



---

# Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Trabajo de Fin de Grado

**Grado en Administración y Dirección  
de Empresas (ADE)**

## **BLOCKCHAIN Y SMART CONTRACTS. LA REVOLUCIÓN EN LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO**

Presentado por:

***Marcos Calleja Garrido***

Tutelado por:

***Félix J. López Iturriaga***

*Valladolid, 24 de abril de 2020*

## RESUMEN

*Blockchain* es un libro de contabilidad digital transparente, inmutable y descentralizado con numerosas aplicaciones en el mundo empresarial. Esta tecnología permite a las empresas generar valor mediante un incremento de la eficiencia operativa y reducción de costes. Una de sus aplicaciones son los *smart contracts*, programas informáticos distribuidos, inmutables y autoejecutables que ofrecen una automatización de las transacciones entre dos o más partes. Entre sus numerosas aplicaciones destacamos la gestión de la cadena de suministro. Esta última posee una estructura de red bastante compleja y con ciertas limitaciones que, tanto *blockchain* como los *smart contracts* pueden resolver. Esta tecnología también tiene limitaciones como la falta de transparencia y fluidez de intercambio de información entre los distintos miembros de la cadena, lo que puede generar algunas ineficiencias. En cualquier caso, las dos tecnologías mencionadas se enfrentan a numerosos desafíos que deben superar para poder avanzar como solución común.

**Palabras Clave:** blockchain, smart contracts, gestión de la cadena suministro, transparencia, eficiencia, tecnología.

**Clasificación JEL:** M11, O34.

## ABSTRACT

Blockchain is a transparent, immutable, and decentralized digital ledger with numerous applications in the business world. This technology allows companies to extract business value by increasing operational efficiencies and reducing costs. One of its functionalities is smart contracts, distributed, immutable and self-executing software that offers an automation of transactions between two or more parties. Among its many applications we highlight the supply chain management. The latter has a fairly complex network structure and with certain limitations that both blockchain and smart contracts seek to resolve. Among these limitations we highlight the lack of transparency and fluidity of information exchange between the different members of the chain, which generates numerous inefficiencies. In spite of all this, the two technologies mentioned face numerous challenges that must be overcome in order to move forward as a common solution.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. METODOLOGIA .....	3
3. LA FILOSOFÍA <i>BLOCKCHAIN</i> .....	4
4. VALOR ESTRATÉGICO-EMPRESARIAL DE <i>BLOCKCHAIN</i> .....	6
5. SMART CONTRACTS .....	8
5.1. Definición y características.....	8
5.2. Aplicaciones .....	10
5.3. Limitaciones .....	13
6. LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	16
6.1. Explicación .....	16
6.2. Desafíos y limitaciones.....	20
6.2.1. Previsión de la demanda y gestión de inventarios.....	20
6.2.2. Gestión del riesgo.....	21
6.2.3. Retrasos imprevistos. ....	21
6.2.4. Presión hacia una mayor transparencia. ....	21
7. <i>BLOCKCHAIN</i> , SMART CONTRACTS Y LA CADENA DE SUMINISTRO	22
7.1. Beneficios.....	24
7.1.1. Mejora de las transacciones internacionales .....	24
7.1.2. Incremento de la Transparencia .....	24
7.1.3. Mejora de la eficiencia .....	25
7.1.4. Mejora de la trazabilidad y la sostenibilidad .....	26
7.2. Desafíos y limitaciones.....	27
8. CONCLUSIÓN.....	28
9. BIBLIOGRAFÍA.....	30
10. ANEXOS.....	35
Anexo A: Definición de neologismos utilizados .....	35

## 1. INTRODUCCIÓN

*Blockchain* es una tecnología disruptiva que tiene su origen en 1991, cuando dos investigadores (Stuart Haber y W. Scott Stornetta) idearon una herramienta que tenía por objeto sellar la fecha de los documentos digitales de manera que no fuera posible antedatarlos o manipularlos. Este sistema, a pesar de ser innovador, no se utilizó hasta 2008 cuando Satoshi Nakamoto lo adaptó para crear la criptografía digital "Bitcoin".

Esta tecnología tiene multitud de aplicaciones revolucionarias en diversos sectores como veremos en el desarrollo de este trabajo. Una de sus aplicaciones es la creación de los denominados *smart contracts*, programas informáticos que se autoejecutan cuando se cumplen unas reglas predefinidas que tratan de proporcionar a las transacciones una seguridad y transparencia superior a la del derecho tradicional, además de una reducción de los costes.

En el presente documento inicialmente se presenta la tecnología *blockchain* abordando su utilidad en el ámbito empresarial. A continuación analizamos los denominados *smart contracts*, con su potencial y limitaciones. Posteriormente se desarrolla el concepto de gestión de la cadena de suministro así como sus actuales limitaciones. Por último, relacionamos todos los conceptos anteriores ofreciendo un análisis de cómo *blockchain* y los *smart contracts* pueden ser usados para incrementar la eficiencia de la gestión de la cadena de suministro.

El presente trabajo se plantea dos objetivos. En primer lugar, exploramos la tecnología *blockchain* exponiendo en qué consiste su carácter disruptor. En segundo lugar, apuntamos cómo pueden las empresas aprovechar esta tecnología para crear valor, analizando la funcionalidad y viabilidad de los denominados *smart contracts*. Para ellos se hace necesario conocer las limitaciones de la actual cadena de suministro y abordar cómo *blockchain* y los *smart contracts* pueden resolver muchos de estos problemas.

## 2. METODOLOGIA

Para realizar este trabajo se ha llevado a cabo una revisión de la literatura sobre el tema en estudio:

- Se han analizado diversos informes sobre el tema, procedentes de instituciones gubernamentales y consultoras. (Organización Mundial del Comercio, Centre for International Governance Innovation, McKinsey, Deloitte).
- Se han consultado varios libros y extractos publicados. (Ordanini et al, Preukschat, Voshmgir).
- Se han utilizado como referencia artículos en revistas científicas internacionales dedicados a finanzas, innovación y digitalización. (Harvard Business Review, MIT Sloan, Universia Business Review, International Journal of Information Management, Industrial Marketing Management).
- Se ha examinado información procedente de documentos de conferencias realizadas sobre la aplicación de smart contracts. (McConaghy et al).
- Se ha estudiado el contenido de numerosas páginas web, blogs y portales de noticias con opiniones de inversores, analistas y expertos. (CoinTelegraph, CioSpain...).
- Se ha utilizado como referencia contenido multimedia publicado en youtube por un experto en el tema de blockchain y smart contracts (Decuyper).
- Se han consultado artículos y estudios realizados en distintas universidades (Universidad de Maryland, Universidad de Cornell, Universidad tecnológica de Tallin).

### **3. LA FILOSOFÍA *BLOCKCHAIN***

*Blockchain*, como su propio nombre indica, es una cadena de bloques que contiene información (del inglés *block*: bloque, *chain*: cadena). Es un libro de contabilidad digital distribuido completamente abierto que puede programarse para registrar y rastrear cualquier activo que tenga valor, desde transacciones financieras hasta registros médicos. Una propiedad específica que caracteriza a la cadena de bloques es que, una vez que un dato ha sido registrado dentro de ella, se hace muy difícil cambiarlo.

Hay tres razones principales por las que *blockchain* es tan especial. La primera es la forma en que rastrea y almacena los datos. *blockchain* almacena la información en lotes llamados bloques, que se enlazan entre sí de manera cronológica para formar una línea continua; metafóricamente hablamos de una cadena de bloques. Si se realiza un cambio en la información registrada en un bloque concreto, esta información no se reescribe sino que el cambio se almacena en un nuevo bloque. Esta es una forma no destructiva de rastrear los cambios de datos a través del tiempo.

A diferencia del antiguo método contabilidad, originalmente un libro, *blockchain* fue diseñado para ser descentralizado y distribuido a través de una gran red de ordenadores. Esta descentralización de la información reduce la capacidad de alteración de los datos y nos lleva al segundo factor que hace que *blockchain* sea único.

*Blockchain* crea confianza en los datos. Antes de que se pueda añadir un bloque a la cadena tienen que cumplirse una serie de eventos. Primero hay que resolver un “puzle” criptográfico, creando así el bloque. El actor, denominado minero, que resuelve el puzle, generalmente el que posee acceso a una mayor potencia de cálculo, comparte la solución con todos los demás ordenadores de la red. Esto se denomina *prueba de trabajo*, *PoW* (del inglés, *Proof of Work*). La red entonces verificará esta *PoW* y, si es correcta, el bloque se añadirá a la cadena. Todos los usuarios de la cadena poseen una copia completa de la misma, por lo que si un actor malicioso intenta realizar cambios en ella, este cambio será rechazado por el resto de miembros de la red (Voshmgir, 2019). La combinación de estos complejos problemas matemáticos y la verificación por parte de muchos ordenadores asegura que podamos confiar en todos y cada uno de los bloques de la cadena. De esta forma, tenemos la oportunidad de interactuar directamente con nuestros datos en tiempo real.

La tercera y última de las razones es la eliminación de los intermediarios. Este tipo de interacción de confianza cliente-cliente, *P2P* (del inglés, *peer to peer*), con nuestros datos puede revolucionar la forma en que accedemos, verificamos y realizamos transacciones entre nosotros y, dado que la cadena de bloques es un tipo de tecnología y no una sola red, puede implementarse de muchas

maneras diferentes. Podemos destacar tres tipos diferentes de cadenas de bloques:

- Públicas: están completamente abiertas a todos los usuarios para verlas y acceder a ellas.
- Privadas o permissionadas: están cerradas a un grupo selecto de usuarios autorizados. Pueden ser de gran utilidad especialmente en empresas, bancos o agencias gubernamentales.
- Híbridos pública-privada: el híbrido puede desarrollarse de dos formas diferentes. La primera consiste en una cadena de bloques donde únicamente los que tienen acceso privado pueden ver todos los datos, mientras que el público solo puede ver selecciones de esos datos. En el segundo tipo de cadena todo el mundo tiene acceso a los datos, pero solo ciertos individuos tienen acceso a añadir nuevos datos.

Es la combinación de todos estos factores, descentralización de los datos, fomento de la confianza en los datos y la posibilidad de interactuar directamente entre nosotros y los datos, lo que da a la tecnología *blockchain* el potencial para ser utilizada en muchas de las formas en que interactuamos entre nosotros. Pero, al igual que el auge de Internet, esta tecnología traerá consigo todo tipo de complejas cuestiones de política en torno a la gobernanza del derecho internacional, la seguridad y la economía entre otras.

#### **4. VALOR ESTRATÉGICO-EMPRESARIAL DE BLOCKCHAIN**

Para poder determinar el valor estratégico de *blockchain* debemos atender a tres ideas clave (Carson et al, 2018). En primer lugar, *blockchain* no tiene que ser un desintermediador para generar valor, un hecho que fomenta las aplicaciones comerciales permitidas. Mediante una correcta utilización de *blockchain*, las empresas pueden beneficiarse de una reducción de la complejidad y coste de transacciones, así como de una mayor transparencia y control del fraude.

El modelo comercial con más probabilidades de tener éxito es el de las cadenas de bloques privadas o permissionadas<sup>1</sup> en lugar de las públicas, puesto que las primeras permiten asegurar un mayor nivel de confidencialidad de los datos esencial en la mayoría de empresas y sectores regulados.

La cadena de bloques privada permite a las empresas extraer valor comercial de las implementaciones de *blockchain*. Los actores dominantes pueden mantener sus posiciones como autoridades centrales o unir fuerzas con otros actores de la industria para capturar y compartir el valor. Los participantes pueden obtener el valor de compartir datos de forma segura mientras automatizan el control de lo que se comparte, con quién y cuándo. La tecnología de *blockchain* puede resolver la necesidad de que una entidad se encargue de gestionar, almacenar y financiar una base de datos.

En segundo lugar, el valor de *blockchain* a corto plazo consistirá fundamentalmente en la reducción de costes antes de crear modelos de negocios transformadores. El impacto fundamental de *blockchain* está en el impulso de las eficiencias operativas. Mediante la eliminación de los intermediarios o el esfuerzo administrativo de mantenimiento de registros y conciliación de transacciones pueden disminuirse los costes. La reducción de intermediarios y aumento de la transparencia en el comercio internacional es un claro ejemplo del incremento de la eficiencia que supondría *blockchain*. Con el tiempo, el valor de la cadena de bloques pasará de impulsar la reducción de costes a permitir la creación de modelos de negocios y flujos de ingresos totalmente nuevos.

La tercera idea es que *blockchain* está todavía a algunos años de la viabilidad a gran escala, principalmente debido a la dificultad de resolver la paradoja de la "coopetición" para establecer normas comunes.

Hay ciertas limitaciones y dificultades que deben resolverse para conseguir la viabilidad de *blockchain* a gran escala:

- La falta de normas comunes y reglamentos claros.

---

<sup>1</sup> (Preukshat, 2017, pp. 28-29): "En las *blockchain* privadas no todos los datos inscritos en la cadena de bloques tienen difusión pública y solo los participantes o usuarios autorizados pueden acceder y consultar todas o algunas de las transacciones realizadas".

- La inmadurez tecnológica de las cadenas de bloques aumenta los costes de cambio. Los beneficios de *blockchain* se obtendrán cuando los sistemas antiguos sean retirados y sustituidos.
- Los activos deben poder ser digitalizados. Para poder conectar los bienes físicos a una cadena de bloques se requieren de tecnologías como el internet de las cosas, *IoT* (del inglés, *Internet of Things*), o la biometría. Esto podría vulnerar la seguridad de un libro de registro dentro de la cadena de bloques puesto que a pesar de que el registro en el mismo pueda ser inmutable, el artículo físico o el sensor de *IoT* puede ser manipulado.
- La paradoja de la “coopetición” o cooperación competitiva debe ser resuelta. El desarrollo de '*blockchain*' requiere de la colaboración entre empresas para lograr avances y estándares conjuntos y no siempre están dispuestas a hacerlo, limitando así las áreas de aplicación de *blockchain*.

De acuerdo con Carson et al (2018), las empresas deben adoptar el siguiente enfoque:

“Deben identificar el valor evaluando pragmática y escépticamente el impacto y viabilidad a nivel granular y centrándose en abordar los verdaderos puntos débiles con casos de uso específicos dentro de industrias seleccionadas. También deben captar valor adaptando los enfoques estratégicos de la cadena de bloques a su posición en el mercado, teniendo en cuenta medidas tales como la capacidad de dar forma al ecosistema, establecer normas y abordar las barreras reglamentarias. Con el enfoque estratégico adecuado, las empresas pueden empezar a extraer valor a corto plazo.”

## **5. SMART CONTRACTS**

### **5.1. Definición y características**

El concepto de *smart contract* fue introducido y desarrollado por primera vez por el criptógrafo Nick Szabo durante el período 1994-1997. Sin embargo, no fue hasta 2015 cuando apareció por primera vez en el contexto de la cadena de bloques, gracias a la tecnología Ethereum.

De acuerdo con Ream et al (2016) “Se trata de programas informáticos, no de contratos en el sentido jurídico, que extienden la utilidad de las cadenas de bloques desde el simple mantenimiento de un registro de entrada de transacciones financieras hasta la aplicación automática de las condiciones de los acuerdos multipartitos”.

De esta forma podríamos definir a los *smart contracts* como programas informáticos que se autoejecutan al cumplirse ciertas condiciones sin la necesidad de terceros. No son un tipo de *blockchain*, sino una funcionalidad de esta tecnología.

Cuando todas las partes del *smart contract* cumplen las reglas arbitrarias predefinidas, este ejecutará automáticamente la transacción. Estos contratos inteligentes tienen por objeto proporcionar una seguridad en las transacciones superior a la del derecho contractual tradicional y reducir los costos de coordinación y ejecución de las transacciones.

A diferencia de un contrato jurídico tradicional, los *smart contracts* pueden tomar la información como input, procesarla mediante las normas establecidas en el contrato y tomar cualquier medida acordada como resultado. Esa información se introduce en el *smart contract* mediante los denominados "oráculos"<sup>2</sup>, es decir, los datos suministrados por terceros proveedores de servicios en las condiciones predefinidas previstas en el contrato inteligente. Dado que las cadenas de bloques no pueden acceder a datos fuera de su red, los oráculos son la única forma de que los *smart contracts* "interactúen" con datos fuera del entorno de la cadena de bloques. Los Smart contracts suelen trabajar en conjunto con otras tecnologías, en particular el IoT. De esta manera, utilizarán los datos proporcionados por el IoT para llevar a cabo acciones diversas. (Ganne, 2018)

---

<sup>2</sup> “Los oráculos son instrumentos que permiten actualizar estados internos de un Smart contract a través de información del exterior (generalmente obtenida a través de APIs (Interfaz de programación de aplicaciones, conjunto de reglas (código) y especificaciones que las aplicaciones pueden seguir para comunicarse entre ellas)), por ejemplo obtener la cotización de una acción o divisa o si un paquete ha sido enviado por la empresa de transportes.” Smart Contracts: ¿Qué son, cómo funcionan y qué aportan? Extraído de: <https://academy.bit2me.com/que-son-los-smart-contracts/>

De acuerdo con Beklemysheva (s.f<sup>3</sup>) los Smart contracts poseen tres características fundamentales:

- Se auto-verifican debido a las posibilidades de automatización. Esta característica puede ser interesante para incrementar la eficiencia del comercio internacional mediante la automatización de las transacciones.
- se autoejecutan cuando las reglas se cumplen en todas las fases.
- Están a prueba de manipulaciones, ya que nadie puede cambiar lo que ha sido programado.

Al estar incluidos en una cadena de bloques poseen dos propiedades principales: Son Inmutables y distribuidos. Al ser inmutables, una vez que se crea un contrato inteligente no puede ser cambiado de nuevo, de forma que nadie puede manipular este contrato. Al estar distribuidos, el contrato es validado por todos los usuarios de la red existente.

Hay varias cadenas de bloques que soportan los Smart contracts, pero la más sofisticada para este asunto es Ethereum, ya que fue creada específicamente para soportar los contratos inteligentes. (Ream et al, 2016)

Los beneficios de los Smart contracts pueden resumirse en: precisión, rapidez, transparencia, eficiencia, seguridad y fomento de confianza. Además, reducen la posibilidad de errores en la ejecución del contrato, ya que se ejecuta de forma programada. No hay retrasos, tan pronto como se cumplen los términos, el contrato se ejecuta. La tecnología es segura, lo que inspira confianza en el contrato.

## **5.2. Aplicaciones**

Los *smart contracts* tienen diversos usos actuales y potenciales. Pueden utilizarse para transacciones económicas sencillas como el envío de dinero de una parte a otra. También pueden utilizarse para registrar cualquier tipo de propiedad y derechos de propiedad, como los registros de la propiedad inmobiliaria e intelectual, o para gestionar el control de acceso inteligente a una

---

<sup>3</sup> Sin fecha.

economía de reparto, entre otros usos. Además, los Smart contracts pueden emplearse para transacciones más complejas como gobernar a un grupo de personas que comparten los mismos intereses y objetivos. Los organismos autónomos descentralizados (DAO) son otro ejemplo de Smart contracts más complejos. (Voshmgir, S. 2019).

Como vemos, los Smart contracts tienen una gran variedad de usos. A continuación, presentaremos 3 usos potenciales en el entorno empresarial. De estos usos, desarrollaremos el último en mayor profundidad en el último punto.

- Crowdfunding

El *crowdfunding* es un tipo de financiación colectiva emprendida para recaudar fondos para un nuevo proyecto propuesto por alguien, recogiendo pequeñas y medianas inversiones de varias personas. (Ordanini et al, 2011). Estos sistemas de financiación colectiva son complejos ya que en ellos participan numerosos agentes y su estructura incluye funciones mucho más amplias que la mera financiación. (Quero et al, 2014).

Por medio de Smart contracts es posible crear una plataforma que no requiera de terceros. El Smart contract puede programarse para recibir y almacenar todos los fondos hasta que se alcanza un objetivo específico. Los aportantes transfieren su dinero al Smart contract; si el proyecto consigue los fondos suficientes, el contrato enviará de manera automática el dinero a los creadores del proyecto. Sin embargo, si el proyecto no consigue el objetivo, el mínimo de fondos suficientes, el dinero será automáticamente devuelto a los aportantes. Al estar los Smart contracts almacenados dentro de una cadena de bloques, todo está completamente distribuido, nadie tiene posesión sobre el dinero. (Decuyper, 2017)

- DAO (Decentralized Autonomous Organisations)

Una organización autónoma descentralizada (DAO) es una organización que funciona de manera autónoma mediante reglas codificadas en Smart contracts. Todas las transacciones de la organización se registran y mantienen en una cadena de bloques. Las DAOs tratan del resolver el problema de agencia, en el que una persona, el principal, encarga a otra, el agente, la defensa de sus

intereses, delegando en esta persona cierto poder de decisión. El problema surge cuando el agente busca sus objetivos personales en detrimento de los intereses del principal (riesgo moral). (Eumed, 2018)

Mientras que en organizaciones tradicionales todos los agentes cuentan con derechos y obligaciones reguladas por un contrato, las DAOs implican un grupo de personas que interactúan entre sí según un protocolo de código abierto que se aplica a sí mismo. De esta manera, *blockchain* y los Smart contracts reducen los costes de transacción ofreciendo una mayor transparencia a la par que alinean los intereses de todas las partes implicadas.

En las DAOs no existen acuerdos bilaterales. Solo existe una ley gobernante, la del Smart contract, que regula el comportamiento de todos los participantes de la red. (Voshmgir, 2019). Estas organizaciones ofrecen un sistema que permite operar a personas e instituciones que no se conocen ni confían entre sí, que viven en distintas zonas geográficas, que hablan un idioma diferente y que están sujetas a distintas jurisdicciones.

Unos de los problemas fundamentales que tienen las DAO es que son diseñadas para cumplir un objetivo determinado, el cual es difícil de modificar a posteriori. (Suarez, s.f)

- La Cadena de Suministro

*Blockchain* y los Smart contracts pueden ser una revolución para la cadena de suministro. Al compartir información relevante como datos de pedidos y envíos, de ventas y niveles de inventario, las empresas pueden eliminar demoras en la información e incertidumbre que contribuye al “efecto látigo”<sup>4</sup>. Éste último se puede solucionar mediante una mayor transparencia en la cadena de suministro. Por ello, el uso de *blockchain* y los Smart contracts pueden ser beneficiosos, ya que aumentan la visibilidad de la cadena de suministro. Todos los socios publican información en un libro de contabilidad común, incrementando así la transparencia de toda la red de contactos de las empresas, desde los proveedores de sus proveedores hasta los clientes de sus clientes.

---

<sup>4</sup> “El efecto látigo es una situación donde se observa un aumento en la variabilidad de los pedidos incluso cuando la demanda de mercado es estable.” (Honorato, 2016)

Además, *blockchain* y los Smart contracts permiten la creación de una “cadena de custodia” que asegura que únicamente los productos auténticos entren en la cadena de suministro. Asimismo, identifica los productos defectuosos y los retira de la cadena. Todo ello contribuye a digitalizar la abundante documentación en papel generada y a automatizar los flujos de trabajo. (Holder, 2018)

- Otros usos

Los Smart contracts pueden ser usados en una gran variedad de sectores (Ream et al, 2016). En el sector financiero sirven para la compensación y liquidación de operaciones de manera automática, el pago automático de intereses y principal, la tramitación de reclamación de seguros, etc. En el ámbito de la tecnología y telecomunicaciones facilitan el cálculo y distribución de pagos de derechos de autor a los artistas. En el sector público simplifican el mantenimiento de registros (acciones de empresas privadas, tablas de capitalización...). En el sector de la ciencia y salud permiten los registros médicos electrónicos, acceso a datos de salud de la población, seguimiento personal de la salud, etc.

### **5.3. Limitaciones**

Los *smart contracts* tienen diversos inconvenientes como la complejidad de las cadenas de bloques y la usabilidad. El coste de las transacciones es otra limitación vinculada a la compensación de los mineros de la cadena de bloques pública (en las privadas se usan otros métodos de consenso basados fundamentalmente en votaciones). Vamos ahora a describir algunas de esas limitaciones, como pueden ser la escalabilidad del almacenamiento, la usabilidad, regulación o implementación de los *smart contracts* entre otras.

#### 1. Escalabilidad en el almacenamiento, terceros y pérdida de privacidad

McConaghy et al (2016) propusieron en su estudio una plataforma de almacenamiento de datos descentralizada para cantidades masivas de información Big Data, escalable y con tecnología *blockchain* tanto en proyectos públicos como privados denominada BigchainDB. Posee características tales como inmutabilidad, control descentralizado, y movimiento y creación de activos

digitales. Sin embargo, según afirma Udokwu et al (2018) el almacenamiento se realiza fuera de la cadena de bloques y la inmutabilidad no puede garantizarse.

Otra limitación es la participación de terceros<sup>5</sup>, puesto que ciertos *smart contracts* requieren información sobre el estado o valor de un activo. Esto es especialmente importante en la administración de la cadena de suministro, donde actualmente se requiere de un identificador por radio frecuencia (RFID) que permite un mayor control de los inventarios, un mejor servicio de atención al cliente, envíos más rápidos, ciclos de pedidos más breves y menos errores en la gestión, entre otros beneficios. (Riquelme, 2018).

Relacionado con esta última limitación y para resolver los problemas de administración de la cadena de suministro, la empresa IBM está trabajando en el desarrollo de microcomputadoras con tecnología *blockchain* para el seguimiento de los productos a lo largo de la cadena de suministro. (Edwards, 2018). Esto permitiría sustituir los actuales identificadores por radio frecuencia.

La fuga de privacidad sigue siendo otro problema al no haber ningún método para controlar el acceso a la información en las redes de *blockchain*. Por ello surge HAWK, un sistema descentralizado de *smart contracts* que asegura la privacidad transaccional frente al público mediante un compilador automático que genera un protocolo criptográfico donde las partes interactúan directamente con la cadena de bloques. (Kosba et al, 2016).

## 2. Testeo y usabilidad

La tecnología *blockchain* es reciente, por lo que las cadenas de bloques no han sido probadas apropiadamente y pueden fallar, ralentizando la implementación de *blockchain* en el sistema empresarial.

De acuerdo con Udokwu et al (2018) los métodos de consenso de *blockchain* no flexibles limitan el uso de plataformas específicas para las empresas, por lo que no todos los requisitos comerciales requeridos se pueden aplicar. Por ello, la plataforma Hyperledger Fabric permite a los desarrolladores de *smart contracts*

---

<sup>5</sup> Se considera una participación de terceros en el momento en que la información no es proporcionada por un nodo de la cadena de bloques.

la posibilidad de elegir el método de consenso más conveniente antes de ser desplegado en la cadena de bloques.

### 3. Regulación, estandarización y gestión del ciclo de vidas en los *smart contracts*

A día de hoy no existe una legislación específica sobre los *smart contracts* a pesar de que existen referencias a ellos en ciertas legislaciones referidas a la cadena de bloques. Al no haber regulación específica para este tipo de contratos, debemos acudir a la normativa general de negocios jurídicos y contratos, conceptualizando los *smart contracts* como contratos electrónicos. Así, se aplica la regulación de los contratos electrónicos a los *smart contracts*, con sus adaptaciones pertinentes.

Como indica Legerén-Molina (2018) los *smart contracts* “son una variedad de los contratos tradicionales de manera electrónica, donde parte o todas las prestaciones están redactadas en el código y se ejecutan de manera autónoma y automática, no siendo necesario aplicar un régimen jurídico diverso al de los contratos, y, de manera específica, el de los electrónicos.”

El problema fundamental que suscita la aplicación de este tipo de contratos está en el consentimiento. Sin embargo, mediante el precontrato puede solucionarse este problema. Si hay consentimiento anticipado de ambas partes en el precontrato, una vez que se cumplen las condiciones del mismo, el consentimiento se entiende otorgado. Por ello, debe reconocerse el carácter contractual de los *smart contracts* incluso cuando son íntegramente suscritos por máquinas (Legerén-Molina, 2018). De esta manera, no es necesaria una nueva legislación aplicable a estos contratos, simplemente se debe adaptar y modificar la existente.

### 4. Implementación de los *smart contracts*

De acuerdo con Legerén-Molina (2018) podemos identificar dos riesgos o inconvenientes. El primero de ellos se refiere al coste de implementación de los *smart contracts*, puesto que requieren una inversión relevante, no solo

tecnológicamente hablando, sino también formativamente (inversión en formación).

La inversión será rentable únicamente cuando se pretenda suscribir una gran cantidad de contratos. Para ello, la implementación debe ser progresiva y realizada en dos fases consecutivas: en la primera fase, los contratos serán “tradicionales” con algunas cláusulas de autoejecución que estarán incluidas en el código de los contratos. En una segunda fase, serán los propios programas los que elaboren este tipo de negocios de manera autónoma. Aquí surge el concepto de organización autónoma descentralizada (DAO). Según Legerén Molina (2018) “Estas «organizaciones autónomas descentralizadas» pretenden crear plataformas que permitan el desarrollo y ejecución de aplicaciones por parte de sus miembros sin necesidad de que exista una autoridad central supervisora: los participantes son los que elaboran el código, presentan propuestas y las aprueban”.

El segundo de los riesgos se refiere al automatismo. Si se comete un error al programar el código autoejecutable, las consecuencias jurídicas y económicas pueden ser notables. Esto provoca que los *smart contracts* tengan que ser probados íntegramente antes de ser concluidos, así como una mayor cautela por parte de los abogados y programadores, lo que supone una mayor inversión. Los contratos deben poder ser autoejecutados sin intervención humana.

## **6. LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO**

### **6.1. Explicación**

La gestión de la cadena de suministro aborda el problema empresarial fundamental de suministrar productos para satisfacer la demanda en un mundo complejo e incierto. Podemos tomar como definición de gestión de la cadena de suministro la dada por el *Global Supply Chain Forum* (GSCF): “Es la integración de los procesos comerciales clave, desde el usuario final hasta los proveedores originales, que proporciona productos, servicios e información que añaden valor a los clientes y otros interesados.”

La cadena de suministro consta de tres fases diferenciadas:

- Suministro: Conjunto de actividades necesarias para obtener las materias primas destinadas a la fabricación del producto.
- Fabricación: Conversión de las materias primas en productos terminados.
- Distribución: Conjunto de actividades que permiten hacer llegar el producto final hasta el consumidor.

De igual forma, en este proceso se producen tres flujos diferentes:

- Flujos de materiales: son los productos físicos (materias primas, suministros, etc.) que fluyen a lo largo de la cadena. Incluyen los flujos inversos (o logística inversa), que son los productos devueltos, reciclados y la eliminación de materiales o productos.
- Flujos de información: consisten en datos relacionados con la demanda, los envíos, los pedidos, las devoluciones y los calendarios.
- Flujos financieros: implican la transferencia de dinero, pagos, información de tarjetas de crédito, etc.

La estructura de la red de la cadena de suministro incluye las empresas miembro y los vínculos entre estas empresas. Los procesos empresariales son las actividades que producen un resultado específico de valor para el cliente. Los componentes de gestión son las variables de gestión mediante las cuales se integran y gestionan los procesos empresariales en toda la cadena de suministro.

Las dimensiones a considerar en la estructura de la red de cadena de suministro incluyen la longitud de la cadena y la profundidad o número de proveedores y clientes en cada nivel (profundidad). La cercanía de la relación en los diferentes puntos de la cadena de suministro será diferente, por ello la administración tendrá que elegir el nivel de asociación apropiado para determinados eslabones de la cadena. De esta manera, la empresa debe determinar que partes de la cadena de suministro merecen atención de gestión ante las capacidades de la empresa e importancia para la misma.

Para que la empresa pueda determinar esto último, debe conocer cómo se configura la estructura de la red de la cadena de suministro, para ello debemos atender a tres aspectos (Lambert y Cooper, 2000): la identificación de los

miembros de la cadena de suministro, la dimensión estructural de la red y las clases de enlace en los procesos comerciales.

En relación con la identificación de los miembros de la cadena de suministro, si incluimos a todos los miembros que participan en la cadena, la red será altamente compleja. Por ello, la clave es determinar aquellos miembros que sean críticos para el éxito de la empresa y de su cadena de suministro, y, por ello, se les debe asignar atención y recursos de gestión. Los miembros de una cadena de suministro son todas las empresas u organizaciones con las que la empresa central interactúa directa o indirectamente a través de sus proveedores o clientes.

Para poder simplificar estas redes tan complejas podemos diferenciar entre miembros primarios y de apoyo. De acuerdo con el GSCF los miembros primarios son “todas aquellas empresas autónomas o unidades empresariales estratégicas que realizan actividades de valor añadido (operacionales y/o de gestión) en los procesos empresariales destinados a producir un producto específico para un cliente o mercado determinado”. Los miembros de apoyo se definen como “empresas que simplemente proporcionan recursos, conocimientos, servicios públicos o activos a los principales miembros de la cadena de suministro.”

Estas dos definiciones nos permiten identificar el punto de origen y de consumo de la cadena de suministro. El punto de origen se produce cuando no existen previos proveedores primarios y el punto de consumo hace referencia al momento en el que no puede añadirse más valor, y el producto o servicio es consumido.

Un segundo elemento importante es la dimensión estructural de la red. Al definir y analizar la cadena de suministro debemos distinguir tres tipos de dimensiones estructurales: estructura horizontal, estructura vertical y posición horizontal de la empresa.

- Estructura horizontal: hace referencia al número de niveles a lo largo de la cadena de suministro.

- Estructura vertical: consiste en el número de proveedores/clientes representados dentro de cada nivel.
- Posición horizontal de la empresa: la empresa central puede encontrarse posicionada cerca de la fuente de suministro inicial, del cliente final o en algún punto intermedio.

Por lo que se refiere a las clases de enlace en los procesos comerciales, es esencial asignar los recursos escasos entre los diferentes eslabones de la cadena de suministro. Por ello y de acuerdo con Lambert y Cooper (2000) podemos diferenciar cuatro tipos de enlaces en los procesos comerciales:

- Enlaces en procesos gestionados: son aquellos que la empresa gestiona con los clientes y proveedores de primer nivel.
- Enlaces en procesos supervisados: es importante para la empresa central que estos sean integrados y coordinados adecuadamente entre las empresas miembro de la cadena de suministro. La empresa central con frecuencia supervisa o audita la forma en que se integran y gestionan estos enlaces.
- Enlaces en procesos no gestionados: son aquellos en los que la empresa central no participa activamente ni los considera suficientemente importantes como para invertir recursos en su supervisión.
- Enlaces en procesos de miembros externos de la cadena de suministro: son aquellos enlaces que se producen entre los miembros de la cadena de suministro y no miembros de la misma. Estos enlaces pueden llegar a afectar al desempeño de la empresa central.

En la figura 1 podemos ver una representación de la complejidad de la red de la cadena de suministro.

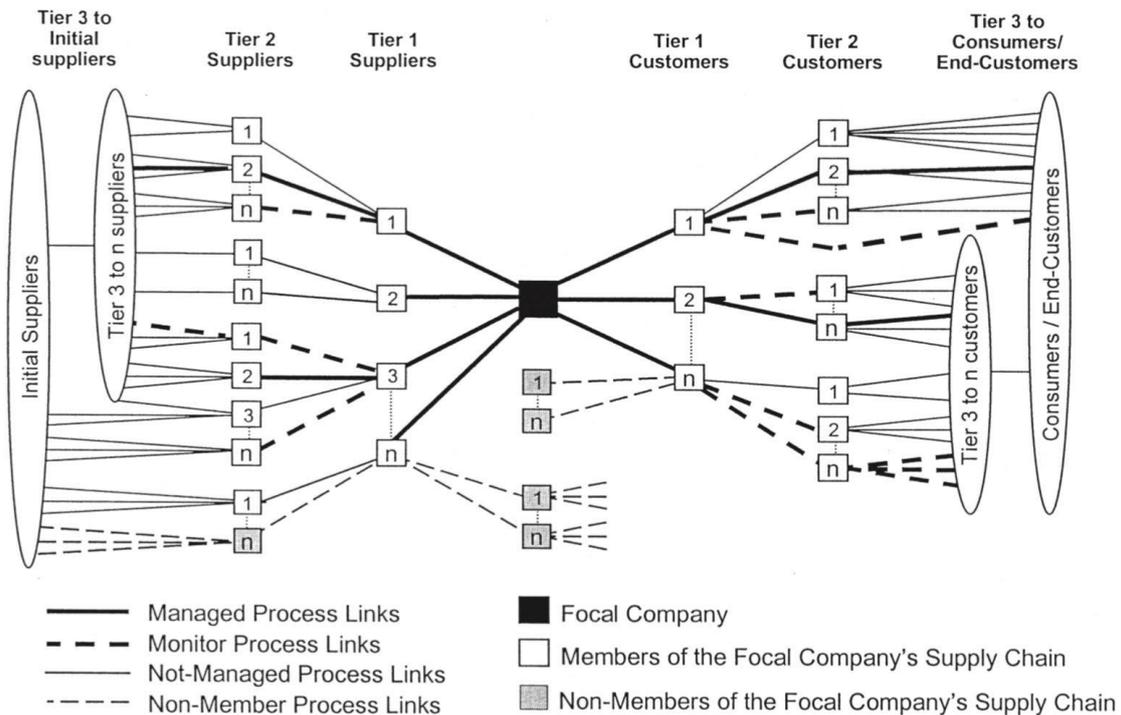


Figura 6.1. Estructura de la red de la cadena de suministro. (Lambert y Cooper, 2000)

El cliente es el principal objetivo de todo el proceso. Para que el sistema funcione adecuadamente los flujos de información deben ser procesados de manera oportuna y precisa para así obtener sistemas de respuesta rápidos, los cuales requieren cambios frecuentes en respuesta a las fluctuaciones de la demanda de los clientes. El control de la incertidumbre en la demanda del cliente, en los procesos de fabricación y en el rendimiento de los proveedores son esenciales para obtener una gestión de la cadena de suministro adecuada (Lambert y Cooper, 2000).

## 6.2. Desafíos y limitaciones

### 6.2.1. Previsión de la demanda y gestión de inventarios.

La previsión de la demanda es un elemento crucial en la fase de planificación de una estrategia de la cadena de suministro. Este elemento determina la capacidad de respuesta de una empresa ante las fluctuaciones de la demanda, cuya volatilidad impide fijar un estándar de actuación. Por tanto, se convierte en necesario la planificación de la demanda y la optimización de los inventarios.

La gestión de inventarios trata de facilitar el equilibrio entre demanda y oferta, buscando satisfacer las demandas de los clientes y, al mismo tiempo mantener

un suministro adecuado de materiales y bienes. El intercambio de información estratégica ayuda a mejorar la previsión y gestión.

Una de las consecuencias de una errónea previsión de la demanda es el efecto “Bullwhip”. El efecto “Bullwhip” (efecto látigo, en español) supone un escenario en el que “las órdenes al proveedor tienden a tener fluctuaciones más grandes que las ventas al comprador y la distorsión se propaga hacia arriba en la cadena de suministro de forma amplificada” (Campuzano, s.f)

La causa fundamental de este efecto se encuentra en la ausencia de información transparente entre las empresas que conforman la cadena de suministro y en el incremento del tamaño de pedidos que no concuerda con la demanda real.

#### 6.2.2. Gestión del riesgo.

La creciente volatilidad ocasionada por cambios en el mercado, en la demanda de los consumidores, en las agendas políticas y en el abastecimiento global hace necesario una planificación adecuada que permita a la cadena de suministro ser lo suficientemente flexible como para manejar cambios repentinos que puedan ocasionarse sin demasiada demora o impacto en los beneficios.

La gestión del riesgo es esencial y muchas empresas reconocen la necesidad de contar con capacidades que les permitan obtener una mayor visibilidad y previsibilidad en sus cadenas de suministro.

#### 6.2.3. Retrasos imprevistos.

La adquisición de materiales y productos puede ser fácil, pero la entrega puede no ser siempre 100% puntual, especialmente con las diferencias de tiempo y una variedad de plazos de envío. Cuando los artículos se obtienen de diferentes países, retrasos como este son muy comunes. (Lans, 2019)

#### 6.2.4. Presión hacia una mayor transparencia.

La transparencia supone un incremento en la cantidad de información puesta a disposición de los consumidores, los cuales se han vuelto más exigentes con los productos que compran. En muchas ocasiones, los consumidores compran productos que se alinean con sus valores y creencias por lo que conocer que sucede en las cadenas de suministro de las empresas se convierte en un factor determinante de la compra.

De acuerdo con un estudio realizado en la MIT Sloan School of Management, los consumidores están dispuestos a pagar entre un 2%-10% más por los productos de compañías que ofrezcan una mayor transparencia en la cadena de suministro.

Además, las empresas que tengan información detallada sobre el rendimiento de su cadena de suministro tendrán mayor capacidad para identificar oportunidades de mejora como puede ser la eliminación de intermediarios innecesarios y una mejor planificación a largo plazo. (MasContainer, s.f)

## **7. BLOCKCHAIN, SMART CONTRACTS Y LA CADENA DE SUMINISTRO**

La función principal de *blockchain* y de los *smart contracts* en las cadenas de suministro es permitir que un número limitado de partes conocidas protejan sus operaciones comerciales contra los agentes malintencionados y, al mismo tiempo, lograr un mejor rendimiento (Gaur y Gaiha, 2020). Debemos identificar a los miembros de la cadena de suministro que realizan transacciones entre sí y pueden beneficiarse del uso de una red *blockchain*. Habitualmente se puede destacar cinco miembros en una cadena de suministro completa: proveedores, fabricantes, distribuidores, intermediarios (mayoristas o minoristas) y consumidor final.

En la siguiente figura podemos observar cómo los distintos actores pueden cooperar e interactuar mediante una red *blockchain*, a través de la presentación de sus transacciones individuales a la red de la cadena de bloques. Estas transacciones pueden ser verificadas por cada actor dentro de la cadena, de tal forma que desde el momento en que las materias primas comienzan su viaje hacia el proveedor, cada participante de la cadena puede acceder a toda la información pertinente -tal como nombre y procedencia de las materias primas, cantidad y calidad de las mismas, datos del proveedor, fabricante o distribuidor etc.- (Litke et al, 2019). De esta forma, a medida que se van produciendo las distintas transacciones entre los actores de la cadena de suministro, la información almacenada en la cadena de bloques se incrementa, aumentando así la transparencia y confianza entre los actores.



Figura 7.1. Actores de la cadena de suministro interactuando vía *blockchain*. (Litke et al, 2019)

Los actuales libros de contabilidad y sistemas de planificación de recursos (ERP) utilizados no permiten a las partes implicadas en la cadena de suministro ver todas las corrientes de información, inventario y dinero pertinentes. Además, las grandes empresas poseen varios sistemas ERP los cuales no se comunican habitualmente entre sí.

Las empresas suelen utilizar auditorías para mejorar el rendimiento de la cadena de suministro, pero su ayuda es limitada. Así, en una tienda, una auditoría puede determinar el número de artículos caducados pero no sus causas, que podrían venir de fallos en una fase de la cadena, gestión ineficiente de inventario, rotación inadecuada de las estanterías o asignación subóptima de productos a las tiendas (Gaur y Gaiha, 2020).

El sistema *blockchain* permite “tokenizar” activos como las unidades de inventario, pedidos, préstamos y conocimientos de embarque (B/L) así como a los participantes de la cadena (mediante firmas digitales), dándoles identificadores únicos a todos ellos. Cada paso de la transacción se registrará en *blockchain* como una transferencia del token correspondiente de un miembro a otro. Las transacciones, como ya hemos analizado, pueden ser automatizadas mediante el uso de *smart contracts*, simplificando el proceso. Así, este sistema permite una auditoría completa, fiable y a prueba de manipulaciones, ofreciendo un registro de todas las actividades de la cadena de suministro de manera cronológica.

Es importante señalar que *blockchain* no sustituiría a los sistemas ERP, sino que actuaría conectando los sistemas de las distintas empresas participantes

mediante la adición a la cadena de bloques de bloques de transacciones generadas por los ERP de las empresas participantes, facilitando así la integración de los distintos flujos de transacción entre las empresas.

## **7.1. Beneficios**

### 7.1.1. Mejora de las transacciones internacionales

*Blockchain* permite a las empresas conciliar las órdenes de compra, las facturas y los pagos con mucha más facilidad y seguir el progreso de una transacción con las contrapartes. (Gaur y Gaiha, 2020). Así, cuando un proveedor recibe un pedido, un banco con acceso a la cadena de bloques puede proporcionarle capital y, cuando la mercancía llegue al comprador el banco puede obtener rápidamente los pagos, todo ello mediante un *smart contract* que automatiza el proceso, eliminando así cualquier posible conflicto entre el banco y la empresa prestataria.

Un ejemplo de cómo *blockchain* puede mejorar las transacciones internacionales es el proyecto TradeLens, desarrollado por la colaboración de IBM con Maersk (compañía de transporte marítimo de mercancías más grande del mundo.). Su objetivo es el desarrollo de una cadena de suministro global y sostenible mediante el uso de la tecnología *blockchain* a través de la digitalización de operaciones y conexión de las partes interesadas en una plataforma unificada, reduciendo los tiempos de carga y logrando un mayor nivel de transparencia y seguridad. Esto es posible mediante la automatización de operaciones con *smart contracts* y dispositivos IoT y ha permitido una reducción en el tiempo de tránsito de los productos, ahorrando miles de dólares (Kadia, 2019).

### 7.1.2. Incremento de la Transparencia

Una de las aplicaciones fundamentales de *blockchain* que hemos indicado es la del registro de la transferencia de bienes, identificando y almacenando información pertinente sobre las partes implicadas, precio, fecha, ubicación, composición, estado del producto y cualquier información relevante para la gestión de la cadena de suministro. Un ejemplo del incremento de la transparencia es la empresa Everledger, la cual en 2015 creó un sistema de registro digital global de diamantes. El principal objetivo de esta compañía era

incrementar la transparencia en la cadena de suministro de diamantes y resolver el problema de los “diamantes de sangre”<sup>6</sup>.

Este registro inmutable creado en *blockchain* permitiría acceder a la historia completa de un diamante en concreto y eliminaría la posibilidad de falsificar documentos. Además, podría lucharse contra el fraude y detectar aquellos diamantes no naturales fabricados en un laboratorio y que se venden como gemas naturales, debido a que estos últimos no poseerían el historial de verificación en la cadena de bloques.

Así, *blockchain* y los *smart contracts* no solo permiten reforzar la transparencia y visibilidad dentro de la cadena de suministro ofreciendo más información a todas las partes implicadas sino que también permiten luchar contra el contrabando, garantizando la autenticidad de los productos. Un ejemplo de esto último es el grupo Blockverify, que utiliza una solución *blockchain* para luchar contra el contrabando de productos, especialmente de medicamentos en el sector farmacéutico.

#### 7.1.3. Mejora de la eficiencia

Uno de los problemas que afectan a la cadena de suministro son las demoras o retrasos en algún punto de la misma, dando lugar a cuellos de botella, excesos de inventario o agotamiento de las existencias. Si las empresas miembro de una cadena de suministro comparten los flujos de inventario a través de *blockchain* permitiendo a cada empresa tomar sus propias decisiones, puede incrementarse la visibilidad de los flujos de inventario y la predecibilidad de los plazos de entrega. Como ejemplo tenemos a Walmart Canadá, que se asoció con DLT Labs para automatizar los datos de fletes y pagos mediante una plataforma *blockchain*. Este sistema permite gestionar, integrar y sincronizar todos los datos de la cadena de suministro y logística en tiempo real entre Walmart Canada y su flota de camiones, sin necesidad de introducir cambios significativos en los procesos internos de la empresa de transporte o en los sistemas de tecnología de la información. Además, el uso de *smart contracts* permite automatizar los

---

<sup>6</sup> Los diamantes de sangre son aquellos diamantes obtenidos en zonas de guerra que se venden para financiar regímenes opresivos. (O’Neal, 2019)

innumerables cálculos necesarios de la facturación, pagos y liquidación en tiempo real. (RIS, 2019)

La reducción de costes es otro beneficio que *blockchain* y los Smart contracts proporcionan a las empresas que adoptan este sistema. Todos los procesos manuales basados en papel y capital humano se eliminan, dando lugar a procesos digitales y automatizados, como veíamos en el caso de TradeLens. Esto último no solo permite reducir costes sino que también incrementa la velocidad y agilidad de las operaciones en la cadena de suministro.

#### 7.1.4. Mejora de la trazabilidad y la sostenibilidad

El uso de *blockchain* en la cadena de suministro permite detectar y rastrear productos defectuosos. Una vez detectados, identifica a los proveedores, los lotes de producción y envío asociados y puede recuperar el producto de manera eficiente. También puede usarse para controlar automáticamente la calidad de los productos perecederos. Todo esto es posible gracias al registro de información transparente y completa que ofrece *blockchain*. En 2017, Walmart informó que *blockchain* le ayudó a reducir el tiempo de seguimiento de sus alimentos de días a escasos minutos suponiendo una reducción de los costes asociados.

Asimismo, los consumidores cada vez están más preocupados y concienciados sobre el origen de los productos que consumen. Esto no solo se refiere a la composición y procedencia de los productos sino también al proceso. El incremento de transparencia y visibilidad que ofrece *blockchain* tiene el potencial de ofrecer ganancias en sostenibilidad mediante una reducción del impacto ambiental y garantía de los derechos humanos a través de la realización de prácticas laborales justas.

El registro que la cadena de bloques ofrece sobre la historia del producto incrementa la seguridad de los consumidores de que el producto adquirido procede de una fuente éticamente correcta. En cuanto a la disminución del impacto ambiental, un seguimiento preciso de los productos puede ayudar a reducir el alcance de la reelaboración y retirada de los productos permitiendo reducir los gases del efecto invernadero y ahorrar recursos. (Leblanc, 2020)

## 7.2. Desafíos y limitaciones

A pesar de todos los beneficios destacados anteriormente, *blockchain* debe superar ciertas limitaciones para poder ser implementado en una cadena de suministro global. En primer lugar, se trata de una técnica que exige un alto grado de computación. Este requisito impide a muchos países que no cuentan con los medios necesarios participar en las soluciones basadas en *blockchain*. Además supone una inversión inicial elevada, puesto que los recursos requeridos para ejecutar *blockchain* de manera eficiente sobre la cadena de suministro son exigentes. De esta manera, la creación de una red global de *blockchain* es complicado con los dispositivos actuales. Una solución a este problema podría ser el uso de tecnologías “*mainframe*”, diseñadas para el procesamiento de transacciones y permiten una mayor escalabilidad. El *blockchain* de IBM trabaja con esta tecnología. (Lawton, 2019)

También debe tenerse en cuenta la complejidad del entorno y de los datos. La cadena de suministro mundial funciona en un entorno complejo que requiere que las diversas partes cumplan con múltiples leyes, reglamentos e instituciones (Kshetri, 2018). Además, las empresas deben enfrentarse a estructuras de datos muy grandes debiendo buscar un equilibrio entre los datos almacenados en *Blockchain* y en aquellos almacenes de datos más tradicionales utilizados por los sistemas ERP. Hay autores que consideran insostenible y poco práctico este sistema. A medida que la tecnología avance estas deficiencias se podrán corregir más fácilmente incrementando así la utilidad de *blockchain*.

Igualmente, la actualización de registros constituye otro desafío. *Blockchain* es un sistema inmutable, por lo que si se producen errores al introducir los datos, estos no pueden ser solucionados. También puede haber problemas en el momento en que los datos deban ser modificados legalmente. Esto requeriría la creación de una nueva estructura de datos o bifurcación de la misma. (Lawton, 2019)

No debe perderse de vista tampoco la seguridad de los activos físicos. *Blockchain* permite sustituir toda la carga administrativa que acompaña a los activos físicos pero sigue existiendo el peligro de que un actor corrupto introduzca productos falsificados o contaminados dentro de la cadena una vez

que los datos ya han sido introducidos en *blockchain*. Esto puede solucionarse mediante el uso de dApps<sup>7</sup>, dispositivos IoT y Smart contracts. Todo esto permitiría una mayor capacidad de rastreo y verificación.

Finalmente hemos de hacer referencia a la confianza. Otro desafío de *blockchain* es la creación de un grupo de socios de confianza con el que integrar la cadena de bloques y la gestión de dicha confianza una vez *Blockchain* se ha implementado. Esto implica el desarrollo de un sistema de gobernanza y averiguar cómo abordar el impacto que *Blockchain* podría tener en las decisiones sobre precios y asignación de inventarios, haciendo más transparente la información sobre la cantidad o antigüedad de los productos en la cadena de suministro (Gaur y Gaiha, 2020). Además, no todos los socios comerciales estarán lo suficientemente maduros digitalmente como para participar en la cadena. Por ello, la capacidad o voluntad de las empresas para invertir en este sistema es otro requisito fundamental. (Lawton, 2019).

La implementación de *Blockchain* por tanto, debe realizarse de manera gradual y empezando a pequeña escala. De esta manera, los beneficios de *blockchain* se harán más visibles.

## **8. CONCLUSIÓN**

Desde la primera implementación de *blockchain* en la criptografía digital bitcoin por Satoshi Nakamoto en 2008, esta tecnología ha visto numerosas mejoras en su funcionamiento y potencial. La cadena de bloques permite a las empresas la creación de valor mejorando la eficiencia operativa a través de la eliminación de los intermediarios, el incremento de la transparencia y la reducción de costes.

---

<sup>7</sup> Las aplicaciones descentralizadas (dApps) son aplicaciones o programas digitales que existen y se ejecutan en una cadena de bloques o en una red P2P de ordenadores en lugar de un solo ordenador, y están fuera del alcance y control de una sola autoridad. (Investopedia, 2018). En este caso podrían usarse para rastrear los productos a lo largo de la cadena de suministro, comprobar la integridad de los datos y comunicarse con la cadena de bloques para evitar errores y engaños.

Uno de los sectores donde *blockchain* tiene un futuro más prometedor es en el de la gestión de la cadena de suministro. Esta última tiene diversas limitaciones actualmente. La estructura de la red es bastante compleja, lo que provoca ineficiencias especialmente en el intercambio de información. Estas ineficiencias socavan la capacidad de las empresas para anticipar y responder a los cambios que se producen en el mercado generando inadecuadas previsiones de demanda, disminución de la visibilidad de la cadena, incremento de retrasos y una menor transparencia. Además, se traslada una mayor presión a los consumidores y empresas intermedias.

*Blockchain* tiene el potencial de innovar en este sector y resolver muchas de estas ineficiencias. Mediante la integración de todas las transacciones producidas en la gestión de la cadena de suministro en una cadena de bloques, *blockchain* ofrece un registro cronológico de todas estas actividades incluyendo el precio, fecha, origen, composición, estado del producto y cualquier otro tipo de información pertinente, garantizando la transparencia en la cadena.

Los *smart contracts*, a su vez, facilitan la automatización de los flujos de trabajo y transacciones entre las distintas partes, permitiendo digitalizar toda la documentación pertinente y así reducir los costes asociados. Todo esto contribuye a la creación de confianza entre todos los participantes de la red y a un funcionamiento más fluido.

A pesar de lo anterior, existen algunas limitaciones que impiden a *blockchain* y su aplicación de *smart contracts* actuar como una solución general. A modo de ejemplo, podemos citar la falta de normativa y regulación sobre esta tecnología, las dificultades para digitalizar los activos, resolver la paradoja de la *coopetición* y la inmadurez tecnológica de numerosas empresas y otros actores. Por todo ello, parece aconsejable que su adopción se realice de forma gradual

Aunque aún quedan muchos aspectos por mejorar, si se consiguen resolver todas estas limitaciones no hay duda de que *blockchain* tiene el potencial para revolucionar la cadena de suministro y cambiar la manera en la que se comparte información en el mundo de la gestión empresarial.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Beklemysheva, A. (s.f): "Making Effective Use of Smart Contracts". [online]. SteelKiwi. Disponible en: <https://steelkiwi.com/blog/making-effective-use-of-smart-contracts/> [Consulta 23 marzo 2020]
- Bit2me Academy. (2020): "Smart Contracts: ¿Qué son, cómo funcionan y qué aportan?" [online] Disponible en: <https://academy.bit2me.com/que-son-los-smart-contracts/> [Consulta 23 marzo 2020]
- Campuzano, F. (s.f): "El efecto Bullwhip en la cadena de suministro. Boletín de Dinámica de Sistemas". [online]. Disponible en: <http://dinamica-de-sistemas.com/revista/1216d.htm> [Accedido 21 April 2020].
- Carson, B., Romanelli, G., Walsh, P. and Zhumaev, A. (2018): "Blockchain beyond the hype: What is the strategic business value". [online]. McKinsey Digital. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/blockchain-beyond-the-hype-what-is-the-strategic-business-value> [Consulta 3 marzo 2020]
- Centre for International Governance Innovation. (2018): "What Is Blockchain?". [online] Disponible en: <https://www.cigionline.org/multimedia/what-blockchain> [Consulta 29 April 2020].
- Chan, M. (2018): "The Important Role of Inventory Management in the Supply Chain". [online]. Disponible en: <https://www.unleashedsoftware.com/blog/important-role-inventory-management-supply-chain> [Accedido 21 April 2020].
- Ciospain.es. (2019): "Obstáculos En El Desarrollo De 'Blockchain'". [online] Disponible en: <https://www.ciospain.es/industria-y-utilities/obstaculos-en-el-desarrollo-de-blockchain> [Consulta 4 marzo 2020].
- Decuyper, X. (2017): "How does a blockchain work". Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=SSo\\_ElwHSd4](https://www.youtube.com/watch?v=SSo_ElwHSd4)
- Decuyper, X. (2018): "Blockchains: how can they be used?". Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=aQWfINQuP\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=aQWfINQuP_o)

- Decuyper, X. (2017): "Smart contracts". Disponible en: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZE2HxTmxfrl>>
- Dickson, B. (2016): "Blockchain has the potential to revolutionize the supply chain". TechCrunch. [Online]. Disponible en: <http://social.techcrunch.com/2016/11/24/blockchainhas-the-potential-to-revolutionize-the-supply-chain/>. [Accedido: 23 abril 2020].
- Eumed (2018): "El problema del riesgo moral y la teoría de la agencia". [online]. Disponible en: <<http://www.eumed.net/cursecon/1/instagencia.htm>> [Consulta 12 abril 2020]
- Edward, J. (2018): "IBM develops micro-computer that uses blockchain to secure goods". [online]. Finder.com. Disponible en: <<https://www.finder.com.au/ibm-develops-micro-computer-that-uses-blockchain-to-secure-goods>> [Consulta 20 abril 2020]
- Frankenfield, J. (2018): "Decentralized Applications – dApps". [online]. Investopedia. Disponible en: <https://www.investopedia.com/terms/d/decentralized-applications-dapps.asp> (Accedido 28 abril 2020)
- Ganne, E. (2018): "Can Blockchain revolutionize international trade?" World Trade Organization, pp. 13-15.
- Gaur, V. y Gaiha, A. (2020): "Building A Transparent Supply Chain". [online] Harvard Business Review. Disponible en: <<https://hbr.org/2020/05/building-a-transparent-supply-chain>> [Accedido 23 abril 2020].
- Holder, M. (2018): "Essentials of Blockchain and Smart Contracts in the supply chain". [online] Disponible en: <<https://supplychainbeyond.com/blockchain-smart-contracts-in-supply-chain/>> [Consulta 15 abril 2020]
- Honorato, M. (2016): "¿Qué es el Efecto Látigo?" [online] Beetrack. Disponible en: <https://www.beetrack.com/es/blog/que-es-el-efecto-latigo> [Consulta 21 abril 2020]

- Kadia, P. (2019): "The Success Story of TradeLens". [online] Business Blockchain HQ. Disponible en: <<https://businessblockchainhq.com/business-blockchain-news/the-success-story-of-tradelens/>> [Accedido 24 abril 2020].
- Kosba, A., Miller, A., Shi, E., Wen, Z., Papamanthou, C. (2016): "Hawk: The Blockchain Model of Cryptography and Privacy-Preserving Smart Contracts". University of Maryland and Cornell University. Presented at the May (2016). IEEE Symposium on Security and Privacy.
- Kshetri, N. (2018): "Blockchain's Roles in Meeting Key Supply Chain Management Objectives". International Journal of Information Management 39, 80–89.
- Lambert, M. and Cooper, M., (2000): "Issues in Supply Chain Management". Industrial Marketing Management 29, 65–83
- Lawton, G. (2019). "10 blockchain problems supply chains need to look out for". [online] TechTarget. Disponible en: <https://searcherp.techtarget.com/feature/10-blockchain-problems-supply-chains-need-to-look-out-for> [Accedido 28 abril 2020]
- Leblanc, R. (2020): "How Blockchain Will Transform Supply Chain Sustainability". [online]. The Balance Small Business. Disponible en: <https://www.thebalancesmb.com/blockchain-and-supply-chain-sustainability-4129740> [Accedido 27 abril 2020].
- Lens, D. (2019): "7 Main Challenges in Supply Chain Management and how you can work around It". [online]. Disponible en: <<https://yourstory.com/mystory/7-main-challenges-in-supply-chain-management-and-h-rdq2oy6mh9>> [Accedido 21 April 2020].
- MasContainer. (S.f): "Transparencia en la cadena de suministro: ¿qué es y qué significa?" [online]. Disponible en: <<https://www.mascontainer.com/transparencia-en-la-cadena-de-suministro-que-es-y-que-significa/>> [Accedido 21 April 2020].

- McConaghy, T., Marques, R., Muller, A., Jonghe, D.D., McConaghy, T., McMullen, G., Henderson, R., Bellemare, S., Granzotto, A. (2016): "BigchainDB: A Scalable Blockchain Database". Berlin, Germany.
- Molero, I. (2017): "Blockchain Privada". [online] Libro Blockchain. Disponible en: <<https://libroblockchain.com/blockchain-privada/>> [Consulta 22 abril 2020]
- O'Neal, S. (2019): "Blockchain es la mejor amiga de los diamantes: cómo la DLT ayuda a rastrear gemas y previene el fraude". [online]. Cointelegraph. Disponible en: <<https://es.cointelegraph.com/news/diamonds-are-blockchains-best-friend-how-dlt-helps-tracking-gems-and-prevents-fraud>> [Accedido 27 abril 2020]
- Ordanini, A., Miceli, L., Pizzetti, M. and Parasuraman, A. (2011): "Crowd-funding: transforming customers into investors through innovative service platforms", Journal of Service Management, Vol. 22 No. 4, pp.443-470.
- Preukschat, A. (2017): "Blockchain: La revolución industrial de internet". Editorial Gestión 2000.
- Quero, M., Ventura, R. (2014): "Análisis de las Relaciones de Co-creación de valor. Un estudio de casos de crowdfunding". Universia Business Review, núm. 43, julio-septiembre, 2014, pp. 128-143 Portal Universia S.A. Madrid, España. Disponible en: <<https://www.redalyc.org/pdf/433/43331899006.pdf>>
- Ream, J., Chu, Y., Schatsky, D. (2016): "Upgrading blockchains: Smart contract use cases in industry". Deloitte University Press, pp 4.
- Riquelme, M. (2018): "Ventajas de la tecnología RFID en la cadena de suministros". [online] MeetLogistics. Disponible en: <<https://meetlogistics.com/informacion-tecnologia/ventajas-de-la-tecnologia-rfid-en-la-cadena-de-suministros/>> [Consulta 22 abril 2020]
- RIS. (2019): "Walmart Canada Launches "World's Largest" Blockchain-Based Freight Network". [online]. Retail Info Systems. Disponible en: <<https://risnews.com/walmart-canada-launches-worlds-largest-blockchain-based-freight-network>> [Accedido 27 abril 2020].

- Roldán, P. (2019): “Cadena De Suministro - Qué Es, Definición Y Concepto” [online] Economipedia. Disponible en: <<https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>> [Accedido 20 April 2020].
- SpendMatters. (2015): “5 Data-Driven Supply Chain Challenges to Overcome in 2016”. [online]. Disponible en: <<https://spendmatters.com/2015/12/23/5-data-driven-supply-chain-challenges-to-overcome-in-2016/>> [Accedido 21 April 2020].
- Suarez, A. (s.f): Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAOs). [online]. Disponible en: <<https://aprendeblockchain.wordpress.com/organizaciones-autonomas-descentralizadas-daos/>> [Consulta 12 abril 2020].
- TradeGecko. (2018): “Demand forecasting: The secret sauce to a more effective supply chain”. [online]. Disponible en: <<https://www.tradegecko.com/blog/supply-chain-management/demand-forecasting-for-effective-supply-chain-management>> [Accedido 21 April 2020].
- Udokwu, C., Kormiltsyn, A., Thangalimodzi, K and Norta, A. (2018): “An Exploration of Blockchain enabled Smart-Contracts Application in the Enterprise”. Tallinn University of Technology
- Voshmgir, S. (2019): “Token economy”. [online] Disponible en: <<https://blockchainhub.net/blockchain-intro/>> [Consulta 6 marzo 2020]

## 10. ANEXOS

### Anexo A: Definición de neologismos utilizados

Las dos palabras que presentamos a continuación son neologismos que provienen del inglés. Tomaremos la definición proporcionada por *Techopedia* (2017):

**Usabilidad** (del inglés, usability): es el grado de facilidad con el que productos como el software y las aplicaciones web pueden utilizarse para alcanzar los objetivos requeridos de manera eficaz y eficiente.

**Escalabilidad** (del inglés, scalability): es un atributo que describe la capacidad de un proceso, una red, un programa informático o una organización para crecer y gestionar el aumento de la demanda. Un sistema, empresa o programa informático que se describe como escalable tiene una ventaja porque es más adaptable a las necesidades o demandas cambiantes de sus usuarios o clientes.