

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

LICENCIATURA EN ECONOMÍA
SEMINARIO DE INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN
TRABAJO FINAL

DINÁMICA ECONÓMICA Y ESTRUCTURA PRODUCTIVA
REGIONAL

POTENCIALIDADES Y DESAFÍOS DE LA TECNOLOGÍA
BLOCKCHAIN EN ARGENTINA: UN ANÁLISIS DE CASOS

BENITEZ CAMILA

Legajo: B-6739/3

DOCENTE TUTOR: MARÍA FERNANDA GHILARDI

DOCENTE COTUTOR: PAULA J. BÁSCOLO

1° Cuatrimestre de 2021

Resumen

El presente trabajo analiza las potencialidades y desafíos que presenta la adopción de tecnología *blockchain* en Argentina. Se realizó una revisión y análisis de fuentes de información secundarias como sitios de Internet especializados, revistas de actualidad, bibliografía, bancos estadísticos nacionales e internacionales y se analizaron dos estudios de caso: uno referido a su aplicación en un área de la administración pública y otro referido a su aplicación al comercio internacional. Se realizaron entrevistas con personas idóneas en cada proyecto para indagar acerca de los beneficios y las limitaciones que el uso de plataformas basadas en esta tecnología involucra. El estudio de casos muestra que las potencialidades de la cadena de bloques son sustanciales, de la mano de mayor eficiencia en la cadena de valor, reducción de intermediarios, agilización de tiempos, entre otros. Sin embargo, muestra las limitaciones de su aplicación en una economía con un alto nivel de desconfianza entre agentes económicos y desconocimiento de las potencialidades de esta tecnología

1. Introducción

La tecnología *blockchain*, o cadena de bloques, consiste en una red distribuida entre diferentes usuarios que permite la registración digital pública de información en tiempo real con el fin de llevar la trazabilidad de activos y transacciones de forma transparente y segura a todos los participantes. Se trata de un sistema computacional que elimina la necesidad de confianza en intermediarios, ya que las transacciones están aseguradas con algoritmos criptográficos que, a través del consenso de los usuarios, validan la información o los documentos digitales. Esto tiene grandes implicancias en términos de eficiencia, seguridad y transparencia en todo el ecosistema (PricewaterhouseCoopers, [PwC], 2020).

Blockchain tiene un gran potencial para transformar disruptivamente la forma de hacer negocios, las relaciones entre los agentes económicos e incluso cómo se organiza la sociedad. Esto se debe a que las transacciones entre los usuarios se realizan con menor cantidad de intermediarios y una mayor cantidad de información, lo que hace que sean más seguras, transparentes y ágiles (Gupta, 2020). El herramental institucional que trae consigo la tecnología *blockchain* permite navegar la incertidumbre debido a que una parte no necesita confiar en la otra, sino sólo confiar en el protocolo de encriptación que regula la red. Sin embargo, su aplicación a la economía real no está exenta de desafíos. Algunos de los limitantes actuales que se presentan consisten en: el elevado costo que su aplicación implica, barreras culturales, conflictos de intereses, incertidumbre regulatoria (Teodorescu y Korchagina, 2021) y la necesidad de procesar gran cantidad de datos (Retamal et. Al, 2017).

Aunque la aplicación práctica más difundida de esta tecnología se encuentra más difundida en el sector financiero, en particular en las criptomonedas, siendo Bitcoin la primera y más conocida, *blockchain* ha ido evolucionando y hoy se vislumbran proyectos en otros sectores de la economía como el de transporte y logística, agropecuario, industrial, energía, entre muchos otros para optimizar sus procesos a través de trazabilidad de mercadería, seguridad de pagos y financiamiento y obtener información en tiempo real (García, et al., 2020).

La irrupción de la tecnología *blockchain* a lo largo del mundo es evidente y en Argentina, si bien su difusión es incipiente, se puede apreciar una cantidad considerable de proyectos aún en etapa piloto con el objetivo principal de eficientizar procesos, mejorar la comunicación entre los actores del sector, permitir la trazabilidad de activos o crear una representación virtual de activos. En esta línea de argumento, es especialmente interesante la estimulación de la tecnología *blockchain* por dos motivos principales. Por un lado, en los últimos años a nivel mundial, al igual que en Argentina, se está gestando el fenómeno de consumo consciente, donde hay una creciente necesidad de información por parte de los consumidores, que la *blockchain* aplicada a la trazabilidad de activos podría brindar y asegurar el cumplimiento de niveles de calidad que reclama el usuario. En segundo lugar, las cadenas de suministros argentinas suelen presentar fricciones y multiplicar costos operativos y logísticos al estar compuestas por una gran variedad de actores que persiguen intereses diferentes y, en algunos sectores, como el vacuno, por ejemplo, muchos intermediarios con sistemas operativos distintos generando costos que paga toda la cadena (Callegaris, 2017). En este sentido, la aplicación de *blockchain*, busca la coordinación y cooperación entre los actores, lo que permitirá indudablemente aumentar las rentabilidades de todas al eficientizar los procesos logísticos y asignar correctamente el valor entre los eslabones.

Este trabajo tiene como objetivo analizar las potencialidades que la tecnología *blockchain* presenta en su utilización por algunos sectores productivos de la economía argentina, distintos del sector financiero. Para ello se realizará un estudio de casos en el que se consideran dos proyectos. Por un lado, la plataforma de trazabilidad de la que hace uso el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y aquella

a la que se integró Terminal Puerto Rosario, llamada TradeLens. En el primer caso, la tecnología se utiliza para realizar una trazabilidad de cítricos y en el segundo para eficientizar la comunicación entre las partes involucradas en el comercio internacional.

La estrategia metodológica del presente trabajo, por tanto, consistirá en una conceptualización de la tecnología y sus funcionalidades, seguida de los beneficios económicos de la misma y los desafíos que su adopción puede significar. Posteriormente se analizarán algunas aplicaciones de *blockchain* en Argentina a través de los estudios de caso antes señalados a los efectos de identificar cómo impacta en el proceso productivo, con qué obstáculos se ha encontrado su implementación, entre otros aspectos. Seguidamente, se presentarán las conclusiones respecto a las potencialidades de *blockchain* y los desafíos que encuentra para una mayor difusión en diversos sectores.

2. Principales conceptos y funcionamiento de la tecnología *blockchain*

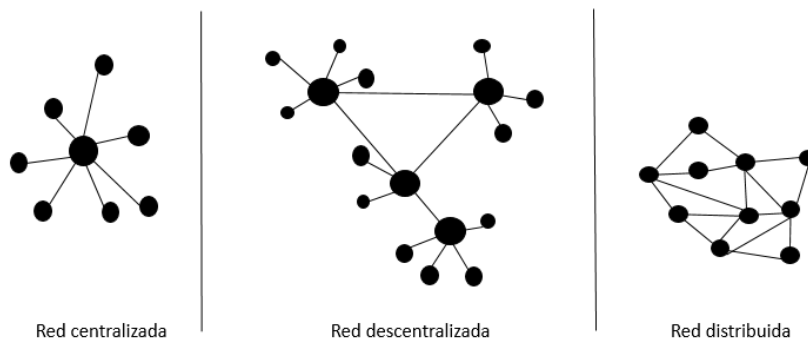
2.1 Principales conceptos de la cadena de bloques

La tecnología *blockchain* se podría traducir como tecnología de cadena de bloques y consiste en una Tecnología de Registros Distribuida (*Distributed Ledger Technology*, DLT), es decir, en una base de datos de gran magnitud almacenada virtualmente, donde cada usuario del sistema posee una copia garantizada y actualizada minuto a minuto en su computadora (Niforos, Ramachandran y Rehermann, 2017). Se puede asimilar al libro contable debido a que, al igual que con éste, con la *blockchain* se puede realizar un seguimiento de activos en una cadena de negocios, independientemente de si se trata de activos tangibles, intangibles o digitales, pero con la posibilidad de reducir riesgos y costos para los involucrados.

Esta tecnología nace en 2008 con el manuscrito publicado por una persona o un grupo de ellas bajo el pseudónimo Satoshi Nakamoto, quien (o quienes) se remite a los aportes de 1991 de Scott Stornetta y Stuart Haber con el concepto de *time-stamping*, o estampado de documentos digitales con su fecha de creación a fin de asegurar su inmutabilidad. En el documento elaborado se desarrolla una red de protocolos que se ha de llamar Bitcoin, un sistema electrónico robusto que, dada su estructura criptográfica basada en una red *peer-to-peer* (P2P) o usuario-a-usuario y en pruebas de trabajo (*Proof of Work*), permite registrar gran cantidad de transacciones validadas en una cadena de bloques. En ese momento surge la primera utilización de *blockchain*: en el sector financiero con las criptomonedas.

La tecnología *blockchain* es una red distribuida, es decir, P2P. Todos los participantes, también llamados nodos, poseen una copia de la cadena de bloques, lo que le da validez a la existencia de esas operaciones, imposibilitado su modificación o eliminación. Esto implica que cada nodo puede recibir o enviar información de forma sincronizada y casi en tiempo real, dando lugar a un sistema distribuido resistente a ataques informáticos o falsificaciones (Gupta, 2020). Por lo que si un nodo presentase fallas se podría llegar a otros conectados por vías alternas, a diferencia de lo que ocurriría si fuese un sistema centralizado. Tampoco es igual que una red descentralizada, dado que esto implicaría que los nodos se encuentran en distinto nivel jerárquico, ilustrado por los puntos negros de mayor y menor tamaño en la figura 1. Es menester mencionar en este punto, que, debido a esta característica distributiva, la red resulta sustentable al no depender de una entidad u organización individual. (BID, 2018). Las diferencias entre los distintos tipos de redes se ilustran en la figura siguiente a modo de facilitar su comprensión, donde los puntos representan los diferentes nodos o participantes de la cadena.

Figura n. 1: Diferencias entre red centralizada, descentralizada y distribuida.

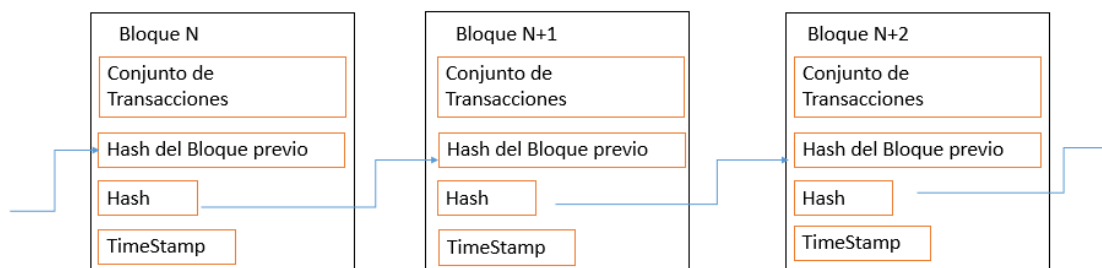


Fuente: elaboración propia en base a BID (2018).

A nivel técnico, la llamada “cadena de bloques” posee bloques (continuando con la analogía del libro contable, cada uno podría considerarse una hoja del mismo) compuestos por múltiples operaciones y cada uno de ellos está identificado con una numeración llamada *hash* que lo correlaciona al bloque anterior y con el siguiente, permitiendo de esta manera que se forme la cadena. (Acuña, 2017). El *hash* se crea mediante un proceso de encriptación que les otorga veracidad a los bloques (Gupta, 2020), de manera que la información contenida dentro del bloque no se puede cambiar sin cambiar el *hash*, a fin de evitar el fraude o la doble contabilización sin requerir la validación de una autoridad central. Así, la información es almacenada de forma cronológica y de manera permanente. La función del *hash* es transformar cualquier bloque arbitrario de datos en una serie fija de caracteres independientemente de la cantidad de datos de entrada, volviendo inviable recrear los datos de entrada, aunque admitiendo la verificación de la información contenida en cada bloque. El *hash* busca no sólo permitir la identificación del bloque dentro de la cadena, sino otorgar seguridad. Para que sea válido el *hash* debe comenzar con una determinada cantidad de ceros y tener un elemento variable llamado *nonce*.

A modo de ejemplo, se supone que una persona A transfiere mil pesos a B, de manera automática, ese dinero dejará de existir en la cuenta de A y será válido sólo en la dirección o cuenta de B. Así, si todos los nodos a través del consenso validan la transacción resolviendo algoritmos matemáticos, la transacción se confirma y se prescindió de un intermediario para verificar la operación la cual quedará grabada de forma inmutable en el “libro contable”. Un ejemplo de cómo funciona la encriptación se muestra a continuación.

Figura n. 2: Cadena de Bloques.



Fuente: elaboración propia.

Otro elemento vital para otorgar seguridad a la plataforma es la marca de tiempo o *TimeStamp*, que consiste en un dato pequeño que se almacena en cada bloque con un número serial único (*nonce*) con el fin de minarlo para su fechado y publicación. La

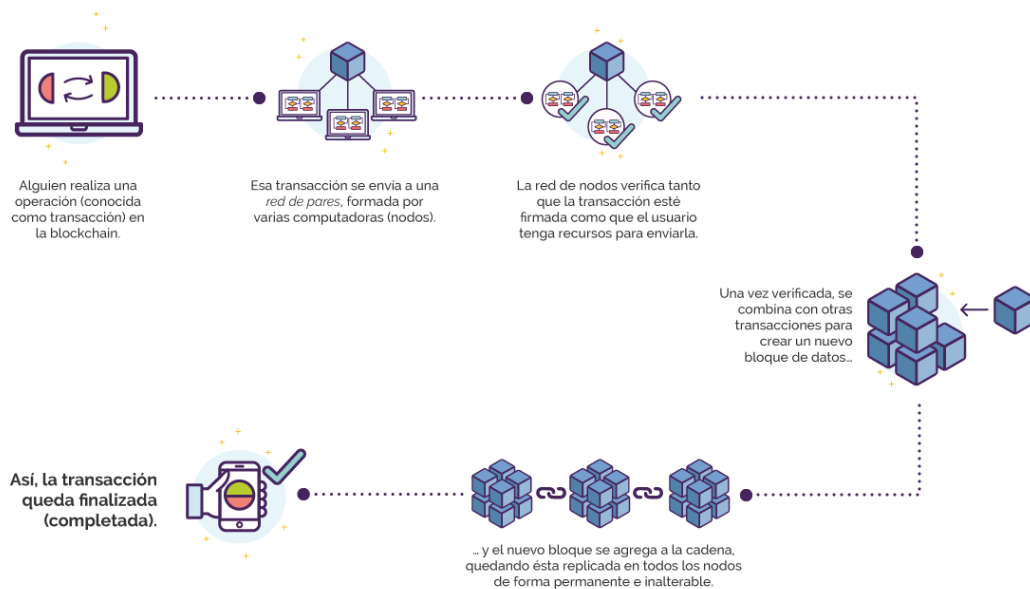
marca de tiempo prueba que la información contenida en el bloque fue validada por toda la red en ese momento particular y así ser susceptible de ser incluida dentro del *hash*. Así, permite dar validez al contenido del bloque, impidiendo su doble contabilización y evitando el fraude o falsificación de datos. Además, brinda asistencia a la red para determinar el nivel de dificultad de la extracción de bloques en un período en particular. Se podría hacer una analogía con un periódico donde cada noticia se publica junto con la fecha del diario.

Adicionalmente, un concepto fundamental es el protocolo de consenso con el que cuenta esta tecnología que otorga la característica de red distribuida, lo que significa que todos los nodos tienen igual probabilidad de ser elegidos para proponer los bloques.¹ Existen varios protocolos, siendo el más común la prueba de trabajo o *Proof-of-Work*, dado que es el utilizado para blockchains asociados a criptomonedas porque está basado en recompensas en criptomonedas.

2.2 Funcionamiento y tipología de la *blockchain*

El funcionamiento de esta cadena de bloques se puede observar en la siguiente figura. Algún agente económico realiza una operación, por ejemplo, una de compra-venta y dicha transacción se envía a los nodos para que sea verificada a través de algún protocolo de consenso. Una de las condiciones que se verifican es por ejemplo que una persona que compra un objeto, tenga los fondos disponibles en su cuenta. Una vez que se encuentra aprobada la transacción se adjunta a un bloque que contiene otras transacciones para crear un bloque. Una vez que el bloque ha sido creado con una cantidad dada de transacciones, se agrega a la cadena, teniendo un registro cronológico y verificado por todos los nodos. La información allí contenida es inalterable y para revertir esa transacción se deberá crear una nueva inversa, pero no se podrá modificarla.

Figura n. 3: Transacciones en la *blockchain*



Fuente: Blockchain Federal Argentina (s.f.)

La *blockchain* puede ser de tres tipos según los derechos que se les otorgue a los usuarios y su forma de organización. En primer lugar, existen redes públicas o abiertas

¹ Una explicación más detallada del funcionamiento de esta tecnología se puede hallar en López (2018), BID.

donde el acceso a la red es libre y cualquier persona interesada en participar podrá descargarse la aplicación que corresponda y accederá a los mismos derechos y deberes que el resto de los usuarios a la hora de proponer bloques y validar las transacciones. Se garantiza la seguridad de los usuarios porque se basa en un mecanismo de consenso, por lo general PoW, y porque la información sensible está respaldada por la encriptación a través del *hash*. Un ejemplo de este tipo de red son las de criptomonedas como Bitcoin o Ethereum, donde el motor que las mantiene funcionando está enraizado en la labor del minado, esto es, la validación de bloques.

En segundo lugar, existen redes consorcio donde se permite registrar información de manera descentralizada en contextos complejos con entidades que tienen intereses distintos. Este número determinado de organizaciones o compañías se encargan de la administración de la red y la actualización de los bloques. El acceso a la red en este caso es por medio de una interfaz web que se pone a disposición de los usuarios, cuyos derechos varían, por ejemplo, habrá nodos que administran la red y otros que validan las transacciones, es decir, se trata de una red basada en permisos (Niforos, Ramachandran y Rehmann, 2017). La información a compartir también puede ser definida según se requiera mayor o menor transparencia, es por esto, que este tipo de redes son un híbrido que toma las características que los usuarios requieran para su mejor funcionamiento. Ejemplos de este tipo de redes son: Hyperledger, Corda y Quorum.

En tercer lugar, existen blockchains privados, en los que se pierde la característica de descentralización puesto que la red se encuentra controlada por una entidad central quien mantiene la cadena, otorga permisos a los usuarios, a la vez que puede proponer transacciones y aceptar bloques. No siempre el mecanismo de consenso está presente en este tipo de redes ni tampoco se encuentra siempre respaldado por la función criptográfica *hash*, por tanto, puede no presentarse siempre como una solución frente al problema de desconfianza. (López, 2018).

3. Efectos económicos de la tecnología *blockchain*: alcances y limitaciones

En los métodos tradicionales de registración y seguimiento de activos en los negocios entre empresas, se da una duplicación de esfuerzos, dado que cada participante lleva su propio registro de las transacciones, lo que hace que sean costosos tanto en tiempo como en dinero. Esto se da porque puede haber discrepancias entre lo registrado por una y otra empresa, desembocando en malentendidos y pérdidas de tiempo y dinero. (Niforos, Ramachandran y Rehmann, 2017). Por otro lado, estos métodos son riesgosos. La vulnerabilidad de los datos de los agentes o de la transacción es alta, ya que de tratarse de intermediarios centralizados (un banco, por ejemplo), la información puede ser comprometida a través de un ciberataque o, incluso se pueden cometer errores por parte de esa institución. Eventualmente estos riesgos también implican un costo para los agentes involucrados, ya sea en forma de contratación de un seguro, o la violación de información sensible que resulte en alguna pérdida monetaria. Estos y otros problemas en cuanto a la comunicación entre partes y registro de transacciones son los que busca solucionar la *blockchain*.

En primer lugar, con la cadena de bloques es innecesaria la presencia de intermediarios y de vigilancia de las transacciones, dado que la información se comparte de manera sincrónica y automática entre todos los involucrados, disminuyendo así los costos considerablemente. Al estar todos los actores de la cadena conectados en una misma plataforma, las transacciones quedan verificadas a través de algoritmos criptográficos casi en tiempo real y condensadas en una misma plataforma. Además, la transparencia de los datos y su característica de inmutabilidad permiten que, a través del consenso de los participantes, queden autenticados sin exponer información sensible. Asimismo, la red puede ser configurada de forma tal que se identifiquen los miembros con permisos

para participar y se garantice que son ellos, protegiendo así la información del fraude o el ciberataque.

Esto va en línea con lo que, hasta hace unos años, aconteció en las cadenas globales de suministros, donde se observó una creciente deslocalización de algunas actividades productivas de las empresas y externalización de otras con el objetivo de reducir costos y obtener ventajas competitivas, algo que hoy está en discusión a raíz de la pandemia por COVID-19 y la invasión rusa a Ucrania (Rogoff, 2022). Porta, Santarcangelo y Schteingart (2017) afirman que uno de los motivos por los cuales las CGV evolucionan de la mano de una internalización de algunos procesos productivos es la introducción de tecnología tanto en el transporte (se abarata fuertemente el flete y el traslado de insumos y productos finales) como en la comunicación (TICs, tecnologías de información y comunicación), desde 1975 en adelante, porque simplifica enormemente la coordinación a distancia de los agentes con la consiguiente mejoría en la logística, inventarios, ventas y distribución. Sin embargo, la coordinación de empresas dentro de las CGV implica una pluralidad de plataformas diferentes, que puede dar lugar a errores de cálculo, pérdida de tiempo u errores que luego resultan costosos de remendar. Así, la unificación de la información que la *blockchain* hace, permite conectar a los agentes de los distintos eslabones de las cadenas de valor y que la suma de valor de cada una de las etapas se realice con costos operativos y logísticos menores, procesos más rápidos y mayores márgenes de ganancia (Malle, 2020). Esta simplificación de las CGV puede dar lugar a un escenario de comercio internacional más sustentable e inclusivo (Niforos, Ramachandran y Rehermann, 2017).

En segundo lugar, el uso de esta tecnología promete un incremento de la eficiencia y la productividad en la logística al eliminar fricciones del mercado. Por fricciones de mercado se entiende aquello que reduce o limita el intercambio de activos añadiendo costos o demoras: impuestos, burocracia, fraude, regulaciones, intermediarios, información imperfecta. (Gupta, 2020). Estas fricciones son similares al concepto de costos de transacción de Oliver Williamson (1989), los cuales derivan del proceso de negociación y formalización de los contratos entre las partes implicadas en un intercambio, elevándose los costos cuanto más complejas sean las condiciones del contrato. Se presentan en mayor o menor medida en las diferentes alternativas de organización económica de las tareas (mercado, híbridos o jerarquía), y, por tanto, la elección de un mecanismo de organización en particular dependerá del poder de minimización de costos de transacción que el mismo tenga frente a ese intercambio en particular. Williamson distingue los costos de transacción *ex ante* (del contrato), que se refieren a los costos de redacción, negociación y garantías de un acuerdo, de los *ex post* que pueden ser costos de mala adaptación de las partes cuando hay una desviación de lo pactado o costos del aseguramiento de los compromisos, entre otros. Entre ambos costos existe interdependencia, es decir, deberían ser considerados en manera simultánea previo a la ejecución del contrato. (Williamson, 1989)

En tercer lugar, la cadena de bloques regula la incertidumbre presente en la ejecución de los negocios. Por ejemplo, A y B realizan una transacción donde A le compra a B una casa, comprometiéndose a pagarle el valor correspondiente según lo indicado en el boleto de compra-venta con la presencia de un escribano que constate el traspaso del derecho de propiedad de la respectiva vivienda. En caso de incumplimiento de pago en tiempo y forma, B puede recurrir a mecanismos legales como acciones judiciales para reclamar lo correspondiente, por lo que A se ve obligado a pagarle y así lo hace. En este ejemplo sencillo de ejecución de contratos, B ha tenido que pagarle por sus servicios de confección del documento, interpretación y *enforcement* al escribano, en lo posible de confianza para evitar el riesgo de parcialidad y seguridad en los registros y ha incurrido en pérdidas de tiempo. A, por su parte, ha arruinado su reputación como comprador, ha tenido que pagar gastos de intermediación también y se ha visto convocado por la justicia. Este accionar es acorde al supuesto de comportamiento que plantea Williamson

(1989) sobre los agentes económicos, quienes actúan con limitada racionalidad por falta de capacidad de cálculo y, además, buscan el interés propio distorsionando la información o revelándola sólo de manera parcial, lo que consume una conducta oportunista y da lugar a una incertidumbre conductual que eleva los costos de transacción. Con *blockchain* la incertidumbre conductual se ve disminuida puesto que la transacción está verificada por un tercero (que serían los diferentes nodos), que certifica la disponibilidad de los recursos en la cuenta de A previo a la ejecución del contrato.

En cuarto lugar, la *blockchain* puede enriquecer la relación entre los participantes y elevar los niveles de confianza entre ellos porque provee, a través de pruebas criptográficas sobre las operaciones, la garantía de que esos datos no fueron falsificados por otros agentes de la cadena (Acuña, 2017). Los bajos niveles de confianza generan costos de transacción altos (reiterados chequeos, costos adicionales ante el riesgo de incumplimiento) dando lugar a equilibrios subóptimos. Con esta tecnología, un caso de corrupción sería rápidamente identificado por la comunidad y se podrían tomar medidas respecto a ese miembro, dirimiendo así la necesidad de garantías gubernamentales o legales para vigilar los flujos de datos y reducir los costos de transacción ex post. En caso de requerir la intervención del Estado, igualmente se puede aprovechar los beneficios de esta tecnología a fin de allanar el camino para que los auditores y reguladores puedan evaluar los datos y verificar su autenticidad. Otro tipo de amenazas como fugas de información o su manipulación podrían ser enfrentadas si se realiza una trazabilidad de todas las acciones que se ejecutan sobre los datos, sería una auditoría constante (Retamal et al., 2017), lo que reduciría la posibilidad de existencia de oportunismo y de costos de transacción ex ante.

Una de las grandes preguntas que surgen es cuándo resulta conveniente utilizar *blockchain*. Y la respuesta es que, no siempre se presenta como una solución a todos los problemas económicos. De hecho, sólo debería usarse cuando la información a compartirse necesite ser inmutable y haya una gran cantidad de agentes involucrados que compartan fuertes incentivos para trabajar juntos y que tengan un despreciable nivel de confianza entre ellos. Esta herramienta se desempeña mejor cuando se necesita de una compleja coordinación entre partes que no confían las unas en las otras. Sin embargo, su uso debe estar respaldado por fuertes incentivos dado que la puesta en práctica conlleva un importante gasto en tiempo, energía y dinero (Weernink et al., 2017). A continuación, se delinean algunos de los desafíos más acuciantes que esta tecnología enfrenta.

En primer lugar, la incertidumbre regulatoria que se presenta en el caso de que la plataforma a utilizar cuente con la participación de empresas de todo el mundo, al ser una tecnología que trasciende barreras y sectores productivos, puede verse como un desincentivo para adoptarla. Lo ideal sería que los diferentes países creen, a través de acuerdos entre ellos, regulaciones que estén relacionadas y tengan una sincronización entre sí y que esté alineado al marco legal de cada uno de ellos.

En segundo lugar, la aplicación de esta tecnología en procesos logísticos y en las CGV requiere de grandes sumas de inversión, es por esto que su difusión es mayor en países desarrollados y dentro de ellos, por empresas grandes (Teodorescu y Korchagina, 2021). Si bien esta tecnología no es extremadamente compleja, los agentes económicos deberían ser conscientes de su funcionamiento y objetivos a fin de comprender su utilidad, poder beneficiarse plenamente de ella y confiar en el protocolo de consenso. Por tanto, un desafío que se encuentra muy relacionado con este punto es la falta de conocimiento del alcance de *blockchain* no sólo por parte de las empresas sino también de los expertos, puesto que se trata de una tecnología aún en exploración, cuyos proyectos de aplicación se encuentran en etapas piloto.

En tercer lugar, la interoperabilidad entre las plataformas tradicionales y las plataformas *blockchain* es otro de los problemas que se divisan cuando de adopción se trata. Existen

en los distintos países numerosas plataformas con diferentes interfaces y algoritmos técnicos determinados que imposibilitan una correcta comunicación y coordinación entre ellos, y dado que esta tecnología tiene mayores frutos cuando se trata de coordinar amplias y complejas relaciones comerciales, éste resulta un problema técnico costoso en tiempo y dinero. Cuestiones técnicas que dificultan ésta interconectividad entre sistemas quedan fuera del alcance de este trabajo, pero es necesario mencionar que la regulación de los diferentes países con sus normas de información distintas agrava la posibilidad de combinar las plataformas de las CGV y de las industrias entre sí (Bastante, 2020).

Otra barrera para la adopción masiva de *blockchain* es la necesidad de consenso. Al ser una tecnología que cobra mayor utilidad a medida que las relaciones son más complejas y las partes pueden desconfiar las unas de las otras, se necesita una confianza generalizada por parte de todos los usuarios respecto a la plataforma puesto que sirve sólo a través del protocolo de consenso. Es por ello que es importante que la red esté administrada por una comunidad que se encuentre activamente escuchando las propuestas de los participantes de la plataforma para que ésta esté continuamente progresando. Sin embargo, a medida que mayor sea la cantidad de participantes en la red, surge un problema de escalabilidad de la misma y la capacidad que tenga ésta de procesar una gran cantidad de transacciones por segundo, por lo que dependerá de la capacidad computacional con la que se disponga. Es necesario resaltar, que, a mayor capacidad computacional, mayor gasto en energía tendrán las empresas.

De acuerdo a una encuesta llevada a cabo por PwC (Global Blockchain Survey, 2018), a 600 empresas de distintos rubros de 15 territorios diferentes (China, Dinamarca, Alemania, Suecia, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, EE. UU, entre otros), para analizar la adopción de esta tecnología, sus preocupaciones principales fueron: incertidumbre regulatoria, falta de confiabilidad en la tecnología y en la información compartida con otros usuarios, escalabilidad de la plataforma y velocidad de la tecnología *blockchain*, interoperabilidad de diferentes plataformas y falta de estandarización lo que presenta un escenario potencial de problemas de compatibilidad e interacción entre cadenas de bloques desarrollados por diferentes entidades.

Otros cuestionamientos que realizan tanto las empresas como los hacedores de política, están relacionados con la seguridad y garantía de protección de datos sensibles que garantiza la *blockchain*, los costos de transición de un sistema tradicional de registración de transacciones a la plataforma *blockchain* y su gestión. (Niforos, Ramachandran y Rehmann, 2017).

4. Aplicaciones de la *blockchain* en Argentina

La adopción de *blockchain* en los negocios alrededor del mundo ha ido *in crescendo* los últimos años. Según la citada encuesta global llevada a cabo por PwC de los 600 empresarios encuestados, el 84% asegura que se encuentran involucrados con la tecnología *blockchain*, por lo menos en una etapa inicial.

En el plano nacional, la inestabilidad económica y monetaria cíclica, junto con la pérdida de poder adquisitivo de la moneda local y la elevada incertidumbre, justificarían el avance de esta tecnología por los beneficios que otorga (Zukerfeld, 2020). Argentina se encuentra en una etapa menos avanzada de desarrollo en términos relativos al resto de los países, aunque su adopción también es incipiente, especialmente en el sector financiero con la difusión de las criptomonedas. Sin embargo, tanto el sector privado como el público destinan cada vez más recursos al estudio y puesta en práctica de la *blockchain* en diversos sectores, lo que se evidencia en algunos proyectos importantes que han ido concitando interés. A modo de ilustración, una encuesta llevada a cabo por el BID al ecosistema Fintech argentino en 2020, muestra que de 268 Fintechs

existentes, 25 empresas aplican tecnología *blockchain*; mientras que dos años atrás, eran 91 las Fintechs, de las cuales 11 aplicaban tecnología *blockchain*.

El sector agropecuario es probablemente el más avanzado en lo que a adopción de *blockchain* respecta, con iniciativas como Carnes Validadas², Agrotoken³ que buscan trazar la evolución de activos reales (carnes y granos, respectivamente) y otorgar mayor transparencia en la cadena de valor. Otro caso relevante es el de Derivados Vínicos S.A (Dervinsa), la primera empresa vitivinícola argentina de origen mendocino en utilizar *blockchain*. Con el objetivo de certificar las pruebas de calidad y origen de los productos, la empresa utiliza una plataforma basada en *blockchain* beneficiando principalmente al cliente⁴. Asimismo, Agree Market es una startup argentina que desarrolló una plataforma online para comercialización de commodities agrícolas, subproductos y especialidades con contratos respaldados por *blockchain*⁵. Carrefour Argentina constituye otro ejemplo de empresas que incorporan esta tecnología a sus procesos, y en este caso, la utiliza para que sus clientes conozcan el origen de 16 cortes de carne vacuna de su marca, Huella Natural⁶. Otros sectores productivos como el de la construcción, cuentan con menos digitalización de sus procesos y menor codificación de la información, lo que dificulta la utilización de esta tecnología de manera extensiva.

En la órbita pública, se encuentra Blockchain Federal Argentina, una plataforma multiservicios pública basada en la tecnología Ethereum en la que participan empresas, gobiernos provinciales y municipales y universidades, en la creación de proyectos y servicios basados en innovación tecnológica buscando la integración horizontal y colaboración de los demás sectores de la economía. Dentro de la misma, hay proyectos como Publicación de Altas y Transferencias de Dominios de Internet, (NIC Argentina), Licitaciones Públicas (Oficina Nacional de Compras), Títulos Universitarios (SIU), Portadocumentos Digital (RedLink) y varios gobiernos provinciales interesados en desarrollar sus aplicaciones y plataformas sobre la tecnología *blockchain* para aprovechar los mencionados beneficios. Por ejemplo, en Córdoba se está gestando un ecosistema *blockchain* con tres sectores: el académico, el gubernamental y el privado, éste último con más de 20 empresas⁷. Asimismo, el municipio de Marcos Paz cuenta con una plataforma donde participan comercios y consumidores en la que intercambian bienes y servicios a través de activos digitales (tokens).

A continuación, se analizarán dos casos de estudios de Argentina en los que se utiliza esta tecnología con objetivos diferentes. Para abordar el análisis de ambos casos se realizaron entrevistas semiestructuradas en las cuales se consultó respecto al desarrollo tecnológico que involucró la adopción de la tecnología, los beneficios económicos y operativos actuales y potenciales que reporta la plataforma, como así también las limitaciones a las que se enfrenta su difusión. Los datos correspondientes a la situación

² Bontempo C. (6 de mayo de 2021). En Argentina ya hay 25.000 "token vaca": así funciona la plataforma que rastrea el origen de la carne con blockchain. *Agrofy News*. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/193505/argentina-ya-hay-25000-token-vaca-asi-funciona-plataforma-que-rastrea-origen-carne>

³ Degano, N. (11 de octubre de 2018). Criptosoja: un ejemplo de cómo la tecnología puede transformar el comercio de granos. *Agrofy News*. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/177663/criptosoja-ejemplo-como-tecnologia-puede-transformar-comercio-granos>

⁴ Una empresa argentina es la pionera en blockchain en el sector vitivinícola. *Cripto247*. <https://www.cripto247.com/comunidad-cripto/una-empresa-argentina-es-la-pionera-blockchain-en-el-sector-vitivinicola-184145>

⁵ Sommantico, S. (13 de agosto de 2018). Agree Market presentó la primera plataforma global de comercialización online de commodities agrícolas. *Infocampo*. <https://www.infocampo.com.ar/agree-market-presento-la-primera-plataforma-global-de-comercializacion-online-de-commodities-agricolas/>

⁶ Carrefour Argentina incorpora tecnología blockchain en sus cortes de carne Huella Natural. (26 de Julio de 2021). <https://www.ambito.com/negocios/supermercados/carrefour-argentina-incorpora-tecnologia-blockchain-sus-cortes-carne-huella-natural-n5233132>

⁷ Martínez, P. (16 de agosto de 2020). El "hub blockchain" de Córdoba ya mueve sus bloques. *La Voz del Interior*. <https://www.lavoz.com.ar/negocios/hub-blockchain-de-cordoba-ya-mueve-sus-bloques/>

actual de cada sector productivo no emergen de información provista por los entrevistados, sino que corresponden a material bibliográfico consultado específicamente para justificar la elección de ambos casos. Hay tres motivos detrás de la selección de estos dos casos en particular para analizar: se trata de un uso diferente de la *blockchain* en cada caso, algo que permite ver la versatilidad de su aplicación, su presencia en dos sectores productivos claves como son el alimentario y los servicios aplicados al transporte, en este caso una terminal portuaria, y la escasa disponibilidad de información al respecto dado que es una tecnología reciente y su aplicación a sectores, distintos del sector financiero, está menos difundida.

4.1 El caso del SENASA

Los alimentos inocuos que contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas son causa de más de 200 enfermedades desde la diarrea hasta el cáncer. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que por año se enferman unos 600 millones de personas por el consumo de alimentos contaminados y que 420.000 mueren por esta misma razón. Además, todos los años se pierden U\$S 110.000 millones a causa de alimentos insalubres en países de bajos y medianos ingresos en concepto de productividad y gastos médicos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020)

La trazabilidad de los alimentos desde su origen hasta llegar al consumidor final representa un gran beneficio en términos de seguridad fitosanitaria al permitir la detección rápida de alimentos contaminados, materias primas en mal estado, fraude o falsificación. Esta ganancia es realmente relevante ya que la cantidad de personas alrededor del mundo que se enferman o incluso mueren por ingerir alimentos contaminados es importante, siendo infecciones comunes las diarreicas que enferman anualmente a unos 550 millones de personas y causan 230.000 muertes. De esta manera, se estima que la transmisión alimentaria de enfermedades en países de ingreso medio-bajo tiene una pérdida de productividad anual asociada de 95 mil millones de dólares, adicional al costo aproximado de 15 mil millones de dólares que anualmente se gasta en el tratamiento de dichas infecciones (Steven et al., 2019). Las pérdidas económicas se presentan también en otros actores del ecosistema como los productores agropecuarios cuya reputación también se ve comprometida, empresas comerciantes de esos productos cuya demanda puede ser intermedia o destinada al consumidor final, empresas de logística encargadas de transportar esos bienes que dejan de hacerlo, la presión que se ejerce sobre el sistema de salud al haber más personas enfermas, el impacto ambiental que implica el desecho de comida, por nombrar algunos.

En Argentina, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) ha implementado la tecnología *blockchain* para realizar la trazabilidad de producción vegetal de la Argentina, a través de registros de datos compartidos y asegurados por métodos criptográficos que evitan su alteración o eliminación. El organismo contaba con un sistema (Sistema Informático de Trazabilidad Citrícola (SITC)) con el que fiscaliza los datos de la exportación de fruta fresca cítrica a sus lugares de destino (SENASA, 2019)⁸. Pero ahora suma una nueva herramienta, desarrollada por una empresa privada llamada Kyas SRL, contratada por el SENASA, permite compartir datos en tiempo real, de manera verificable e inamovible por todos los agentes del sistema y se implementa

⁸ Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (2 de octubre de 2019). Tecnología blockchain en el Sistema Informático de Trazabilidad Citrícola. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/tecnologia-blockchain-en-el-sistema-informatico-de-trazabilidad-citricola>

al momento de la certificación del tratamiento cuarentenario, estampando el documento, evitando su copia y violación (SENASA, 2020)⁹.

El entrevistado Martín Delucis, Director de Comercio Exterior Vegetal del SENASA en una entrevista realizada el 4 de abril de 2020, se refiere a la plataforma utilizada por el organismo como una orientada a la registración de información específicamente concerniente a la exportación de fruta fresca cítrica a los destinos principales (Europa se lleva el primer puesto con alrededor del 50% de las exportaciones de cítricos, Estados Unidos le sigue en segundo lugar, y en menor medida, Brasil, México, Filipinas, Chile, China, Corea del Sur). Estos países reclaman la trazabilidad de los cítricos desde el campo del productor hasta llegar a manos del importador en el país de destino. Para llevar adelante esa tarea se utiliza el SITC, cuyo origen data del 2003, que registra todos los controles que se realizaron sobre esa fruta desde el código de identificación del lote de producción correspondiente, conocido como Unidad de Producción (UP) y las aplicaciones de tratamiento que ejecutó el productor hasta el destino de la misma. A raíz de esta trazabilidad se generan varios documentos que certifican que la mercadería pasó los controles correspondientes, y pasan a formar parte del SITC, el cual es necesario resaltar que no consiste en tecnología *blockchain*. En este caso, si un importador de Europa encontrara algún inconveniente con la mercadería contenida en la caja, éste le envía al organismo el código de la UP y así se podría rastrear la mercadería hasta el lote de producción dentro de un establecimiento a fin de encontrar la causa del inconveniente. Lo que sí se registra en la *blockchain* es un documento llamado respaldatorio, que respalda todos los controles ejecutados en el proceso de certificación fitosanitario y de alguna manera, cierra la trazabilidad.

El documento respaldatorio contiene la cantidad de cajas por UP que hay en un contenedor, la mercadería que se encuentra dispuesta en cada caja y en qué pallet se encuentra. El contenedor enviado a los países de destino contiene 20 pallets de alrededor de 110 cajas cada uno, dependiendo del peso de las cajas. Este documento respaldatorio es el que se encuentra “subido” a la *blockchain* y se le asigna un *hash* de identificación, para que, en el caso de querer verificar el estado de la mercadería o la veracidad del documento, cualquier participante de la red que tenga ese documento pueda hacerlo simplemente corroborando que el *hash* del documento que poseen es igual al que está registrado en la red. En caso de que el documento haya sufrido alguna alteración, el *hash* que lo representa se modificará de manera automática, por lo que, de querer validar la versión anterior, la plataforma le indicará que hay una nueva versión modificada del mismo y cuya identificación se ha modificado. Todos los usuarios de la plataforma interesados en acceder a esta información como pueden ser productores, empacadores, exportadores, despachantes de aduana, funcionarios del SENASA, importadores, empresa de transporte, etcétera, pueden acceder a la información necesaria y corroborar la veracidad del documento respaldatorio.

Algunos de los datos que se comparten con todos los participantes de la cadena son la procedencia del producto, la empresa que lo produce, su territorio y su calidad, ubicación geográfica del lote y controles cuarentenarios cumplidos, favoreciendo así la identificación rápida de los alimentos en mal estado, y permitiendo a los comerciantes gestionar los perecederos en los comercios. El marco de transparencia y confianza aumenta, pudiendo el consumidor conocer toda la cadena de producción, distribución y comercialización escaneando un código QR con el celular, reduciendo así los fraudes y riesgos tanto en los negocios, como en el consumo.

Beneficios como la “despapelización”, con la consecuente reducción de costos de tiempo y dinero, mayor disponibilidad y transparencia de la información, audición y

⁹ Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (18 de mayo de 2020). Blockchain: tecnología para la producción vegetal y la seguridad fitosanitaria. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/blockchain-tecnologia-para-la-produccion-vegetal-y-la-seguridad-fitosanitaria>

seguridad de la mercadería son los que se encuentran directamente relacionados con la etapa actual de utilización de esta tecnología. El primer beneficio mencionado es clave porque con la digitalización de la información se evitan errores de redacción, tiempos de confección de documentos, tiempos y costos de impresión y de envío del papel al agente que lo requiera, costos por potenciales adulteraciones ilegales al documento y verificación de su veracidad, entre muchos otros conceptos dependiendo de los actores participantes. En segundo lugar, el exportador puede dar un aviso anticipado al importador, previo al documento final que es el certificado fitosanitario, de que esa mercadería cumplió todos los controles necesarios y que va en camino al destino con el documento respaldatorio registrado en la cadena de bloques. El importador puede validar ese documento en la *blockchain* y asegurarse que el envío está próximo a embarcarse. Esto le otorga mayor confiabilidad a las relaciones comerciales y transparencia al flujo comercial. La seguridad también es superior puesto que anteriormente se necesitaba comprobar la veracidad a través de un sello o una firma en el papel, mientras que hoy, esto se encuentra verificado de manera digital en la *blockchain* a través de la encriptación.

En cuanto desafíos de esta iniciativa, se puede identificar un problema de intereses puesto que está ideada sobre la Blockchain Federal Argentina, una plataforma nacional argentina que, si bien es utilizada por universidades, municipios, empresas privadas y organismos gubernamentales, tiene carácter nacional, por lo que, actores de otros países podrían cuestionar la veracidad de la información contemplada en la plataforma. Se pierde de esta manera, la característica de red distribuida, administrada y controlada por una comunidad que es lo que otorga confianza a la misma, puesto que habría múltiples partes con intereses diferentes, pero con un objetivo en común: que la tecnología *blockchain* cumpla con su fin de registración inmutable y seguro de transacciones. Esta red es centralizada, puesto que fue creada y se encuentra administrada por una empresa privada Kyas, contratada por el Estado argentino.

Por otro lado, se identifica como una limitación el nivel de entendimiento de esta tecnología. Existen a día de hoy, muchos agentes participantes de la cadena comercial citrícola que desconfían de las potencialidades y del uso de la cadena de bloques debido a una falta de conocimiento de la misma. Un cambio de mentalidad será necesario para poder seguir explorando los beneficios y potenciales limitantes de esta herramienta que se presenta como superadora frente al método tradicional de comunicación entre partes y de registración de información al permitir mayor y mejor calidad de la información, a raíz de lo cual surge una mayor posibilidad de gestión de eventos actuales y futuros y la posibilidad de obtener garantías de validez de los datos de manera certera.

4.2 El caso de Terminal Puerto Rosario, TradeLens

El comercio internacional tiene una mecánica de funcionamiento con grandes ineficiencias, se pierde una considerable cantidad de horas de trabajo en tiempos de espera debido a que los agentes de carga internacional, los proveedores de logística y los despachantes de aduanas suelen intercambiar la misma información en muchas oportunidades, pero los buques, puertos y camiones que transportan los bienes desde y hacia el puerto no suelen estar sincronizados. Dado que más del 90% del comercio mundial se realiza por mar, los cuellos de botella generados en las operaciones logísticas portuarias representan un gran problema para la eficiencia de la cadena global de suministros. La finalidad de la introducción de la *blockchain* a la logística del transporte es la de reducir costos operativos y desperdicios incrementando la eficiencia y eficacia de las operaciones, crear confianza entre las partes, estimular la expansión de la red y la interconectividad (Weernink et al., 2017) optimizar varios procesos de la cadena logística desde la planificación hasta la ejecución y monitoreo en tiempo real de los eventos que se llevan a cabo a nivel internacional.

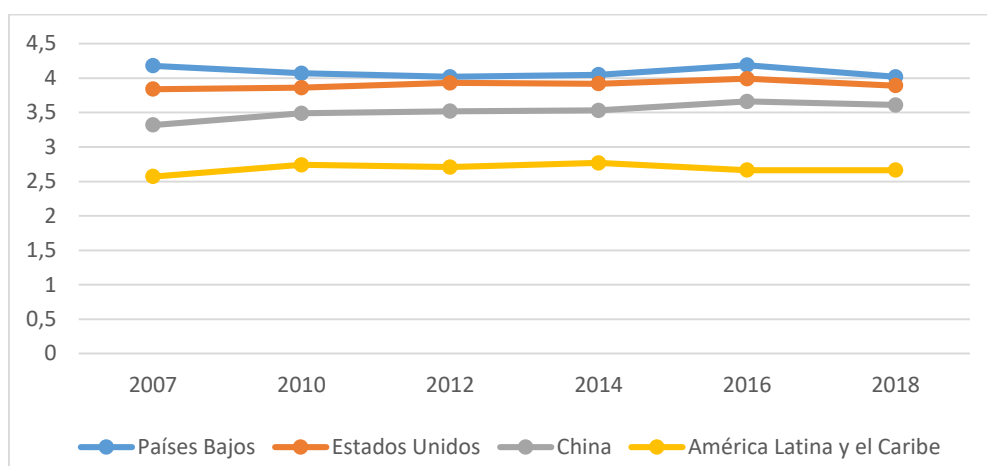
La logística portuaria se caracteriza por sistemas particulares de cada puerto y/o empresa participante del sector, procesos y equipos que no logran integrarse plenamente, además de la existencia de una innumerable cantidad de papeles y trabajos manuales. Así, la preparación de documentos para su envío puede ser ineficaz no sólo porque el tiempo de redacción es mayor y tiene más margen de error al ser una tarea realizada por humanos, sino porque los estándares o formatos para confeccionar los documentos y para compartir las tarifas son diferentes entre las diferentes compañías navieras y entre puertos. De hecho, según la Asociación digital de transporte de contenedores DCSA (Digital Container Shipping Association) en un estudio realizado en 2019, afirma que la impresión del *Bill of Lading* (Conocimiento o Guía de Embarque) cuesta a las empresas a nivel global más de 200 mil millones de dólares anuales en gastos administrativos dado que aún se emite en formato papel y se comparte entre los miembros de la cadena de suministros mediante correo postal. De esta manera, estima que los costos de documentación en versión papel son hasta 3 veces más altos que el costo en su formato digital, por lo que, si se digitalizara solamente este documento, las empresas de logística a nivel global podrían ahorrar más de 4 mil millones de dólares cada año.

Por otro lado, al no existir una única plataforma de comunicación entre los agentes, la información se traslada a través de correos electrónicos y llamados telefónicos que involucran un costo de tiempo importante y un gran nivel de riesgo de inseguridad en las operaciones de las empresas navieras, dado que las bases de datos se comparten a través de canales de comunicación no estructurados. Una herramienta para solucionar estas ineficiencias es *blockchain* que, al permitir la digitalización de activos en una red compartida, todos los actores de la cadena desde proveedores hasta bancos que financian el comercio pueden observar el estado de cualquier embarque, así como la calidad, cantidad y el movimiento de los productos y optimiza la comunicación y transparencia de archivos en toda la cadena de suministro global. Asimismo, la cadena de bloques reduce la demora que puede haber en los pagos internacionales puesto que permite una compensación instantánea de las transacciones (García et al., 2020).

La figura 4 ilustra el Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial y refleja el nivel de eficiencia logística relativamente pobre que tiene América Latina, lo cual supone una oportunidad de uso de esta tecnología, que puede mejorar ampliamente este indicador.¹⁰ Es evidente el mejor desempeño de los Países Bajos, seguido por la eficiencia logística de Estados Unidos, China y muy por debajo América Latina y el Caribe. Sin embargo, hay una adopción creciente de nuevas tecnologías y un proceso de digitalización marítima que está viviendo el sector a lo largo de todo el globo, América Latina inclusive. Argentina por su parte manifiesta una industria firmemente encaminada hacia una transformación digital que avicina cambios de estructuras, función y estrategias de los actores involucrados.

¹⁰ Este índice muestra seis categorías: aduanas, Infraestructura, Embarques Internacionales, Competencia de Servicios Logísticos, Seguimiento y Rastreo (Trazabilidad) y Puntualidad en la entrega, a éstas se las puntúa en un rango 1 al 5, siendo 5 el mejor puntaje.

Figura n. 4: Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial



Fuente: elaboración propia en base a Banco Mundial (s.f.)

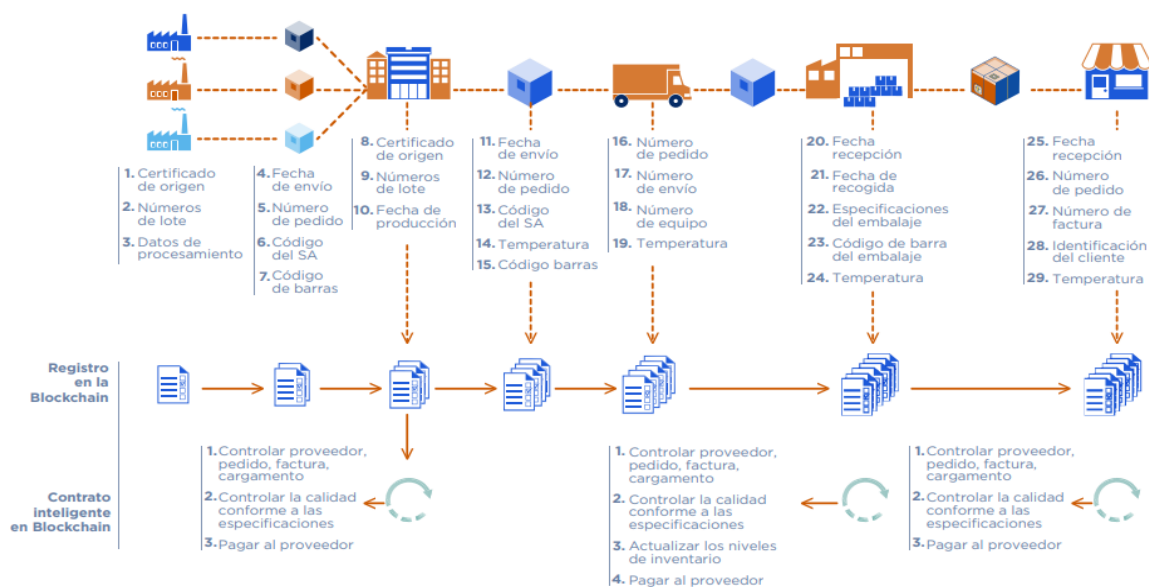
Un ejemplo de esto lo conforma Terminal Puerto Rosario (TPR), un puerto multipropósito ubicado en una zona estratégica de la Hidrovía Paraná-Paraguay con acceso desde el océano Atlántico. TPR cuenta con más de 65 hectáreas para el almacenamiento de mercaderías y la presencia de hasta 8 buques simultáneamente. Entre sus servicios más importantes se encuentra la posibilidad de operar distintos tipos de carga, control de stock y etiquetado, limpieza y reparación de contenedores, almacenaje de mercadería fuera y dentro de zona portuaria, servicio de *scanner* de contenedores, pesaje de camiones y vagones en balanzas fiscales, suministro de energía eléctrica y combustible a los buques y la existencia de lanchas para traslado de mercaderías y/o personas. Su presencia es de gran utilidad logística y comercial para el desarrollo productivo regional dado su posición estratégica.¹¹ A través del Ferrocarril Nuevo Central Argentino llegan mercancías de otras partes de Argentina, dado que comunica al sur con la ciudad de Zárate y con Córdoba al Oeste, a través de los ferrocarriles Belgrano y San Martín llegan al puerto mercaderías del centro y norte del país.

TPR adopta una plataforma creada en 2018 conjuntamente por IBM y Maersk, basada en tecnología *blockchain* para monitorear la carga y descarga de contenedores que brinda información confiable y en tiempo real a todos los actores de la cadena logística que participen como las líneas navieras, exportadores, operadores de puertos, transportistas terrestres y las autoridades aduaneras. Esto se traduce en reducción de costos operativos y de tiempos de respuesta, llevando a ganar confianza y clientes. Además de ser utilizada por más de 50 países de Latinoamérica, en Argentina cuenta con varios operadores logísticos: la Terminal de Contenedores 2 de Mar del Plata, La Terminal Zárate y la de Rosario son algunos, pero la iniciativa fue tomada por la holandesa APM Terminals que cuenta con la concesión de la Terminal 4 del puerto de Buenos Aires. Regionalmente se puede ver una incorporación a la plataforma por terminales de Colombia, Brasil y Chile. Por otro lado, dentro de la red se encuentran ya cinco de las seis líneas globales de transporte de contenedores más importantes, CMA CGM, Hyundai Merchant Marine, Maersk y Hapag Lloyd, las cuales representan más de la mitad de la capacidad global de portacontenedores. Otras como la empresa israelí ZIM, y la italiana MSC también participan de la plataforma con el objetivo de agilizar y eficientizar la prestación de servicios logísticos haciendo a las cadenas de suministros más competitivas.

¹¹ Ubicado a orillas del Paraná, al sur de Santa Fe, el Puerto de Rosario es administrado por el ENAPRO (Entre Administrador del Puerto Rosario) y supervisado por el gobierno provincial que concesiona a compañías privadas otras entidades como Servicios Portuarios.

A modo de ejemplo, un encargo de maní tostado ya consolidado producido en la zona de General Cabrera, Córdoba se transporta a través de ferrocarril o camión, una vez que ya fue pesado en una balanza fiscal y precintado por Aduana hacia el puerto de Rosario. Al llegar a TRP, se anuncia en la plataforma el ingreso del mismo al puerto y los contratos correspondientes son activados automáticamente en la *blockchain*. En el puerto se realiza otro pesaje fiscal y si todo está en orden, se envía ese contenedor al país de destino, a través de una línea naviera que también deberá registrar su hito en la red y confirmar recepción y entrega de la mercadería. Luego, la empresa de transporte del país de destino se encargará de trasladar el contenedor hasta un punto de entrega y por tanto, también deberá anunciar su hito. El último paso para lograr la trazabilidad completa del contenedor será que el cliente confirme la recepción de su pedido. Una mayor explicación de los contratos inteligentes intervinientes en la cadena se encuentra en la figura 5.

Figura n. 5: Blockchain en procesos logísticos.



Fuente: *Blockchain* y comercio internacional, BID (2020)

Se realizó una entrevista a Roberto Pilón, Jefe de Proyectos Tecnológicos de TPR el 31 de marzo de 2022, para indagar sobre esta plataforma que se encuentra instalada para registro diario de su actividad logística, algo que significó una modificación de servicios tradicionales para ajustarlos a esta nueva tecnología. La incorporación de esta tecnología no le significó a la empresa grandes esfuerzos de inversión, puesto que sus creadores han iniciado una campaña de promoción de la plataforma y buscan hacerla accesible para su adopción por la mayor cantidad de empresas posibles. Sin embargo, sí ha significado para TPR, un esfuerzo ingenieril de desarrollo dado que han tenido que realizar modificaciones al sistema de registración y comunicación existente como añadir un comando que avise en esta plataforma cada vez que hay un evento nuevo.

Con el sistema antiguo de registración, cada empresa tiene el suyo y las plataformas que se utilizan varían y no pueden interconectarse. Por otro lado, el sistema de comunicación que se utiliza con las líneas actualmente, se llama EDI (intercambio electrónico de datos), y las empresas lo utilizan para compartir distintos tipos de documentos como ser pedidos de compra, solicitud de préstamos facturas y cotizaciones, entre otros. Estos protocolos de transmisión de información permiten a las empresas comunicarse de forma electrónica y reducir tiempos. Pero supone una diferencia clave con la tecnología *blockchain*, y es que esta última, el procesamiento, los datos y las comunicaciones se encuentran unificadas en una sola red a la cual tienen

acceso todos los participantes de la cadena, mientras que en el sistema EDI la información procesada e intercambiada está manejada por diferentes sistemas, porque tiene un lenguaje estándar (Grewal, 2020)

La etapa de utilización de esta tecnología en la que se encuentra la empresa mencionada no brinda beneficios operativos aún puesto que se necesita la presencia de más partes de la cadena logística en la plataforma. Es decir, líneas navieras o empresas exportadoras que aún no se encuentran a bordo de la plataforma, obligan a la terminal a mantener los dos sistemas de registración y comunicación en simultáneo. Esto imposibilita enormemente el aprovechamiento total de los beneficios de la tecnología *blockchain* aplicada a procesos logísticos mencionados anteriormente. Por tanto, si bien ha sido una incorporación que ha traído muchos beneficios comerciales, y prestigio internacional y nacional por haber sido relativamente pioneros en su adhesión, no se han podido vislumbrar beneficios operativos de la plataforma en uso por falta de participación de actores dentro de la cadena logística.

Entre los desafíos que se presentan se encuentra, en primer lugar, la participación de todos los agentes de la cadena de suministros, desde la empresa exportadora, la empresa transportista, la terminal del puerto, aduana, la línea naviera, la importadora de país de destino, el transportista del país de destino, bancos e instituciones financieras, entre otros intermediarios que puedan llegar a aparecer. La participación de todos es clave porque está relacionada con la consolidación de información valiosa compartida en tiempo real para poder realizar la trazabilidad de la mercadería, facilitar la comunicación entre los agentes, delimitar las responsabilidades de cada parte, reducir tiempos de espera y de confección de documentos, entre otros beneficios.

En segundo lugar, un desafío importante tiene que ver con un problema de intereses que entra en juego. La plataforma está ideada por Maersk e IBM, dos empresas privadas que se encargan de la administración de la plataforma, por tanto, se pierde la característica de red distribuida para pasar a ser una centralizada. En este caso, es primordial que exista una red controlada por una comunidad y no por una línea naviera, que ponga en un compromiso innecesario a que todos los puertos, empresas relacionadas con el comercio logístico naviero, e incluso al Estado, a través de aduana, de tener que adherirse a la plataforma y compartir información sensible. Existen otros proyectos que buscan competir con TradeLens, como el ideado por el puerto de Rotterdam, Samsung y ABN AMRO, y persiguen la adhesión de los distintos agentes de la cadena, lo que genera un escenario de competencia entre las diferentes redes, de la cual saldrán ganadoras aquellas que logren proveer mayores estándares de seguridad y más cantidad de servicios, además de la registración de hitos importantes dentro de la cadena. La calidad de los servicios tendrá que ver con la habilidad que tenga la *blockchain* de manejar los permisos, derechos de propiedad y contabilidad de los activos.

6. Conclusión

El camino hacia una adopción masiva de esta tecnología por parte de diferentes actores de la economía argentina implicará definitivamente una primera etapa de mayor conocimiento de las potencialidades y desafíos de la misma. La mayor información disponible a medida que se vayan desarrollando más proyectos otorgará una justificación para su incorporación a más cadenas de valor.

Los beneficios más rápidamente identificables tienen que ver con una mayor disponibilidad y calidad de información y garantías de su veracidad e inmutabilidad, reforzando las relaciones comerciales entre partes que desconfían entre sí o que tienen intereses contrapuestos. El acceso en tiempo real a información de calidad resulta una gran ventaja en el actual contexto de incertidumbre elevada, puesto que reduce los costos que la misma genera tanto en dinero como en tiempo. Por otro lado, costos

económicos y de tiempo relacionados con la incorrecta confección de documentos, con el envío de documentos y con la verificación de su validez implican fricciones en el comercio e ineficiencias que pueden ser evitados o mitigados con la utilización de la tecnología *blockchain* por parte de todos los agentes intervinientes de la cadena de suministros. Las ventajas de esta tecnología se ven ampliadas cuando es de uso común entre la mayor cantidad de agentes posibles dentro de la cadena, puesto que se trata de una herramienta de comunicación y de unificación de la información en tiempo real.

La lista de limitaciones en el uso de la cadena de bloques se encuentra encabezada por la incertidumbre regulatoria, seguida por la desconfianza en la información compartida por otros usuarios y la necesidad de consenso que requiere esta tecnología para funcionar. Otros desafíos están relacionados con problemas de intereses, la interoperabilidad entre plataformas diferentes, el uso de energía eléctrica, entre otras. De esta manera, deberá estar administrada por una comunidad y no por una entidad u organismo central para evitar problemas de intereses y garantizar la seguridad de la cadena, la cual está íntimamente relacionada con la calidad del código de verificación y dificultad de encriptación. Esto no se observa en los dos casos de análisis, puesto que son plataformas ideadas y administradas por una entidad central, en el caso del SENASA por Kyas y en el caso de TPR, por Maersk, lo que elimina uno de los principales beneficios de *blockchain*, derivado de su característica de red distribuida.

Las economías emergentes pueden ser los grandes beneficiarios de la aplicación de sistemas *blockchain* a lo largo de las estructuras productivas dado que ésta permite la modificación de actuales mercados y creación de nuevos productos y negocios que antes no se encontraban disponibles o no eran rentables. Los países en desarrollo reúnen ciertas características que motivaría una adopción más rápida de la tecnología, como son: altos costos de verificación de transacciones, niveles pobres de inclusión financiera, frágil infraestructura en determinados sectores, entre otras (Niforos, 2017).

Es importante que en Argentina se estén gestando proyectos de implementación de esta tecnología en diversos sectores productivos, puesto que permitirá eficientizar procesos al digitalizar documentos y facilitar la comunicación entre las partes, algo que reducirá la incertidumbre y aumentará la confiabilidad entre ellas. Esto mejorará el funcionamiento de las cadenas de suministros y facilitará el acceso de Argentina en las CGV, dado que países del primer mundo tienen estándares y exigencias de calidad e información mayores y que, en términos generales, los consumidores de todo el mundo están mostrando una mayor demanda de información y transparencia respecto a los procesos y calidad de los bienes y servicios que consumen.

Referencias

Acuña, H. (2017). *Estudio sobre Bitcoin y Tecnología Blockchain*. Cuadernos CEF. Universidad de los Andes.

Banco Mundial (s.f.). Índice de desempeño logístico. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/LP.LPI.OVRL.XQ?end=2018&locations=ZJ-US-CN-NL&start=2007&view=chart>

Bastante, M. (2020). *Estudio Fintech 2020: Ecosistema argentino*. BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0002892>

Blockchain Federal Argentina (s.f.). *Bloques y transacciones*. <https://bfa.ar/blockchain/bloques-y-transacciones>

Callegaris, P. (2017). Un análisis de la composición y estructura de la cadena de carne bovina argentina: procesos y actores. Apuntes Agroeconómicos. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

- DCSA (2019). *DCSA takes on eBL standardisation, calls for collaboration*.
- García, P; Barafani M.; Rozemberg, R.; Suominen, K (2020). Blockchain y Comercio Internacional. *Revista Integración y Comercio número 46*. BID.
- Grewal, J. (14 de abril de 2020). *Blockchain and EDI: Do they complement or compete with each other?* IBM Supply Chain and Blockchain Blog.
- López, M. (2018). Blockchain. *Cómo desarrollar confianza en entornos complejos para generar valor de impacto social*, BID, <http://dx.doi.org/10.18235/0001139>
- Malle, R. (19 de mayo de 2020). How Blockchain is answering current supply chain challenges. *PwC Blog. Technology Insights*. <https://pwc.blogs.com/technology-insights/2020/05/how-blockchain-is-answering-current-supply-chain-challenges.html>
- Nakamoto, S. (2009). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
- Niforos, M.; Ramachandran, V.; Rehmann, T. (2017). *Blockchain. Opportunities for Private Enterprises in Emerging Markets*. International Finance Corporation.
- OMC; OCDE; IDE-JETRO; RCGVC-UIBE; Banco Mundial (2019). *Global Value Chain Development Report 2019: Technological Innovation, Supply Chain Trade, and Workers in a Globalized World*.
- Organización Mundial de la Salud (30 de abril de 2020). *Inocuidad de los alimentos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Porta, F.; Santarcángelo, J.; Schteigart, D. (2017). Cadenas globales de valor y desarrollo económico. Universidad Nacional de San Martín. *Revista Economía y Desafíos del Desarrollo*. 1; 1; 1; 12-2017; 28-46.
- PwC (2018). *Global Blockchain Survey 2018*. Disponible en: <https://www.pwc.com/jg/en/publications/blockchain-is-here-next-move.html>
- PwC (2020). *Time for trust. The trillion-dollar reasons to rethink blockchain*.
- Retamal, C., Bel Roig J. y Muñoz Tapia J. L. (2017) La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías. Universidad Politécnica de Catalunya. *Revista Economía Industrial*. ISSN 0422-2784, N° 405.
- Rogoff, K. (2022). The Long-Lasting Economic Shock of War. International Monetary Fund. *Finance and Development*.
- Teodorescu, M.; Korchagina, E. (2021). Applying Blockchain in the Modern Supply Chain Management: Its implication on Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*. 7, 80. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010080>
- Terminal Puerto Rosario (19 de octubre de 2019). *TPR se integra a la plataforma TradeLens de IBM/Maersk con tecnología Blockchain*. TPR SA.
- Steven, J.; Henson S.; Unnevehr, L.; Grace, D.; Cassou, E. (2019) The Safe Food Imperative: Accelerating Progress in Low and Middle-Income Countries. *Agriculture and Food Series*. Washington, DC: World Bank.
- Weernink, M.; van den Engh, W.; Francisconi, M.; Thorborg F. (2017). *The Blockchain Potential for Port Logistics*. Smart Port.
- Williamson O. (1989). Las instituciones económicas del capitalismo. Fondo de Cultura Económica.
- Zukerfeld, M. (2020). Blockchain en la Construcción Argentina. Cámara Argentina de la Construcción