farmacéuticas garanticen la total trazabilidad de medicamentos recetados en su paso por la cadena de suministro (FDA, 2013). La tecnología actual no es suficiente para que el cumplimiento de estas leyes, a favor de la seguridad farmacológica, sea real. Para ello, se antoja necesario dar una vuelta de tuerca, siendo *Blockchain* un gran candidato a resolver estos rompecabezas.

El seguimiento de productos se refiere al rastreo de artículos a nivel de unidad, de principio a fin de su paso por la cadena de suministro. Gracias a la aplicación de *Blockchain*, todos los participantes en el intercambio pueden acceder a la procedencia y ubicación, autenticar los elementos que lo conforman y comprobar el cumplimiento de los requisitos y acuerdos. Esto es posible, gracias a la distribución de la información en tiempo real, característica inherente de la plataforma *Blockchain*. Por ejemplo, la cadena de bloques permitirá rastrear los medicamentos a través de su ciclo de vida, desde la fabricación hasta el consumo por parte de los pacientes, facilitando la identificación de medicamentos falsificados, apoyando la gestión de la retirada de los mismos; incrementando, así, la seguridad farmacológica (Kehoe, O'Connell, Andrzejewski, Gindner, & Dalal, 2017).

La funcionalidad de los contratos inteligentes, junto con el uso de dispositivos *Internet of Thing*, tiene la capacidad de ofrecer una revolucionaria, eficaz y persistente manera de realizar el seguimiento de los medicamentos en el sector farmacéutico, donde se podrá acceder a la totalidad de la información relacionada al producto: la procedencia, las condiciones en las que se encuentra, los derechos de propiedad y los controles a los que ha sido sometido. Consiguiendo, así, la trazabilidad al completo y en cualquier momento (DeCovny, 2017; Mackey & Nayyar, 2017 citado en Hackius, & Petersen, 2017). Cualquier defecto, como la variación de la temperatura en la refrigeración de cualquier medicamento almacenado, será capturada por un dispositivo *IoT* y esta información será almacenada y rastreada en la cadena de bloques a través de los *smart contracts*. Automáticamente, se ejecutarán acciones según las reglas y condiciones que hayan sido configuradas en los contratos inteligentes y se notificará a todos los miembros participantes de la cadena de suministro el suceso ocurrido. Los *smart contracts* se codifican para que realicen una reacción específica para cada acción que pueda suceder, esto brindará a las empresas la capacidad de responder automáticamente a cualquier suceso, fallo o problema que pueda ocurrir. Por ejemplo, si los medicamentos no cumplieran ciertas condiciones definidas con anterioridad, podrían ser retirados antes de su lanzamiento al mercado, consiguiendo así no sólo el cumplimiento del contrato, sino que

también se prevendría la venta de productos potencialmente peligrosos para los pacientes, beneficiando a la sociedad en general.

Otra aplicación de la tecnología *Blockchain* es la firma digital. Esto permitirá un seguimiento preciso y responsable de los medicamentos durante su paso por la *supply chain*, descentralizando todo el proceso, al eliminar la necesidad de certificación por parte de una única fuente autorizada.

Las plataformas *Blockchain* podrán ser utilizadas para almacenar información y hacer cumplir las normas reglamentarias al pie de la letra durante la distribución de los fármacos. Junto con el uso del Internet de las Cosas, se podrá obtener datos detallados en tiempo real y proporcionará un acceso sencillo y remoto a cualquier actor de la *supply chain* para recuperar toda la información deseada. Desde una perspectiva regulatoria, las soluciones que ofrece la cadena de bloques otorgarán una fuente de información fiable para las autoridades reguladoras que podrán recuperar un historial completo del ciclo de vida de un medicamento. Además, las compañías farmacéuticas podrán presumir del cumplimiento de los estándares de calidad sin que pueda ponerse en tela de juicio.

“Un mejor intercambio de datos entre los proveedores de servicios de salud y el paciente significa una mayor probabilidad de diagnósticos precisos, tratamientos más efectivos, sistemas de prevención autónomos y la mayor capacidad general de las organizaciones de atención médica para brindar atención más efectiva. La tecnología de *Blockchain* puede permitir que varias partes interesadas en la cadena de valor de la asistencia sanitaria compartan el acceso a sus redes sin comprometer la seguridad e integridad de los datos, permitiéndoles rastrear la procedencia de los datos y los cambios realizados. Con *Blockchain*, las transacciones se pueden documentar en un registro descentralizado permanente, lo que reduce los retrasos, costes adicionales y errores humanos.” (Dovale & Morales, 2018, p. 40)

### **3.1.2 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

La industria automotriz tiene una estructura compleja, debido a la gran cantidad de etapas e intermediarios que participan en el proceso del ciclo de vida de los automóviles. Además, de ser un sector que necesita una continua innovación tecnológica. Es por esto que algunas de

las grandes marcas de automóviles como Volkswagen, Mercedes o Ford, entre otras, están estudiando la manera de cómo la tecnología que ofrece la cadena de bloques podría implementarse en diversos propósitos: coches sin conductor, vehículos eléctricos, cadena de suministro o servicios financieros.

La aplicación del *Blockchain* en la *supply chain* del sector de la automoción tendría beneficios tangibles para todos los actores que participan en la cadena. El consumidor final podría acceder a una base de datos distribuida, segura e inmutable, donde poder comprobar todo el ciclo de vida del vehículo que desea adquirir. Los usuarios gozarán de la oportunidad de verificar en cualquier momento de una manera fiable y transparente, el estado del vehículo, la procedencia de la materia prima, la calidad de los componentes y accesorios, las reparaciones y modificaciones que ha sufrido o cualquier acontecimiento o incidente durante su paso por la cadena de suministro (Fernández Herrero, 2018). Esto podría despejar dudas y facilitar el proceso de decisión de compra de los clientes.

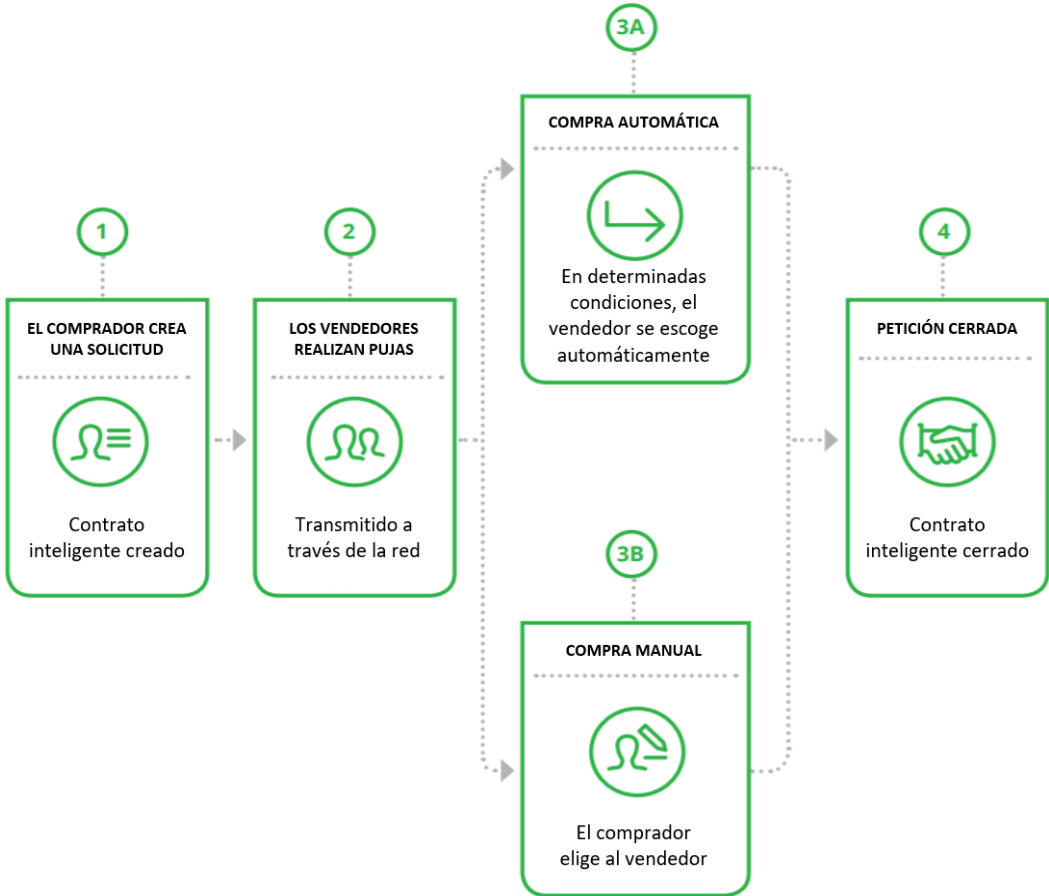
Las pertinentes autoridades gubernamentales podrán acceder a información real y veraz sobre los automóviles que circulan actualmente por las carreteras nacionales o que van a ser puestos en venta al público. Gracias a estas bases de datos, posibilitadas por la red *Blockchain*, se podrá comprobar cualquier información sobre los vehículos: kilometraje acumulado, fecha de matriculación, revisiones realizadas, emisiones contaminantes, etc. Con toda la información que las autoridades puedan recabar, se pueden plantear estrategias de desarrollo sostenible para reducir las emisiones contaminantes, planes que traten de disminuir los accidentes de tráfico e incrementen la seguridad vial o medidas para erradicar el hurto y tráfico ilícito de automóviles.

Las compañías de seguros manejarán información más fiable sobre la forma de conducción de cada usuario, pudiendo ofrecer modalidades de seguros más justos, como "pay as you drive". Otros grandes beneficiados serían los productores y los distribuidores, ya que estos podrán avalar la calidad de los productos y componentes empleados en la fabricación de los vehículos y alcanzarán una distribución más eficiente y precisa gracias a la automatización y a la coordinación que permite la implementación de la cadena de bloques en la *supply chain*, reduciendo costes operativos y consiguiendo, así, aportar un mayor valor agregado a los clientes.

En la práctica, uno de los posibles usos de *Blockchain* en la cadena de suministro por parte de las empresas automovilísticas, sería la constitución de un mercado abierto y compartido para la compraventa de materiales y componentes aprovechando las funcionalidades de los

contratos inteligentes. Estos podrían almacenar la información sobre la oferta y la demanda del mercado, facilitar la toma de decisiones de abastecimiento y generar solicitudes de compradores (Kehoe, O’Connell, Andrzejewski, Gindner, & Dalal, 2017). Como se puede observar en la Figura 3, un *smart contract* hace posible que un fabricante pueda crear una solicitud para adquirir una cantidad determinada de materias primas, a un precio y unas fechas establecidas. En ese momento, los proveedores que utilicen la plataforma, recibirán una solicitud y podrán presentar una oferta. Entonces, el fabricante podrá seleccionar automáticamente a un proveedor (por ejemplo, el primero que cumpla con los requisitos fijados) o seleccionar a un distribuidor manualmente. La ventaja que ofrece el contrato inteligente, además de la automatización, es la posibilidad de establecer condicionantes. Por ejemplo, el deterioro de la mercancía o el retraso en el abastecimiento podría ser castigado con una multa que no dependerá de valoraciones subjetivas, debido a la ejecución automática de las cláusulas fijadas previamente.

Figura 3: Uso de los *smart contract* en un mercado compartido



Fuente: Elaboración propia

La creación de un mercado compartido y abierto, basado en la tecnología *Blockchain*, puede proporcionar una transparencia total a todos los usuarios, obteniendo mejoras en la administración y el control del inventario, flujos de caja y toma de decisiones. Incluso, esta plataforma facilitará la identificación de las partes que cometan infracciones contractuales, pudiendo tomar acciones legales, reduciendo trámites y valoraciones. Como consecuencia de este sistema, las empresas automotrices obtendrán un ahorro en tiempos y costes, y la transparencia generada por la colaboración mutua de los integrantes de la cadena de suministro, podrá traducirse en una mejora de valor final del producto.

### **3.1.3 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

En España, el sector alimentario continúa creciendo año tras año. En 2018, según la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas, la producción de alimentos y bebidas alcanzó un valor de 116.890 millones de euros (FIAB, 2018). Así, su aportación a la economía nacional representa el 3% del PIB y el 16% del total del sector industrial español, generando al cierre del año 2018, una cantidad de 426.300 puestos de empleo. Además, las ventas internacionales alcanzaron la cifra de 30.470 millones de euros (FIAB, 2018). Estas cifras evidencian la gran relevancia de la industria alimentaria en el comercio y en la economía española. Es por ello, que la cadena de suministro tenga una importancia determinante y sea objeto primordial de estudio para las empresas e instituciones del sector.

Cabe destacar, en este contexto, que debido a sucesos no tan lejanos como la enfermedad de las vacas locas y la gripe aviar, la sociedad comenzó a concienciarse de la importancia que tiene la seguridad alimentaria. Es por ello, por lo que, al igual que la industria farmacéutica, el sector alimentario sufre una gran presión por parte de las instituciones gubernamentales para cumplir los protocolos de seguridad alimentaria que garanticen las correctas condiciones higiénico-sanitarias y de desecho de los alimentos. En el continente americano, la Ley de Modernización de la Seguridad Alimentaria, introducida en el año 2011 por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos, tenía como objetivo tomar medidas para prevenir la contaminación alimentaria en vez de tratar de combatirla (FDA, 2011). En Europa, se impuso sobre la industria alimentaria el "reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento



Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria” (Parlamento Europeo y del Consejo, 2002), con el fin de obligar a las empresas a controlar la trazabilidad de todos los productos que comercialicen para tener la capacidad de retirar los alimentos que se encuentren en mal estado antes de ser puestos en el mercado.

Para responder correctamente a la afluencia de normas regulatorias sobre los alimentos, al cambio de las demandas de los consumidores y al aumento de la competencia, las empresas pertenecientes a la industria alimentaria deberán probar, aprovechar y explotar las tecnologías disruptivas, como *Blockchain*, que son capaces de administrar y gestionar las actividades de la cadena de suministro de una manera más eficiente, maximizando los beneficios, y garantizando, a su vez, una total transparencia.

La trazabilidad y la transparencia de la cadena de suministro tienen una importancia vital para asegurar una correcta seguridad sanitaria alimentaria, por lo que es necesario conocer todos los factores que pueden afectar a la calidad y al estado del alimento que adquirirá el consumidor final. Por esto, instituciones como la Asociación Española de Codificación Comercial han desarrollado una plataforma que permita a fabricantes, mayoristas y minoristas compartir fácilmente la información de los productos a lo largo de su paso por la cadena de suministro de forma segura.

“AECOC CALIDAD es una plataforma especialmente diseñada para compartir información técnica de producto, que además cuenta con módulos habilitados para la notificación de alarmas de cambio de información de productos, para la gestión de incidencias y retiradas de productos, así como acceso a informes periódicos específicos en materia de seguridad alimentaria y calidad.” (AECOC, 2019)

Esta herramienta tiene unas buenas bases y principios, pero se antoja insuficiente para el amplio volumen de transacciones que debe manejar. La implementación de la cadena de bloques a esta plataforma, podría aportar la solución al problema de la seguridad alimentaria. Esta plataforma debería ser aplicada a cada nivel de la *supply chain*.

El primer nivel donde implantar *Blockchain* sería en la producción y en la recolección (ganaderos, agricultores, pescadores, etc.), encargados de obtener la materia prima necesaria para la elaboración del producto (Fernández Herrero, 2018). La plataforma almacenaría información detallada sobre el producto obtenido por el productor, respondiendo a todas las preguntas posibles: qué, cuándo, dónde, cómo, con qué o cuánta cantidad. Así, sería posible

tener un control absoluto de todos los factores que han influido durante el desarrollo en sus primeras etapas del ciclo de vida del alimento. Por ejemplo, se conseguiría los datos de los químicos utilizados en la recolección agrícola y en qué cantidad, o cómo han sido alimentados y criados los animales y las aves de las que se obtienen productos lácteos y huevos para el consumo humano. Consiguiendo evitar así el consumo de alimentos que contengan alérgenos y patógenos que acarren enfermedades, mejorando considerablemente la seguridad alimentaria.

El segundo paso de la cadena, donde implantar *Blockchain*, sería el sector industrial, ya que se recibe la materia prima y se transforma en el producto final apto para consumo. Aquí, los alimentos son manipulados, transformados y manipulados, durante este proceso el producto puede verse contaminado, deteriorado o alterado. Por este motivo, la trazabilidad adquiere una vital importancia: todas las empresas deben ser capaces de tener un control exhaustivo de los procesos, siguiendo los parámetros impuestos, con un flujo constante y actualizado de información en tiempo real. La implementación de la cadena de bloques en una plataforma de información haría más sencillo el control de procesos como: fechas de entradas y salidas de lotes, origen de la materia prima, temperaturas de cocinado o conservación, datos detallados sobre edulcorantes, conservantes, aditivos y químicos en general, condiciones de embalaje y almacenamiento, transporte de mercancías o contaminación provocada por el proceso productivo (Fernández Herrero, 2018).

La distribución sería última etapa de la *supply chain* donde la cadena de bloques tendría utilidad. Es el último paso antes de que los alimentos lleguen a los consumidores finales, entonces, un distribuidor tendría la oportunidad de comprobar la trazabilidad del producto y, al ser la información inmutable y verídica ya que no depende de opiniones subjetivas, podría retirar el alimento antes de que sea puesto a la venta, reduciendo así drásticamente los casos por contaminación alimentaria.

Además, los consumidores también tendrían acceso a esta información, porque se eliminaría la desconfianza y el desconocimiento del producto que va a adquirir, facilitando y haciendo más amena la decisión de compra.

En este análisis de las aplicaciones de *Blockchain* en la industria alimentaria, se ha hecho hincapié en la importancia de la trazabilidad y la transparencia de la cadena de suministro para mejorar la seguridad alimentaria, pero como se ha propuesto anteriormente, con la implementación de los contratos inteligentes y con la combinación de elementos del Internet de las Cosas en el sector de la alimentación, se podrían desarrollar automatismos que

beneficien tanto a las empresas como a los consumidores, consiguiendo reducciones en costes y aumentos en la calidad de los bienes y servicios.

### **3.1.4 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN ENTIDADES Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS**

La transparencia debería de ser un requisito indispensable para cualquier entidad, autoridad o administración pública cuyo objetivo sea cuidar, satisfacer y mejorar los intereses de la sociedad a la que representan, así como hacerla más eficiente y justa. El sector público tiene que asegurar la correcta administración de los ingresos y de los gastos del Estado, es decir, las cuentas públicas, de un modo íntegro, imparcial y transparente. Y a su vez, los ciudadanos exigen el derecho a conocer, a dirigir y a dictaminar sobre las decisiones que los mandatarios de la sociedad toman por ellos. La participación ciudadana ya es más que una tendencia, pero no podrá convertirse en una realidad total hasta que no se integre en el sector público herramientas como *Blockchain*.

Los nuevos gobiernos y entidades deberían formarse siguiendo el prototipo de una administración descentralizada cimentada en la tecnología *Blockchain*, construyendo así una sociedad más justa, ecuánime y democrática, debido al incremento del compromiso y la intervención ciudadana, eliminando el entrometimiento de terceras partes.

La cadena de bloques tendría cabida en multitud de herramientas que herramientas capaces de hacer más eficaz la gestión de la información pública. Una identidad digital unificada de carácter inmutable e íntegramente verídica que contenga todo el historial sanitario, identificación personal, registros académicos, experiencia laboral, etc., de todos los ciudadanos, agrupando toda la información en un único expediente virtual, válido y accesible en cualquier lugar del mundo. Además de eliminar así la posibilidad de falsificación. Un registro de la propiedad, basado en la tecnología *Blockchain*, capaz de reducir costes burocráticos, agilizar el tiempo del tratamiento de los datos, impedir la corrupción y la falsificación de documentos, facilitar el acceso a los ciudadanos a la información y mejorando la seguridad jurídica, todo gracias a las características inherentes de la cadena de bloques: transparencia, inmutabilidad, veracidad y actualización. Por ejemplo, *BitFry*, empresa especializada en minería de datos, en acuerdo con la Agencia Nacional de Registro Público de Georgia, han desarrollado

una plataforma virtual de registros de la propiedad con la tecnología *Blockchain*, con el objetivo de incrementar la transparencia, la seguridad, la eficiencia y de reducir los fraudes (Turashvili, 2018). Un incremento de la participación ciudadana que facilite la interacción de la sociedad con la administración pública o con los partidos políticos mediante el uso de una plataforma digital segura, por ejemplo, un sistema de voto telemático que aumente la participación electoral (Fernández Hergueta, 2017 citado en Fernández Herrero, 2018).

En lo más próximo a la cadena de suministro, la implementación de la cadena de bloques dependerá de las medidas que tomen las responsabilidades públicas que están involucradas en la logística nacional e internacional y que pertenecen a agencias tributarias tales como las aduanas, impuestos o subastas (Sánchez, Cuenca, & Puertas, 2018). Igualmente a lo analizado previamente, sería posible aplicar la tecnología *Blockchain* mediante una plataforma virtual capaz de conseguir una reducción en tiempos de trámites y en costes burocráticos, mediante una mejora en la eficiencia del trabajo. Pero finalmente, la implementación de esta tecnología en el sector público dependerá de la aceptación por parte de la sociedad y de las entidades públicas según la relación riesgos-beneficios que perciban y de la presión que ejerzan las grandes empresas. Pero es evidente que, de ser aceptada, se antoja necesaria una transformación meditada en el marco regulatorio que sopesen todos los cambios posibles que la tecnología *Blockchain* pueda incurrir en la sociedad y en la administración pública.

## 4. ESTUDIO DE LOS CASOS

Una vez se ha estudiado el funcionamiento y las posibles aplicaciones de la cadena de bloques en los procesos logísticos dependiendo de la industria, en este apartado se investigará sobre el estado actual de la tecnología, ilustrando con ejemplos reales cómo empresas reconocidas están implementando *Blockchain* en la cadena de suministro.

Hoy en día, las grandes empresas están invirtiendo una parte considerable de capital en investigar los posibles beneficios y aplicaciones que la tecnología *Blockchain* puede llegar a ofrecer. Aunque, realmente, son empresas completamente dispares las que están haciendo probaturas con la cadena de bloques, desde multinacionales renombradas, hasta startups que buscan conseguir reputación y cuota de mercado si esta tecnología acaba fructificando.

Cabe destacar el rol fundamental de IBM en todo este ecosistema, es la principal empresa desarrolladora y proveedora de soluciones basadas en la tecnología de bloques encadenados. *IBM Blockchain Platform* es la plataforma de negocios concebida por IBM y la que ya se han incorporado organizaciones como Walmart, Maersk, Unilever, Volkswagen, Travelport, etc. (Marissen, Louca & Butts, 2018).

Para tener una visión más clara del estudio de los casos de empresas, se agruparán en cuatro categorías las principales iniciativas que las organizaciones están tomando para implementar la cadena de bloques en la gestión de la cadena de suministro: Última Milla, Comercio Internacional, Trazabilidad y Transparencia.

### 4.1 ÚLTIMA MILLA: WALMART

En colaboración con IBM, Walmart está implantando la tecnología *Blockchain* en los procesos de su cadena de suministro con el objetivo de ser más transparentes y de rastrear los productos de una manera más eficiente. La gran magnitud de la *supply chain* de Walmart provoca que haya muchas deficiencias a la hora de rastrear e identificar todas sus mercancías, debido principalmente a que sus operaciones logísticas abarcan los cinco continentes e intervienen multitud de agentes intermediarios. Este problema se agrava si se habla del suministro y distribución de alimentos, ya que cualquier factor externo puede contaminar los productos y afectar negativamente a la seguridad alimenticia.

IBM desarrolló para el gigante americano una solución basada en el sistema *Blockchain* que agilizó la comprobación de la trazabilidad de las mercancías y que les dio la oportunidad de retirar los productos defectuosos o adulterados antes de que se pongan a la venta (Hackett, 2016 citado en Dobrovnik, Herold, Fürst & Kummer, 2018).

Los datos públicos disponibles sugieren que Walmart tiene un compromiso riguroso con la tecnología *Blockchain*, ya que a pesar de ser por naturaleza una plataforma descentralizada, no queda demasiado claro cómo utilizan esta tecnología para registrar las transacciones. IBM les proporcionó una red privada donde poder registrar todos los datos, por lo que no se puede asegurar que se esté aplicando todas las funcionalidades de *Blockchain* en la cadena de suministro de Walmart.

A pesar de esto, debido al uso de una plataforma para el registro de datos basada en *Blockchain*, han sacado partido a las singularidades de esta tecnología, consiguiendo ser más rápidos y eficientes y, en consecuencia, agilizando el proceso de comprobación de la trazabilidad de los productos. Tanto es así, que Walmart consiguió reducir el tiempo de rastreo de una mercancía, de seis días a dos segundos, con el colosal ahorro en tiempos y, por tanto, en costes que este hecho supone. Este aumento de la velocidad se debe a que el sistema de la cadena de bloques elimina todos los procesos de validación y verificación, al ser la inmutabilidad y la veracidad características inherentes de la propia tecnología (Alexandre, 2018).

Por ejemplo, Walmart usa la plataforma *Blockchain* para rastrear la procedencia de los mangos que importan a Estados Unidos desde México y para obtener información detallada de la distribución de carne de cerdo que la multinacional comercializa en China. El hecho de haber perfeccionado la comprobación de la trazabilidad de las mercancías que transportan, ha ayudado a resolver problemas relacionados con la seguridad alimentaria. Automatizar y sistematizar el rastreo del origen y el transporte de los alimentos, permitirá identificar rápidamente productos contaminados o infectados, consiguiendo así localizar la fuente de alguna enfermedad, reduciendo un potencial brote epidémico (Alexandre, 2018 citado en Felin & Lakhani, 2018).

Además, como es lógico, Walmart están invirtiendo grandes cifras con el fin de automatizar al máximo la cadena de suministro. Por ello, actualmente, están buscando cómo combinar la tecnología *Blockchain* con el Internet de las Cosas y los drones, con el objetivo de llevar a la perfección el reparto en la "última milla", para obtener una distribución final completamente automatizada y eficiente.

## 4.2 COMERCIO INTERNACIONAL: MAERSK

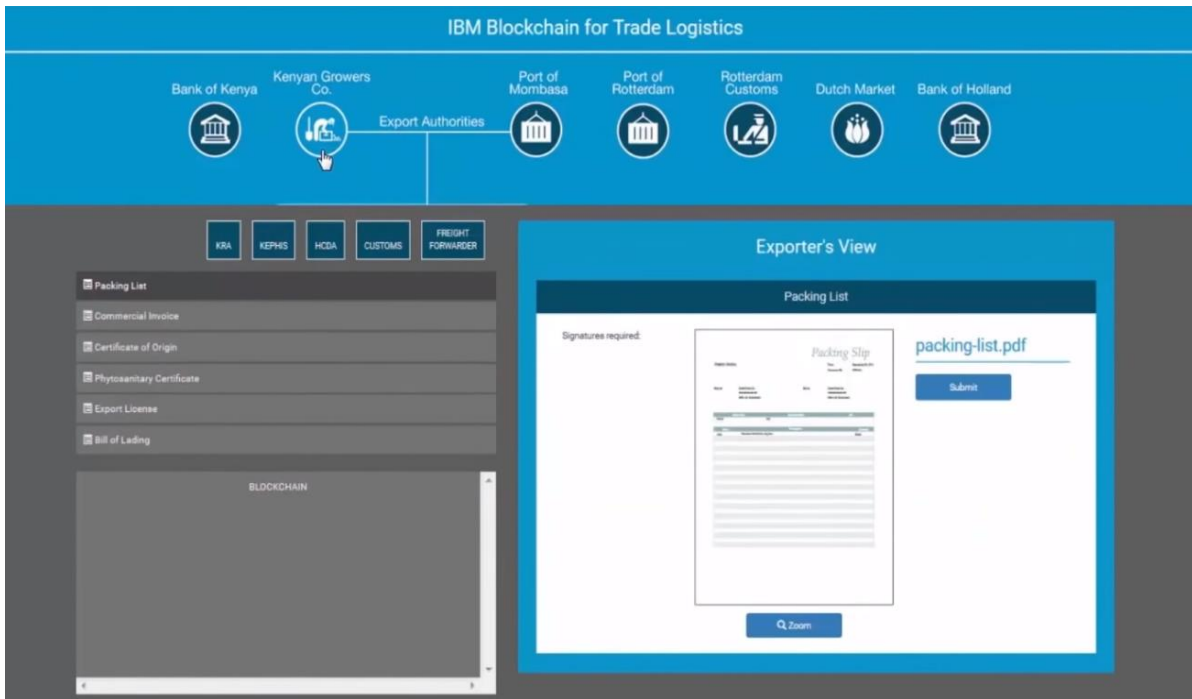
Actualmente, el noventa por ciento del comercio internacional es transportado por la industria naviera, pero su cadena de suministro se ve ralentizada debido a la complejidad que conlleva el gran volumen de comunicaciones y papeleo necesario entre los diversos distribuidores: transportistas terrestres, agentes de aduanas, gobiernos, puertos y transportistas marítimos (Lieber, 2017 citado en Sadouskaya, 2017).

El coste que incurren todos los trámites burocráticos se estima entre el quince y el cincuenta por ciento del coste total del transporte físico de las mercancías (Groenfeldt, 2017 citado en Dobrovnik, Herold, Fürst, & Kummer, 2018). Para tratar de abordar tales ineficiencias en los procesos y digitalizar todos los registros en papel, IBM y Maersk se aliaron en el año 2015 para implementar la tecnología *Blockchain* a sus operaciones, conectando así en una misma plataforma a todos los intermediarios del ecosistema. Este sistema global está diseñado para evitar poder ser manipulado sin permiso, para digitalizar el flujo del comercio y para rastrear todos los envíos de extremo a extremo en cualquier instante. Esta colaboración permite rastrear millones de transportes de contenedores al año y facilita la interacción entre los distribuidores y las autoridades aduaneras en las rutas comerciales deseadas (Armonk, 2017 citado en Sadouskaya, 2017).

Por ejemplo, un envío de productos refrigerados desde Kenia hasta el puerto de Rotterdam requiere permisos y aprobaciones de unos treinta intermediarios que deben interactuar entre sí en más de doscientas ocasiones. Además, documentos como los permisos de embarque pueden ser objeto de fraude (Popper & Lohr, 2017 citado en Hackius & Petersen, 2017). Utilizando este caso, se examinó como la aplicación de *Blockchain* podría mejorar la confianza y la seguridad en el flujo de documentos digitalizados e incrementar la eficiencia de la cadena de suministro global (Lieber, 2017 citado en Sadouskaya, 2017).

En la Figura 4 se puede observar los distintos intermediarios que tienen que intervendrían en la operación: productores, agentes exportadores, puertos, aduanas y agentes importadores. El envío desde el puerto de Mombasa requiere de la aprobación de tres agencias distintas que aprueben la exportación y de la firma de seis documentos que describen el origen, la calidad, los tratamientos químicos del producto y los derechos aduaneros (Lieber, 2017 citado en Sadouskaya, 2017).

Figura 4: Demo de IBM y Maersk: solución de cadena de suministro transfronteriza en *Blockchain*



Fuente: IBM Blockchain Platform citado en Sadouskaya (2017)

Primero, el productor subirá a la plataforma, accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, una lista con los detalles de toda la mercancía a exportar, esto generará automáticamente un *smart contract*. Mientras las tres agencias pertinentes autorizan la exportación, los datos sobre las mercancías se comunican al puerto de Mombasa para que las autoridades aduaneras lo verifiquen y preparen los contenedores para el envío (Armonk, 2017 citado en Sadouskaya, 2017).

Todas las acciones y datos relacionados con los documentos y con los productos son compartidos en la plataforma instantáneamente y en tiempo real, especialmente la información sobre la ubicación exacta las mercancías, en qué paso de la cadena de suministro se encuentran, en posesión de qué distribuidor están y cuál es el próximo paso de su transporte. Esto es crucial para que productos perecederos no se retrasen, corriendo el riesgo de echarse a perder. Este sistema tiene la capacidad de reducir significativamente las demoras y el fraude, ahorrando millones de dólares anualmente. Según el Foro Económico Mundial, la reducción de barreras dentro de la cadena de suministro internacional podría aumentar el PIB mundial en casi un cinco por ciento y el volumen total de comercio en un quince por ciento (World Economic Forum, 2013). *Blockchain* tiene la llave para conseguirlo y en Maersk ya se han percatado.



### 4.3 TRAZABILIDAD: PROVENANCE

Provenance es una empresa tecnológica londinense cuyo objetivo es hacer que la cadena de suministro sea más transparente mediante el uso de tecnologías como la cadena de bloques, haciendo que las empresas sean más honestas y responsables de sus operaciones, incluyendo, por ejemplo, el impacto medioambiental producido en el lugar de obtención de la materia prima. En Provenance, están muy concienciados en cómo se presenta la información de los productos a los consumidores y buscan cómo facilitar la accesibilidad a esa información (Alloson, 2016 citado en Sadouskaya, 2017).

Además, cómo es tan extensa la cantidad de información que es posible obtener con la red *Blockchain*, Provenance tratará de implementar esta tecnología para eliminar la explotación de trabajadores u otras prácticas nocivas (Dickson, 2016 citado en Hackius & Petersen, 2017).

Actualmente, multinacionales como Unilever y Sainsbury's han establecido acuerdos con Provenance y otras empresas *fintech* para comprobar si la tecnología *Blockchain* tiene la capacidad de ayudar a desbloquear incentivos financieros, registrando datos sobre precios, productos y producción, que mejoren la transparencia, la trazabilidad y la sostenibilidad en sus cadenas de suministro. La cadena de bloques permitirá aumentar el abastecimiento sostenible, mejorando los medios de vida de los pequeños agricultores de todo el mundo que proveen a estas grandes empresas, tratando de conseguir una agricultura sostenible. La tecnología *Blockchain* puede hacer que el objetivo de distribuir alimentos saludables y seguros de un planeta sano, esté mucho más cerca (Weed, 2017 citado en Clancy, 2017).

El objetivo de estas pruebas piloto es demostrar la viabilidad comercial de *Blockchain* y otras tecnologías en diferentes actividades y aplicaciones para la gestión de la cadena de suministro. Si las pruebas resultan exitosas, se estima que este sistema podría beneficiar a 1.500 millones de familias de todo el mundo que dependen de la agricultura de pequeña escala (Provenance, 2019). El proyecto permitirá a los minoristas rastrear y probar la sostenibilidad y la trazabilidad de la *supply chain* otorgará a los bancos la capacidad de financiar las buenas prácticas, reducirá costes en la gestión de la cadena de suministro y pondrá a disposición de los consumidores toda la información sobre los productos antes de adquirirlos.

Este proyecto se ha basado en otras exitosas colaboraciones de Provenance. Por ejemplo, en el año 2016 desarrolló un sistema basado en la tecnología *Blockchain* para tratar de eliminar la esclavitud en la pesca de atún del sudeste asiático, primer paso en la cadena de suministro

de los mercados del Reino Unido, Estados Unidos y Japón<sup>3</sup>. Provenance también colaboró recientemente con Sourcemap, vinculando las dos plataformas digitales para la transparencia de la *supply chain*, lo que permite a las marcas abordar ineficiencias y prácticas insostenibles y poco éticas a través del rastreo de la cadena de suministro, la recopilación de datos y el seguimiento de las reclamaciones verificadas con el movimiento del producto (Provenance, 2017).

#### **4.4 TRANSPARENCIA: EVERLEDGER**

A menudo, la procedencia de artículos de un alto valor se basa en certificados en papel que pueden extraviarse o ser manipulados, por ejemplo, no es fácil determinar si el certificado de un diamante es auténtico o falso, o la misma joya ha sido sustraída. Lo mismo ocurre con botellas de vino caras, relojes, bolsos u obras de arte, en definitiva, productos de lujo (Lomas, 2015 citado en Hackius & Petersen, 2017).

Everledger nació en el año 2015 con el fin de buscar una solución a estos problemas, reduciendo el riesgo de fraude y estafa en mercados bancarios, de seguros y de lujo, mediante el uso de *Blockchain* y otras tecnologías emergentes. La startup ofrece la realización del seguimiento y verificación de la procedencia de multitud de productos onerosos, proporcionando un valor añadido a las empresas de la industria y asegurando a los compradores la autenticidad y calidad del producto. La plataforma basada en la tecnología *Blockchain* se ejecuta en un libro digital global que brinda la capacidad de rastrear bienes a lo largo de toda la cadena de suministro. Los registros de este sistema definen las características, el historial y la propiedad, mientras que todas las partes involucradas en la distribución y comercialización de los productos pueden acceder a esta información en cualquier momento (Dickson, 2016 citado en Hackius & Petersen, 2017).

---

<sup>3</sup> Provenance, en colaboración con *International Pole and Line Foundation* y con *Humanity United*, desarrolló un proyecto de 6 meses para rastrear la pesca de dos tipos de atún en aguas de Indonesia, principal país proveedor de pescado a Estados Unidos y Gran Bretaña, con fin de luchar contra la pesca ilegal y la esclavitud. El trabajo consistió en registrar todo el proceso, desde la pesca y el procesado hasta la comercialización de todo el atún del país en una plataforma basada en la tecnología de bloques encadenados. Ahora, los consumidores pueden consultar con una aplicación móvil si el pescado que van a adquirir es legal, sostenible y ético. Blockchain no es la solución, pero sí la herramienta para eliminar la pesca ilegal y la esclavitud (Provenance, 2016).

Everledger, especializados en el mercado de diamantes, han establecido acuerdos con grandes joyerías mundiales, como De Beers, Taylor & Hart o Diamond Singapore Exchange, para proteger todas sus transacciones con la tecnología *Blockchain*. Desde la startup aseguran haber agregado más de un millón de diamantes a su red de cadena de bloques, lo que permite rastrear no sólo su origen sino también todo su paso por la cadena de suministro hasta llegar a la propiedad actual. Además, cada joya queda registrada con 40 puntos de datos que identifican de forma única a cada diamante. A través de las plataformas *Blockchain*, Everledger busca reducir los más de dos mil millones de dólares estadounidenses que se defraudan al año en el comercio de joyas y pretende brindar transparencia y autenticidad al mercado de diamantes (O'Neal, 2018 citado en Felin, T. & Lakhani, 2018).

Pero no todos los tesoros son diamantes y joyas; al usar estos registros públicamente disponibles en la red *Blockchain*, un comprador potencial puede determinar claramente si el vendedor es el verdadero dueño del diamante y también puede asegurarse de que no está comprando un "diamante de sangre" extraído de una zona conflictiva (Underwood, 2016 citado en Hackius & Petersen, 2017). Las soluciones que ofrece la empresa Everledge podrían ser fácilmente extrapoladas a otros sectores, como el comercio de diamantes de sangre, las minas de coltán, la industria textil, etc., pudiendo conseguir poner fin mediante la trazabilidad y la transparencia a problemas reales del siglo XXI, como la esclavitud moderna.

## 5. CONCLUSIONES

Es fundamental que las organizaciones realicen una evaluación integral interna antes de implementar *Blockchain* en sus operaciones para garantizar la mitigación de los riesgos asociados a la tecnología. Cuestiones como el nivel de adopción del mercado o las posibles restricciones normativas, plantean una serie de inquietudes para la mayoría de las tecnologías emergentes. Estos riesgos, como pueden ser una dudosa ventaja competitiva o la integridad de la seguridad, pueden hacer que algunas empresas se lo piensen dos veces antes de avanzar hacia la implementación de *Blockchain* en sus operaciones. Sin embargo, las preocupaciones más frecuentes, detalladas a continuación, pueden mitigarse con una correcta planificación:

- Visibilidad de la fuente: la preocupación por parte de las empresas es que la competencia pueda ver los detalles de la fuente de suministro de la cadena. Pero la respuesta reside en que las identidades de todas las partes involucradas en cualquier transacción quedan ocultas, sólo sus claves públicas son visibles para el resto de la red y se pueden usar nuevas claves para cada transacción, incrementando la seguridad.
- Seguridad de la cadena de suministro: la inquietud en este caso es que el uso de un libro digital de contabilidad distribuido puede conllevar un mayor riesgo de ataque cibernético. Pero como ya se ha visto anteriormente, la red *Blockchain* no ha sido hackeada en todos sus años de funcionamiento, esto se debe a sus características inherentes de seguridad, confidencialidad, integridad y disponibilidad de datos.
- Volumen de transacciones: las organizaciones recelan de que cualquier competidor pueda determinar la cantidad y el valor de la mercancía que se está transportando. Sin embargo, el contenido de un registro de seguimiento en la cadena de bloques se puede cifrar, haciendo imposible el conocimiento de estos datos.

Una evaluación exhaustiva de las consideraciones mencionadas, probablemente aliviará los riesgos asociados a la implementación de *Blockchain* en la cadena de suministro. Por encima de todas las demás consideraciones, la creación de una estrategia basada en la cadena de bloques, apoyará a las entidades en la gestión y en el desarrollo de soluciones que resuelvan los desafíos existentes y creando ganancias de eficiencia operativa.

La capacidad de la tecnología *Blockchain* en la gestión de la cadena de suministro es un tema cada vez más popular, con pruebas de concepto desarrolladas en todas las industrias, como se ha demostrado en los capítulos anteriores. Las primeras empresas que participen en esta revolución, tendrán la oportunidad de trabajar en equipo con las entidades reguladoras y los

desarrolladores tecnológicos, obteniendo la oportunidad de darle forma a cómo la tecnología *Blockchain* funcionará en sus industrias, estableciendo las reglas de este nuevo juego.

Personalmente, tras largas horas de investigación, queda claro que sólo expertos o personal más cercano a estos sectores, comprenden actualmente la tecnología *Blockchain*. El público general sólo relaciona la cadena de bloques con *Bitcoin* o las criptomonedas y esto significa un paso atrás para la tecnología, ya que no son pocos los gobiernos y entidades pretenden, varias con éxito, criminalizar el uso de las criptodivisas, actitud provocada en gran medida por la alta especulación y la descentralización de las mismas. La adopción por parte de la sociedad dependerá de la relación riesgo-beneficio que transmita la tecnología *Blockchain* y, para ello, deberá ser capaz de ofrecer una imagen independiente y alejada de las criptomonedas. Como se ha podido estudiar a través del contenido del presente Trabajo de Fin de Grado, las administraciones y empresas más relevantes y poderosas del mundo están apostando por implementar *Blockchain* en sus operaciones, especialmente en la cadena de suministro por su consecuente mejora de la eficiencia provocando un formidable ahorro en tiempos y costes, por lo que es una tecnología que, a pesar de estar en fase de desarrollo, será capaz de revolucionar nuestra comprensión sobre el intercambio de información. Actualmente, los datos son el petróleo del siglo XXI, y quién domine Blockchain, tendrá una enorme ventaja competitiva sobre los demás.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

AECOC (2019). AECOC CALIDAD. Asociación Española de Codificación Comercial. Consultado en <https://www.aecoc.es/servicios/herramientas/aecoc-calidad/>

Ajuria, A. I. (2018). Contratación inteligente en el ámbito de los términos uniformes del comercio internacional. Universidad Pontificia Comillas. Consultado en <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/20896>

Blockchain.com (2019). Average Block Size. The average block size in MB. [Gráfico 1]. Consultado en <https://www.blockchain.com/es/charts/avg-block-size?timespan=1year>

Calzadilla Daguerre, J. M., & Villa Pérez, A. (2017). Systematic Literature Review of the use of Blockchain in Supply Chain. IE Business School. Consultado en [http://oa.upm.es/51171/1/INVE MEM 2017 278222.pdf](http://oa.upm.es/51171/1/INVE_MEM_2017_278222.pdf)

Champagne, P. (2014). *El Libro de Satoshi*. Edición BlockchainEspana.com. Consultado en <https://libroblockchain.com/satoshi/>

Clancy, H. (2017). Unilever teams with big banks on blockchain for supply chain. *GreenBiz*. Consultado en <https://www.greenbiz.com/article/unilever-teams-big-banks-blockchain-supply-chain>

Clark, F. (2015). Rise in online pharmacies sees counterfeit drugs go global. *The Lancet*. Consultado en [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(15\)00394-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)00394-3/fulltext)

Coinbase (2019). Bitcoin Price Chart (BTC). Consultado en <https://www.coinbase.com/price/bitcoin>

Dobrovnik, M., Herold, D., Fürst, E., & Kummer, S. (2018). Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start. *Logistics*, 2, 18. Consultado en <https://www.mdpi.com/2305-6290/2/3/18>

Dovale, A., & Morales, J. (2018). Blockchain y el sector salud. *I+ S: Revista de la Sociedad Española de Informática y Salud*, (128), 11-14. Consultado en <https://seis.es/revista-no-128/>

FDA (2011). Food Safety Modernization Act (FSMA). U.S. Food and Drug Administration (FDA). Consultado en <https://www.fda.gov/food/guidance-regulation-food-and-dietary-supplements/food-safety-modernization-act-fsma>

FDA (2013). Drug Supply Chain Security Act (DSCSA). U.S. Food and Drug Administration (FDA). Consultado en <https://www.fda.gov/drugs/drug-supply-chain-integrity/drug-supply-chain-security-act-dscsa>

Felin, T., & Wilson, C. E. (2018). What Problems Will You Solve With Blockchain? *MIT Sloan Management Review*, 7. Consultado en <https://sloanreview.mit.edu/article/what-problems-will-you-solve-with-blockchain/>

Fernández, A. (2018). Blockchain: la nueva tecnología desconocida. Universidad de Cantabria. Consultado en <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/15515/FERNANDEZSAIZALEJANDRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fernández Herrero, D. (2018). Aplicación de la tecnología Blockchain en el Supply Chain en los sectores industriales. Universidad de Valladolid. Consultado en <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/30884/1/TFM-P-803.pdf>

FIAB (2018). Informe Económico 2018. Industria de Alimentación y Bebidas. Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas. Consultado en [http://fiab.es/es/archivos/documentos/FIAB\\_INFORME\\_ECONOMICO\\_2018.pdf](http://fiab.es/es/archivos/documentos/FIAB_INFORME_ECONOMICO_2018.pdf)

Gómez Lasala, I. (2018). *Blockchain. La revolución en la industria*. Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya. Consultado en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/122913/in-s-tfg-bc.definitivo-jf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gupta, V. (2017). A Brief History of Blockchain. *Harvard Business Review*. Consultado en <https://hbr.org/2017/02/a-brief-history-of-blockchain>

Hackius, N., & Petersen, M. (2017). Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat? *Digitalization in Supply Chain Management and Logistics* (pp. 3-18). Consultado en [https://tore.tuhh.de/bitstream/11420/1447/1/petersen\\_hackius\\_blockchain\\_in\\_scm\\_and\\_logistics\\_hicl\\_2017.pdf](https://tore.tuhh.de/bitstream/11420/1447/1/petersen_hackius_blockchain_in_scm_and_logistics_hicl_2017.pdf)

Ibáñez, J. (2014). Niveles De Madurez De La Tecnología. Technology Readiness Levels. *TRLS. Economía Industrial*. Consultado en <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/393/NOTAS.pdf>

Kehoe, L., O'Connell, N., Andrzejewski, D., Gindner, K., & Dalal, D. (2017). When two chains combine: Supply chain meets blockchain. Deloitte. Consultado en [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/blockchainsupplychain/IE\\_C\\_TL\\_Supplychain\\_meets\\_blockchain.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/blockchainsupplychain/IE_C_TL_Supplychain_meets_blockchain.pdf)

Marissen, R., Louca, M. & Butts, A. S. (2018). Blockchain in air cargo - Digital disruption in the supply chain. IBM Blockchain. Consultado en <https://www.ibm.com/downloads/cas/K9LX9RGQ>

McKinsey (2017). Blockchain technology for supply chains - A must or a maybe? *McKinsey & Company Operations Extranet*, 1–10. Consultado en <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/blockchain-technology-for-supply-chains-a-must-or-a-maybe>

Noya, E. (2015). ¿Es el 'fintech' el mayor desafío que afronta la banca? *Harvard Deusto*, 8. Consultado en <https://www.harvard-deusto.com/es-el-fintech-el-mayor-desafio-que-afronta-la-banca>

Parlamento Europeo y del Consejo (2002). Reglamento (CE) Nº 178/2002. DO L 31 de 1.2.2002, p. 1. Consultado en <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002R0178:20080325:ES:PDF>

Provenance (2016). From shore to plate: Tracking tuna on the blockchain. Project Provenance Ltd. Consultado en <https://www.provenance.org/tracking-tuna-on-the-blockchain>

Provenance (2017). Provenance partners with Sourcemap to power end-to-end traceability for consumer goods. The Provenance Team. Consultado en <https://www.provenance.org/news/technology/sourcemap-partnership>

Rogers, E. M. (2010). *Diffusion of innovations*. Simon and Schuster. Consultado en [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=v1ii4QsB7jIC&oi=fnd&pg=PR15&dq=Diffusion+of+Innovations.+Diffusions+of+Innovations+rogers&ots=DLXwvJQn7Q&sig=qa7mOEEEE0Y-6Sh\\_Q9LqI2qY3v0k#v=onepage&q=Diffusions%20of%20Innovations.%20Diffusions%20of%20Innovations%20rogers&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=v1ii4QsB7jIC&oi=fnd&pg=PR15&dq=Diffusion+of+Innovations.+Diffusions+of+Innovations+rogers&ots=DLXwvJQn7Q&sig=qa7mOEEEE0Y-6Sh_Q9LqI2qY3v0k#v=onepage&q=Diffusions%20of%20Innovations.%20Diffusions%20of%20Innovations%20rogers&f=false)

Sadouskaya, K. (2017). Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain and Logistics. South-Eastern Finland University of Applied Sciences (XAMK). Consultado en <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126096/Adoption%20of%20Blockchain%20Technology%20in%20Supply%20Chain%20and%20Logistics.pdf?sequence=1>



Sánchez, V., Cuenca, F., & Puertas, M. (2018). Cómo impacta Blockchain en la Logística 4.0. Minsait, 1–38. Consultado en [https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom\\_documents/informe\\_blockchain\\_logistica\\_uno\\_e\\_0.pdf](https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom_documents/informe_blockchain_logistica_uno_e_0.pdf)

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). *La revolución blockchain. Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global*. Ediciones Deusco. Séptima Edición. Consultado en <https://www.marcialpons.es/media/pdf/9788423426553.pdf>

Tascón, M. (2018). Las nuevas ciudades conectadas y la cultura. *Anuario AC/E 2018 de Cultura Digital. Tendencias Digitales para la Cultura*, p. 10-11. Consultado en <https://www.accioncultural.es/es/anuario-ac/e-de-cultura-digital-2018>

Treiblmaier, H. (2018). The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action. *Supply Chain Management: An International Journal*, 23(6), 545-559. Consultado en <https://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/SCM-01-2018-0029>

Turashvili, M. (2018). Using Blockchain in Georgia. National Agency of Public Registry, Georgia. Consultado en <https://www.elra.eu/wp-content/uploads/2018/06/Mariam-Turashvili-NAPR-Blockchain-Presentation-3.0.pdf>

Tutellus (2019). Tutellus: Aprende para ser mejor. Consultado en <https://www.tutellus.com/>

Vitasek, K. (2013). Supply chain management. Terms and glossary. Council of Supply Chain Management Professionals. Consultado en [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921)

Wild, J., Arnold, M. & Stafford, P. (2015). Technology: Banks seek the key to blockchain. Financial Times. [Figura 2]. Consultado en <https://www.ft.com/content/eb1f8256-7b4b-11e5-a1fe-567b37f80b64>

World Economic Forum (2013). Enabling Trade: Valuing Growth Opportunities. World Economic Forum, Ginebra. Consultado en [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_SCT\\_EnablingTrade\\_Report\\_2013.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_SCT_EnablingTrade_Report_2013.pdf)