

Editor

César Pereira

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Recibido

22 jul. 2022

Aprobado

21 jun. 2023

Blockchain: Aplicación en el Comercio Internacional y en la Gestión de la Cadena de Suministro

Blockchain: Application in International Trade and Supply Chain Management

Cielo Ester Marriaga¹, Maria Claudia Bonfante¹

¹ Universidad del Sinú Seccional, Facultad de Ciencias Exactas e Ingenierías. Cartagena, Colombia. Correspondencia para/Correspondence to: M. C. Bonfante. E-mail: maria.bonfante@unisinu.edu.co

Cómo citar este artículo/How to cite this article: Marriaga, C. E.; Bonfante, M. C. Blockchain: Aplicación en el Comercio Internacional y en la Gestión de la Cadena de Suministro. *Transinformação*, v. 35, e220028, 2023. <https://doi.org/10.1590/2318-0889202335e220028>

Resumen

La tecnología *Blockchain* sobresale como una tecnología en proceso de exploración, su uso es capaz de transformar positivamente los ámbitos donde es empleada. Este estudio se orientó en destacar las aplicaciones actuales en los procesos relacionados con la gestión de la cadena de suministro a nivel global, en aras de identificar cómo se ha adoptado en el comercio internacional, sus características, beneficios y oportunidades a generar. La metodología empleada para la revisión de la literatura se estructuró en etapas: En la primera se estableció el objetivo propuesto; en la segunda se realizó la definición de criterios de selección, priorizando información para la elaboración del artículo; en la tercera se contempló la selección de descriptores de búsqueda; en la cuarta se definieron bases de datos, buscadores y gestores bibliográficos; posteriormente, en la quinta, se contempló la evaluación y análisis de la información encontrada y en la etapa final se realizó la extracción de los datos de interés para la elaboración del estudio. Los resultados muestran su aplicación en diferentes países y su potencial para impactar significativamente las negociaciones y trazabilidad en las aristas de las cadenas de suministro a nivel global.

Palabras claves: *Blockchain*. Comercio internacional. Cadena de suministro. pymes.

Abstract

The Blockchain stands out as a technology in exploration process, its use can positively transform the areas where it is employed. This study focused on highlighting current applications in processes related to global supply chain management, in order to identify how it has been adopted in international trade, as its characteristics, benefits and opportunities that it can generate. The methodology used for the literature review was structured in stages: first, the objective was established; second, the definition of selection criteria was made, prioritizing information for the article elaboration; the third was the selection of search descriptors; the fourth one consisted in the definition of databases, search engines and bibliographic managers. Subsequently, the fifth one contemplated the evaluation and analysis of the information found; and, in the final stage, an extraction of the data of interest for the study elaboration was carried out. The results show its application in different countries and its potential to significantly impact negotiations and traceability on the edges of global supply chains.

Keywords: *Blockchain*. International trade. Supply chain. SMEs.

Introducción

El entorno del comercio es dinámico y complejo, tal como describe Hidalgo (2018, p. 154):

[...] el proceso de segmentación de la producción a escala global ha tenido un fuerte impacto en la dinámica y orientación de los flujos de comercio internacional, volviéndose este complejo, no solo al involucrar los intercambios de bienes y servicios, sino también al interactuar con impactos múltiples asociados a los flujos de inversión, de información y el movimiento de personas.

Es decir, el consumo de productos y servicio no se detiene, son demandados globalmente con condiciones y exigencias por parte de los actores de comercio internacional que deben cumplirse en la cadena, contenidos para el caso colombiano en el estatuto aduanero actual, Decreto 1165 del 2019 con sus modificaciones y adiciones. Entre las exigencias derivadas del ejercicio de esta actividad se precisa que la interacción entre los actores sea en tiempo real, enfrentándose al desafío de penetrar en mercados globales, estratégicamente, para superar con éxito barreras como: documentación, trámites, procesos, costos y riesgos existentes en las negociaciones entre las partes asociadas al cumplimiento de obligaciones, responsabilidades, punto de entrega, manejo de la carga según su naturaleza, condiciones de pago, contratación y formalidades aduaneras.

Las pymes deben asumir el reto de superar los desafíos y dificultades enunciadas en la ruta de incursión en mercados globales, entre las cuales sobresale: la baja inmersión en conocimiento y manejo de las tecnologías disruptivas (Ramos *et al.*, 2021), lo cual afecta los objetivos de integrar y sincronizar que propone la logística en los procesos y que han sido agregadas en las cadenas de suministros. Este estudio pretende responder al interrogante: ¿Cómo la tecnología *Blockchain* puede facilitar la internacionalización de las pymes respecto a la trazabilidad de las operaciones logísticas? Para resolver el interrogante se hará una exploración en diferentes bases de datos, análisis de trabajos que proporcionen el marco referencial para identificar sus aplicaciones en el comercio internacional y en la cadena de suministro y además la posibilidad de su adopción en los procesos logísticos en pymes Colombianas.

***Blockchain*, evolución y características**

Tapscott; Tapscott; (2017, p. 27) define *Blockchain* como “[...] un protocolo de confianza que actúa como una red distribuida, en la cual las transacciones son autenticadas por cada uno de los actores participantes de forma colaborativa de tal manera que se responda a intereses colectivos”. Para comprender el posible impacto del *Blockchain* es preciso remitirse a lo expuesto por Puncel (2018, p. 3), haciendo alusión a “*The Innovator’s Dilema*” (1997), enuncia que una tecnología disruptiva “[...] en sentido literal produce una interrupción súbita de algo, lo cual tendrá efectos más allá de la eficiencia de los procesos productivos e incide en la organización social”, por lo tanto, la tecnología *Blockchain* puede considerarse dentro del grupo de tecnologías que impactarán a las empresas en los próximos años.

Es importante observar en retrospectiva eventos relacionados con el avance de la tecnología orientada a la protección de la información: en 1970 surgió la criptografía de clave pública, la cual se constituyó en el soporte de la seguridad informática, luego en 1969 tras una serie de investigaciones por parte del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, se desarrolló la red ARPANET (Farias; Costa; Perinotto, 2017). Durante décadas la red fue objeto de incorporación de aportes como el lenguaje HTML y el sistema www en 1990. Estos avances impulsaron en 1993 la creación del primer sistema de pago digital que permitía pagos por internet de forma segura y anónima. Posteriormente, la verdadera revelación de lo que podría llegar a ser el funcionamiento de la *Blockchain* fue compartida por Nick Szabo en el artículo “Protocolo de Dios” en 1997, en el cual, de una manera metafórica, proponía la creación de un protocolo mediador fiable entre operaciones, de forma autónoma y bajo los

principios de discreción. Ese mediador, ofrecería confianza y seguridad a todos los que interviniesen en operaciones y transacciones en un entorno dado. Esta propuesta coincide en un momento en que las relaciones entre los actores que interactuaban en la internet se vieron afectados por la transgresión de valores como: honradez, transparencia y confianza, enfrentándose entonces a fraudes y engaños en los procesos organizacionales, y en entidades gubernamentales inmersas en el flagelo de la corrupción de la crisis financiera del 2008 (Miranda; Zuchi, 2018). Esto destruyó la confianza de los usuarios en este sistema, motivo de inspiración para el desarrollo de esta nueva tecnología que inicialmente contempló la reducción del rol de los bancos como intermediarios y entes validadores y en la cual se esbozó el protocolo de un nuevo sistema de pago electrónico directo y entre iguales, descrita en el “Libro Blanco de Bitcoin”: *A Peer-to-peer Electronic Cash System* (de 2008), base actual de un creciente número de registros distribuidos conocido como cadenas de bloques.

En una primera fase este protocolo generó la creación de criptomonedas concebidas por Satoshi en el 2008. En la segunda, se contempló su uso en la financiación de proyectos de carácter tecnológico. En la tercera, se observa su potencial para garantizar la trazabilidad en el sector financiero, donde se rastrean transacciones en un determinado mercado, lo cual aminora representativamente las asimetrías de información ya que cualquier individuo puede consultar la transacción de su interés, conociendo los detalles de una forma menos compleja y sin que la obtención de los datos incida en el incremento de costos de la misma (Corredor; Días, 2018). Finalmente, se extiende a todos los sectores industriales apoyada en aplicaciones distribuidas (DApps) y los contratos inteligentes (*Smart Contracts*) los cuales tienen una dirección, múltiples variables y funciones de lectura y escritura (Su; Wang; Kim, 2018), y además, aportan valor a la red verificando sucesos entre las partes en torno al objeto de negociación en tiempo real, considerándose como un protocolo creado para facilitar y reforzar una negociación cuya funcionalidad es proporcionar confianza en transacciones en línea, permitiendo que los usuarios realicen operaciones entre sí (Petroni; Monaco; Franco, 2018). Asimismo, define reglas, acuerdos y sanciones en las negociaciones operando de la misma forma que un contrato tradicional del cual se derivan obligaciones y responsabilidades entre los participantes. Los mismos propician que las decisiones se tomen de forma participativa y que las acciones se ejecuten de forma automática, transparente y sin intervención humana (Parrondo, 2018). La figura 1 ilustra las fases descritas.

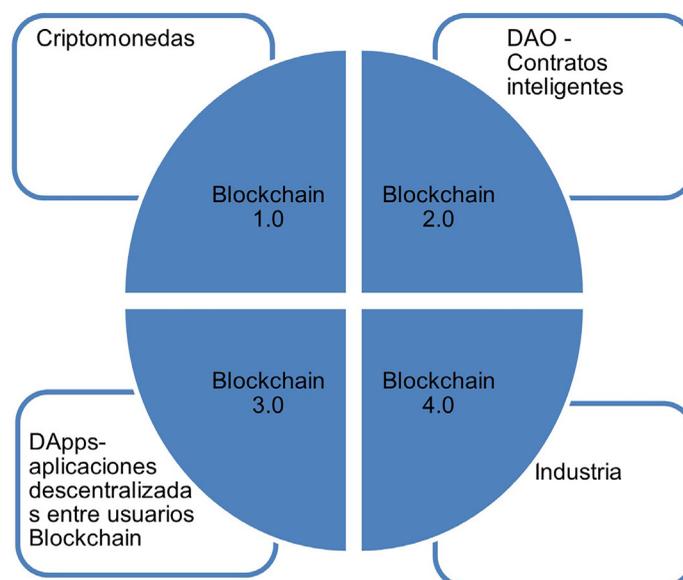


Figura 1 – Fases de evolución de la tecnología *Blockchain*.

Fuente: Elaborado por los autores (2022).

Seguidamente, Preukschat y Molero (2018), señalan la aparición de la oferta inicial de monedas (ICO) como alternativa de financiación en el desarrollo de proyectos de *Blockchain* o DApps, entendiéndose como una estrategia de valor que permite transitar de un modelo tradicional hacia un ecosistema que implique que en una economía descentralizada en la cual los actores que intervienen accedan a la transparencia de la información.

Entre las características de la *Blockchain* se encuentran:

1) Descentralización: La red permite participar, tomar decisiones y avalar de forma autónoma y consensual, transacciones y negociaciones sin la intervención de intermediarios mediante la definición de las reglas en común acuerdo, permitiendo la transición a un entorno transparente, abierto y seguro (López, 2019).

2) Colaboración: Es una red central que promueve la cooperación para beneficio de todos los usuarios (Giménez; Ibáñez, 2019).

3) Inmutabilidad: Los datos en la red dejan un rastro imborrable, lo cual permite conocer cuál de los usuarios altera la información, previniendo de esta forma el fraude (Dolader; Bel; Muñoz, 2017).

4) Control: Cada integrante de la red puede comprobar la información en cada evento y para que haya una alteración se necesita un consenso de todos los participantes (Maesa; Mori; Ricci, 2017).

5) Accesibilidad: En la red distribuida cada participante representa un nodo que contiene una copia de los archivos que se generan, asumiendo entonces el rol de cliente-servidor de tal manera que los participantes pueden acceder simultáneamente a la información (Ganne, 2018).

Aplicación de la tecnología *Blockchain* en el comercio internacional

En el comercio internacional es necesario conocer las conexiones entre países, ventajas y desventajas en las transacciones, viabilidad en la entrega, cumplimiento de los tiempos que son concertados en las negociaciones de importación o exportación. Actualmente, se observa una transición hacia la cadena de suministros 4.0, esta se conoce como el movimiento de materias primas, insumos, productos terminados e información desde los proveedores hasta los clientes soportados en tecnologías que permiten la conectividad entre el mundo físico y el cibernético (Tundidor *et al.*, 2019).

En la última década, sobresalen tecnologías 4.0 como Big Data, inteligencia artificial, robótica, e Internet de las Cosas (*Internet of Things*, IoT), a las que se enfrentan las cadenas de suministros (Calatayud; Katz, 2019), el logro de propósitos depende de la adecuada gestión, planificación y sincronización de dicha cadena (Ramírez, 2021). En un futuro se espera que ganen un mayor grado de autonomía en el cual prime la colaboración entre los actores de tal forma que estas puedan adoptar capacidades inteligentes (Carlan *et al.*, 2018). En consonancia con lo anterior, la (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021) identifica oportunidades y desafíos con respecto a la implementación de la tecnología *Blockchain*, casos de uso e impacto en el comercio internacional y en las cadenas de suministros.

Entre los ejemplos de la aplicación de *Blockchain* se encuentran el uso de las facturas electrónicas para los transportadores de mercancías que participan en el comercio global (Narayanam *et al.*, 2020). Otro ejemplo, es el comercio de alimentos, ya que se enfrenta a problemas como la falta de confianza entre clientes y las empresas, especialmente en las etapas de recopilación de información del usuario y de la transacción (Qiu *et al.*, 2019).

Las pymes, el comercio internacional y oportunidades de adopción de *Blockchain*

Un estudio de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico evidencia que las pymes en América Latina y el Caribe, participan en el sector productivo con una tasa del 60% en la región, aunque es una cifra significativa y la misma constituye un incremento en el indicador de empleabilidad, solo representa una cuarta parte con respecto a las grandes empresas. El comparativo entre las microempresas latinoamericanas y europeas refleja que las primeras representan el 3,2% de la producción de la región mientras que las segundas aportan seis veces más lo que equivale a un 20% del Producto Interno Bruto de su economía, esto resulta contradictorio debido a que emplean una fuerza laboral similar (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico; Banco de Desarrollo de América Latina, 2019). Pese al aporte de las pymes con respecto a este indicador, parecen no hallar la fórmula para ser sostenibles, pues enfrentan retos en su estructura interna como: bajo nivel de empoderamiento en cualificación tecnológica, ausencia de digitalización de procesos claves para afianzar criterios de trazabilidad sólidos en la cadena de suministro en que participan, carentes algunas veces de una política y cultura organizacional innovadora que marque el derrotero para incrementar su productividad, eficiencia y efectividad para ofrecer productos y servicios que satisfagan plenamente al cliente con una propuesta de valor diferenciadora frente a la competencia y que simultáneamente se constituya en el fundamento de su sostenibilidad en el mercado nacional global.

Por lo tanto, las empresas fortalecen la actividad exportadora apoyadas en tecnologías innovadoras para penetrar y consolidar su éxito aprovechando la experiencia obtenida en el mercado nacional (Mulder; Pellandra, 2017). Las pymes, deben enfrentarse a desafíos que implican la distribución física referentes a la naturaleza de la carga, toma de decisiones frente a la elección del empaque, envase, embalaje, Incoterms, formas de pago, modos de transporte y formalidades aduaneras, asegurándose de que en el trayecto estén presentes los principios de confianza, compromiso y transparencia entre los diferentes actores que intervienen en el comercio internacional, en contraste con la infraestructura logística y tecnológica a la que tienen acceso las grandes empresas que propician negociaciones efectivas entre las partes. No obstante, si bien las empresas presentan en la actualidad un alto grado de conexión a internet, la proporción de las que usan tecnologías disruptivas en su cadena de aprovisionamiento y distribución es mínima, esta lista la encabezan las pymes (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020), la gestión de las cadenas de suministro a nivel global tiende a tornarse ineficiente con respecto al manejo de los trámites y de la documentación que demanda el control aduanero en torno al comercio. En el caso colombiano, las pymes adolecen de capacidades y formación para asumir los desafíos que demandan las tecnologías 4.0 (Chalarca; Hurtado; Escovar, 2020).

Las TICs integran una red de interesados y procesos interconectados que trabajan de forma colaborativa e integrada desde el proveedor hasta el usuario final (Duche; Gálvez; Marallano, 2020). Estas facilitan que las empresas sean verdaderamente inteligentes, lo cual es el principio básico de la industria 4.0 al permitir crear redes para poder controlarse a sí mismas a lo largo de toda la cadena de valor. Surge la *Blockchain* con elevado potencial para transformar modelos de negocios en su operación a largo plazo con la funcionalidad de crear nuevas bases para la economía global, sistemas sociales y ambientales, su uso promete incrementos en la eficiencia de la cadena de suministro, transacciones financieras, libros contables, y el manejo de datos descentralizado (Yahari, 2017). Esta tecnología aplicada a la cadena de suministros puede fomentar la colaboración entre actores y procesos, soportada en contratos inteligentes optimizando la conexión de ciudades logísticas. Perboli, Musso y Rosano (2018), propone un modelo apoyado en *Blockchain* para el análisis de la información en las cadenas de suministros. Asimismo, Caballero y Rivera (2019) proponen un modelo para optimizar los procesos y mejorar la rastreabilidad de productos agrícolas que garantice y certifique su procedencia.

Procedimientos Metodológicos

Este estudio adopta un enfoque exploratorio estructurado por etapas; inicialmente se estableció el objetivo de la revisión; en la segunda se definen criterios de selección con el objetivo de priorizar y clarificar la información a tener en cuenta para la elaboración del estudio; en la tercera se contempló la selección de descriptores de búsqueda como: “Blockchain”, “comercio internacional” o “international trade”, “cadena de suministro” o “Supply Chain”. Posteriormente, en la cuarta, se definieron las bases de datos a consultar como Redalyc, Scopus, Scielo, IEEE y Springer, y el uso del gestor bibliográfico Mendeley para facilitar la organización de la información y la herramienta *Bibliometrix* para el análisis cuantitativo. En la quinta, se contempló la evaluación, revisión y análisis selectivo-crítico de la información encontrada, definiendo objetos de inclusión y exclusión en la elaboración del artículo, obteniéndose 82 documentos en las bases de datos citadas de los cuales 51 fueron incluidos en la construcción del marco teórico, seleccionándose una muestra de 17 artículos de revistas indexadas que indican las aplicaciones de *BlockChain* en la cadena de suministro. Los criterios de inclusión y exclusión se centraron en: artículos, reportes, informes y publicaciones de entidades de carácter gubernamental de origen nacional e internacional, extraídos de fuentes confiables y publicados entre el periodo 2017 y 2021, acceso completo y relación directa de la información con uno o más términos objeto de indagación. Finalmente, se procedió a extraer los datos de interés para la elaboración y el análisis de resultados del estudio.

Resultados

En la Figura 2 se muestran los primeros 20 países que han contribuido con más publicaciones en este tema, identificados con color azul fuerte, países como India, Estados Unidos, China, Alemania y Reino Unido. Existe contribución en menor proporción en países como Australia, Arabia Saudita, Grecia y Malasia.

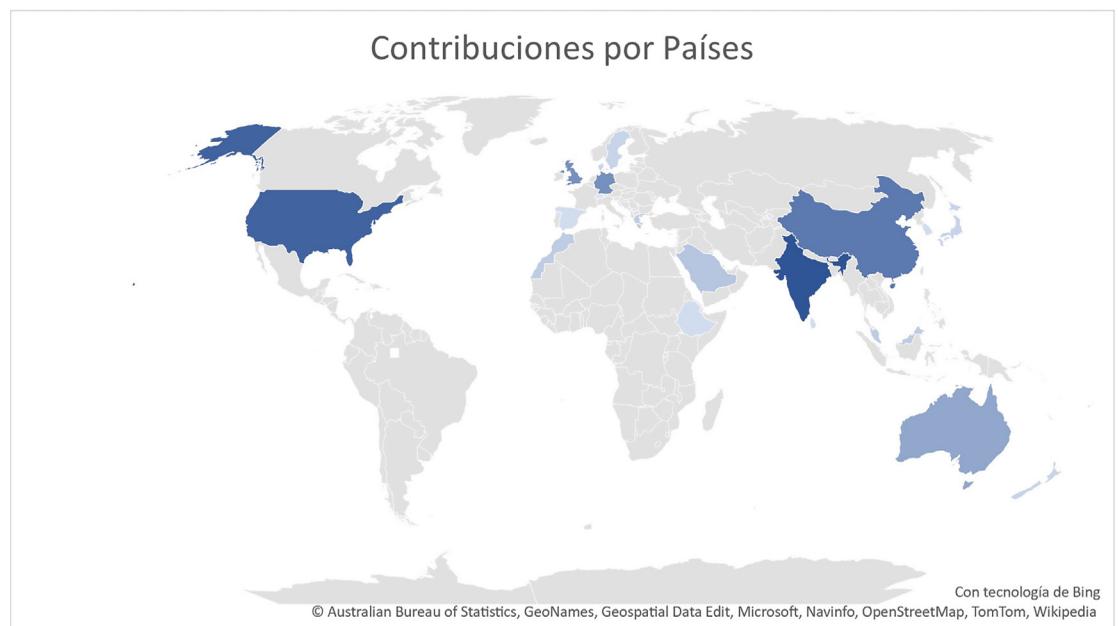


Figura 2 – Contribuciones por países.

Fuente: Elaborado por los autores (2022).

En la tabla 1 se muestra un mapeo de las aplicaciones que resumen: autores, lugar de publicación, el sector y la descripción de aplicación de la *Blockchain*. Para ello se tomó una muestra de 17 artículos en su mayoría de revistas y conferencias organizados por la IEEE y publicaciones recientes de Springer.

Tabla 1 – Aplicaciones de la tecnología Blockchain en la cadena de suministro

Autor y Año	Publicado en	Sector	Aplicaciones de <i>Blockchain</i>
Arias, Fernández y Stantchev (2019)	IEEE	Humanitario	Suministros de medicamentos y productos alimenticios básicos para sobrevivientes de eventos adversos.
Basnayake y Rajapakse (2019)	IEEE	Agroindustria	Verificar la calidad, origen y mecanismos para la conservación y maduración de alimentos.
Caballero y Rivera (2019)	IEEE	Agrícola	Trazabilidad del suministro agrícola.
Coronado, Coronado, Coronado (2019)	IEEE	Manufactura	Certificación de componentes de productos, pruebas experimentales.
García (2018)	Anuario ThinkEPI	Logístico	Trazabilidad de un producto desde su origen hasta la llegada al consumidor final.
Kshetri (2019)	IEEE	Industria alimentaria	Identificación de alimentos contaminados o afectados, sin retirar toda la línea de productos.
Kumiawan, Kim y Ju (2020)	IEEE	Salud	Supervisar el suministro y distribución de medicamentos para evitar la falsificación y la inadecuada circulación.
Machado, Guayasamín y Montoya (2020)	Publicando	Agroindustria	Rastreo del origen de los productos agrícolas.
Malik, Kanhere y Jurdak (2018)	IEEE	Suministro de alimentos	Trazabilidad sobre la procedencia de alimentos, minimizar el registro de datos erróneos para garantizar historias fiables.
Sarro y Cesetti (2019)	CEA	Logístico	Detección de errores, control de calidad, cumplimiento de tiempos, regulaciones, pagos y optimización de inventarios.
Scully y Höbig (2019)	IEEE	Logístico	Reducción tramite documental, seguimiento, ubicación y monitoreo de mercancías y trazabilidad de transacciones.
Yousuf y Svetinovic (2019)	IEEE	Industrial	Confianza y descentralización, cumplimiento de pedidos, relación con el proveedor gestión, gestión del flujo de fabricación y demanda administración.
Nayal <i>et al.</i> (2021)	Springer	Agrícola	Se aplica para resolver problemas como: prácticas ecológicas, integración, riesgos, condiciones internas y externas y marco normativo.
Gurzawska (2020)	Springer	Servicios	Seguimiento, evaluación, eficiencia y comunicación entre los niveles de la cadena de suministro.
Xu <i>et al.</i> (2021)	Springer	Manufactura	Gestión inteligente y automática de la cadena de suministro.
Khatter y DevanjaliRelan (2021)	Springer	Salud	Escalabilidad, no repudio, privacidad de datos y flexibilidad en datos de salud.
Latif <i>et al.</i> (2021)	Springer	Manufactura	Trazabilidad de mercancías a través de contratos inteligentes, y el monitoreo de las transacciones.

Fuente: Elaborado por los autores (2022).

En la tabla anterior, se observa el impacto de *Blockchain* en sectores tales como: logístico, agrícola, manufactura, salud, humanitario e industria alimentaria, soportados en plataformas que posibilitan acceder a información transparente en tiempo real y/o soluciones en la nube que permiten crear, alojar y utilizar servicios ofertados por: IBM, Oracle, Azure o Amazon (Bastida; De La torre; Hernández, 2021). La adopción de la *Blockchain* promete favorecer la trazabilidad de las transacciones realizadas con un producto desde su origen hasta la llegada al destino (García, 2018). Sumado su uso en la optimización de procesos de comercio internacional y transporte

Por otra parte, se identificaron los retos y los desafíos que enfrentan las pymes para penetrar con éxito en los mercados internacionales, aunque han logrado adaptarse a los procesos y trámites que demanda el dinamismo del comercio bajo la legislación colombiana, estas buscan obtener un conocimiento amplio que permita cumplir con un producto o servicio con altos estándares de calidad en las cadenas de suministro, teniendo en cuenta normas aduaneras y barreras que pueden presentarse durante las operaciones logísticas para lograr el máximo rendimiento en las mismas y en su relación con los actores de comercio internacional. Por lo anterior, la *Blockchain* deberá brindar soluciones a retos tales como: la necesidad de la digitalización de sus procesos, minimización de costos, riesgos y construcción de un ecosistema empresarial basado en la transparencia y la confianza entre los diversos actores del comercio internacional. Sin embargo, algunos autores perciben cierta fragilidad en el funcionamiento de la misma frente a los valores descriptos pues no descartan que algunos participantes de la red puedan encontrar la posibilidad de distorsionar la verdad para obtener ganancias rentables. Además, tecnologías como la Inteligencia Artificial pueden garantizar la transparencia e inmutabilidad de las transacciones, tal como lo señalan Dolader, Bel, Muñoz (2017) y Kshetri (2021).

Los beneficios de la *Blockchain* parecen no estar al alcance de la mayoría de las pymes. Sin embargo, con el tiempo es probable que se disminuyan los costos de la implementación y que esta solución sea más asequible permitiendo acelerar su difusión tal como lo proponen Caballero y Rivera (2019), y Basnayake y Rajapakse (2019).

En cuanto al transporte de mercancías, la tecnología augura mayor control y seguimiento en lo que respecta al manejo de contenedores a nivel global, costeo de fletes, y trazabilidad de la mercancía entre los países sujetos a una negociación de comercio internacional (Scully; Höbig, 2019; García, 2018) incluyendo la regulación jurídica y favorecimiento de los sistemas de facturación electrónica con el objetivo de reducir disputas en el sistema, tiempo de resolución de las mismas y gestionar auditorías en tiempo real, tal como lo plantean Sarro y Cesetti (2019).

Conclusión

La *Blockchain* puede convertirse en una solución óptima para garantizar la trazabilidad en todos los procesos relacionados con las cadenas de suministro globalmente, contribuyendo al principio de “justo a tiempo” desde una perspectiva ética donde los valores como la honestidad, transparencia y confianza sean por fin recuperados a nivel corporativo en un ecosistema íntegro dentro de las operaciones logísticas y aduaneras en el contexto del comercio internacional.

Por otra parte, las organizaciones interesadas en su adopción deben atender las sugerencias del informe de la CEPAL para América Latina y el Caribe que se resumen en: conocer la escala de las soluciones existentes, estar atentos a los nuevos proyectos que se vislumbran en el sector logístico y aduanero, incorporando nuevos contextos en la cotidianidad del marco legal vigente favoreciendo nuevas formas de operación, regulaciones comerciales y de transporte, y reducción de costos y fomento de una sana competencia. Las acciones que pueden potenciar las negociaciones integrando la tecnología *Blockchain* en las pymes se encuentran: formación de personal para comprender el nuevo contexto logístico, generar las competencias necesarias para participar activamente de la economía, resolver problemas de conexión a internet y adopción de infraestructura tecnológica, y generar capacidades de acceso al conocimiento que permitan el uso de las potencialidades que incorpora la transformación digital en la logística (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021).

Los resultados del estudio demuestran que existen diferentes plataformas basadas en *Blockchain* que se acoplan a las necesidades, facilitando la implementación y la adopción que demanda esta tecnología representando una oportunidad para fortalecer a las pymes colombianas como fuertes competidoras en un entorno global, tal como lo describe Subirana (2018), es vital que estas organizaciones superen el desafío de configurar y administrar la infraestructura para soportar las soluciones *Blockchain* dentro de un marco de coordinación y cooperación entre todos sus actores.

Como tópicos de investigación en un mediano plazo, teniendo en cuenta que la temática no ha sido lo suficientemente explorada, sobre todo en el caso colombiano, y que la perspectiva mundial sobre los usos de la tecnología a medida que se investiga adquiere relevancia por sus diversas utilidades, se propone profundizar en estudios de investigación que aborden temáticas relacionadas con: gobernanza, modelos conceptuales y analíticos que sean aplicables a la gestión de la cadena de suministro para las pymes colombianas basados en esta tecnología, marco legal aplicado a procesos aduaneros, diseño de herramientas de trazabilidad basadas en *Blockchain*, análisis de casos de éxito de empresas colombianas vs latinoamericanas que hayan introducido la tecnología de estudio con miras a la internacionalización, estado actual de los puertos colombianos frente a su adopción, con el fin de generar aportes que contribuyan a transformar las condiciones actuales de las pymes colombianas en los mercados internacionales en pro de fortalecer la competitividad, disminución de costos en los procesos y consolidar relaciones de transparencia y confianza entre los diversos actores.

Referencias

Arias, D.; Fernández, L.; Stantchev, V. Integration of internet of things (IoT) and blockchain to increase humanitarian aid supply chains performance. *ICTIS 2019: International Conference on Transportation Information and Safety*, 5., 2019. p. 140-145. Doi: <https://doi.org/10.1109/ICTIS.2019.8883757>.

Basnayake, B. M. A. L.; Rajapakse, C. A Blockchain-based decentralized system to ensure the transparency of organic food supply chain. In: International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, 2019, Colombo. *Proceedings [...]*. [S.l.]: IEE, 2019. p. 103-107. Doi: <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842690>.

Bastida, M.; De La torre, E.; Hernández, B. Estudio exploratorio sobre la tecnología blockchain aplicada en cadenas de suministro. *Instituto Mexicano Del Transporte*, v. 646, p. 1-41, 2021. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt646.pdf>. Acceso en: 22 ju. 2022.

Caballero, R.; Rivera, B. Blockchain: An alternative to enable traceability in the agricultural supply chain in Panama. In: International Engineering, Sciences and Technology Conference, 7., 2019, Panama. *Proceedings [...]*. [S.l.]: IEE, 2019. p. 46-51. Doi: <https://doi.org/10.1109/IESTEC46403.2019.00017>.

Calatayud, A.; Katz, R. *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina*. [S.l.]: Banco Interamericano de Desarrollo, 2019. Doi: <https://doi.org/10.18235/0001956>.

Carlan, V. et al. *Digital innovation in maritime supply chains: experiences from Northwestern Europe*. [S.l.]: Iner-American Development Bank, 2018. (Discussion paper, 577). Doi: <https://doi.org/10.18235/0001070>.

Chalarca, G.; Hurtado, S.; Escovar, E. Pymes Colombianas Y Los Retos De La Industria 4.0 Colombian Smes and Industry 4.0 Challenges. *Revista Innova Itfp*, v. 7, n. 1, p. 10-17, 2020. Doi: <https://orcid.org/0000-0001-9031-2590>.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Las oportunidades de la Digitalización En América Latina Frente Al Covid-19*. [S.l.]: CEPAL, 2020.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Oportunidades y desafíos para la implementación de blockchain en el ámbito logístico de América Latina y el Caribe*. [S.l.]: CEPAL, 2021.

- Coronado, A.; Coronado, C.; Coronado, E. Investigating the applicability of distributed ledger/blockchain technology in manufacturing and perishable goods supply chains. *In: International Conference on Industrial Engineering and Applications*, 6., 2019, Tokyo. *Proceedings [...]*. [S.l.]: IEE, 2019. p. 728-732. Doi: <https://doi.org/10.1109/IEA.2019.8715005>.
- Corredor, J. A.; Días, D. Blockchain and financial markets: general features of the regulatory impact of the application of blockchain technology in the credit markets of Latin America. *Derecho PUCP*, v. 81, p. 405-439, 2018. Doi: <https://doi.org/10.18800/derechopucp.201802.013>.
- Dolader, C.; Bel, J.; Muñoz, J. La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. *Economía Industrial*, v. 405, p. 33-40, 2017.
- Duche, A. B.; Gálvez, P. V.; Marallano, A. O. Y Comunicación en la aplicación de estrategias para la gestión de la cadena de suministro en el ámbito empresarial: una revisión sistemática de la literatura. *Social Science Journal*, v. 4, n. 2, p. 314-331, 2020. Disponible en: <http://centroseditorial.com/index.php/revista>. Acceso en: 20 ju. 2022.
- Farias, T.; Costa, J.; Perinotto, A. Empresas turísticas, redes sociales y negocios electrónicos: reflexiones a partir de la obra de Manuel Castells. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, v. 26, n. 3, p. 626-643, 2017.
- Ganne, E. *¿Pueden las cadenas de bloques revolucionar el comercio internacional?* Ginebra: Organización Mundial del Comercio, 2018. Doi: <https://doi.org/10.30875/77daeaf7-es>.
- García, E. Luces y sombras sobre el impacto del blockchain en la gestión de documentos. *Anuario ThinkEPI*, v. 12, 345-351, 2018. Doi: <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.58>.
- Giménez, A. C.; Ibáñez, M. G. ¿Es la tecnología blockchain compatible con la Economía Social y Solidaria? Hacia un nuevo paradigma. *CIRIEC-España Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, v. 95, p. 191-215, 2019. Doi: <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.95.12984>.
- Grzawska, A. Towards responsible and sustainable supply chains: Innovation, Multi-stakeholder Approach and Governance. *Philosophy of Management*, v. 19, n. 3, p. 267-295, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40926-019-00114-z>.
- Hidalgo, R. Tendencias del comercio internacional de bienes, políticas comerciales y negociaciones multilaterales. *Economía y Desarrollo*, v. 159, n. 1, p. 135-15, 2018.
- Khatteer, K.; DevanjaliRelan. Non-functional requirements for blockchain enabled medical supply chain. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, v. 13, p. 1219-1231, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01418-y>.
- Kshetri, N. Blockchain and the economics of food safety. *IT Professional*, v. 21, n. 3, 63-66, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1109/MITP.2019.2906761>.
- Kshetri, N. Discussion, conclusion, and recommendations. *In: Kshetri, N. Blockchain and Supply Chain Management*. [S.l.]: Elsevier, 2021. p. 221-245. Doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89934-5.00006-4>.
- Kumiawan, H.; Kim, J.; Ju, H. Utilization of the blockchain network in the public community health center medicine supply chain. *In: Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium: Towards Service and Networking Intelligence for Humanity*, 21., 2020, Daegu. *Proceedings [...]*. [S.l.]: IEEE, 2020. p. 235-238. Doi: <https://doi.org/10.23919/APNOMS50412.2020.9237042>.
- Latif, R. M. A. *et al.* Retail level Blockchain transformation for product supply chain using truffle development platform. *Cluster Computing*, v. 24, n. 1, p. 1-16, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10586-020-03165-4>.
- López, D. Blockchain: la revolución industrial de Internet. *Revista de Derecho*, v. 19, n. 19, p. 197, 2019. Doi: <https://doi.org/10.22235/rd.v0i19.1721>.
- Machado, F.; Guayasamín, C.; Montoya, P. Blockchain: Perspectiva y desafíos desde el comercio internacional. *Revista Publicando*, v. 7, n. 23, p. 14-23, 2020.
- Maesa, D. F.; Mori, P.; Ricci, L. Distributed Applications and Interoperable Systems. *In: International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems*, 17., 2017, Neuchâtel. *Proceedings [...]*. [S.l.]: Springer, 2017. (Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics, v. 10320). Doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-59665-5>.

- Malik, S.; Kanhere, S.; Jurdak, R. ProductChain: Scalable blockchain framework to support provenance in supply chains. *In: International Symposium on Network Computing and Applications*, 17., 2018, Cambridge. *Proceedings* [...]. [S.l.]: IEEE, 2018. p. 1-10. Doi: <https://doi.org/10.1109/NCA.2018.8548322>.
- Miranda, J. C.; Zuchi, J. D. Tecnología Blockchain. *Revista Interface Tecnológica*, v. 15, n. 2, 457-469, 2018. Doi: <https://doi.org/10.31510/infav15i2.376>.
- Mulder, N.; Pellandra, A. La innovación exportadora en las pequeñas y medianas empresas. Programas de apoyo y financiamiento en América Latina. *CEPAL-Serie Comercio Internacional*, v. 138, p. 38, 2017.
- Narayanam, K. et al. Blockchain based e-invoicing platform for global trade. *In: International Conference on Blockchain*, 2020, Rhodes. *Proceedings* [...]. [S.l.]: IEEE, 2020. p. 385-392. <https://doi.org/10.1109/Blockchain50366.2020.00056>.
- Nayal, K. et al. Antecedents for blockchain technology-enabled sustainable agriculture supply chain. *Annals of Operations Research*, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04423-3>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico; Banco de Desarrollo de América Latina. *América Latina y El Caribe 2019: Políticas para PYMEs competitivas en la Alianza del Pacífico y países participantes de América del Sur*. Paris: OECD Publishing, 2019.
- Parrondo, L. Tecnología blockchain, una nueva era para la empresa. *Revista de Contabilidad y Dirección*, n. 27, p. 11-31, 2018. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=f7SIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=Tecnología+Blockchain,+una+nueva+era+para+la+empresa&ots=L5rNU1g9-h&sig=fDjT01u7tgQqakWh3tDwsJoNP5Q>. Acceso en: 16 mar. 2022.
- Perboli, G.; Musso, S.; Rosano, M. Blockchain in logistics and supply chain: a lean approach for designing real-world use cases. *IEEE Access*, 6, p. 62018-62028, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2875782>.
- Petroni, B. C.; Monaco, E.; Franco, R. Uso de blockchain em smart contracts logísticos: uma revisão sistemática. *South American Development Society Journal*, v. 4, p. 63, 2018. Doi: <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.vespi1p63-81>.
- Preukschat, A.; Molero, I. Comunidad blockchain el futuro de la criptoconomía descentralizada y las ICO's. *Blockchain España*, v. 68, 2018.
- Puncel, A. Propuesta de estudio sobre la evolución a medio plazo de los riesgos de corrupción en España. *Revista Internacional Transparencia e Integridad*, n. 7, 2018. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7919492>. Acceso en: 16 mar. 2022.
- Qiu, A. et al. Food transaction scheme based on blockchain technology. *In: International Conference on Information Technology and Computer Application*, 2019, Guangzhou. *Proceedings* [...]. [S.l.]: IEEE, 2019. p. 347-351. <https://doi.org/10.1109/ITCA49981.2019.00083>.
- Ramírez, C. Evolución de la gestión de la cadena de suministro y la logística, desde una visión tecnológica y sostenible. *Retos*, v. 8, n. 1, p. 22-31, 2021. Doi: <https://doi.org/10.23850/retos.v8i1.2863>.
- Ramos, E. et al. *Contexto de la innovación y su incidencia en los procesos de competitividad en las pymes colombianas. Gestión tecnológica en las pymes*, Palma, 2021.
- Sarro, L.; Cesetti, A. Blockchain al servicio de la administración en organizaciones sostenibles. *Centro de Estudios de Administración*, v. 3, n. 1, p. 72-90, 2019. Disponible en: <https://revistas.uns.edu.ar/cea/article/view/1707>. Acceso en: 16 mar. 2022.
- Scully, P.; Höbig, M. Exploring the impact of blockchain on digitized Supply Chain flows: A literature review. *International Conference on Software Defined Systems*, 6, p. 278-283, 2019.
- Silva, L. A.; Castiblanco, D. El internet de las cosas (IoT) impactando el sector de la logística. *Boletín Tecnológico*, 2019. Disponible en: <https://www.sic.gov.co/boletines-tecnologicos/el-internet-de-las-cosas>. Acceso en: 16 mar. 2023.
- Su, S.; Wang, K.; Kim, H. S. Smartsupply: Smart contract based validation for supply chain blockchain. *In: Conferences on Internet of Things, Green Computing and Communications, Cyber, Physical and Social Computing, Smart Data, Blockchain, Computer and Information Technology*, 2018. *Proceedings* [...]. [S.l.]: IEEE, 2018. p. 988-993.

- Subirana, C. Cómo la tecnología blockchain transformará las cadenas de suministro. *Revista de Contabilidad y Dirección*, v. 27, p. 47-60, 2018.
- Tapscott, D.; Tapscott, A. La revolución blockchain Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global. *Deusto*, v. 1, p. 27, 2017.
- Tundidor, A. et al. *Cadena de suministros 4.0 Beneficios y retos de las Tecnologías disruptivas (ALFAOMEGA)*. [S.l.:s.n.], 2019.
- Xu, Z. et al. A scheme for intelligent blockchain-based manufacturing industry supply chain management. *Computing*, v. 103, n. 8, p. 1771-1790, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00607-020-00880-z>.
- Yahari, B. Blockchain y sus aplicaciones. *Universidad Católica Nuestra Señora de La Asunción*, v. 1, p. 1-19, 2017.
- Yousuf, S.; Svetinovic, D. Blockchain technology in supply chain management: preliminary study. In: *International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security*, 6., 2019, Grnada. *Proceedings* [...]. [S.l.]: IEEE, 2019. p. 537-538. Doi: <https://doi.org/10.1109/IOTSMS48152.2019.8939222>.

Agradecimientos

Por su valioso aporte a la Dirección de Investigaciones de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena Colombia.

Colaboradores

C.E. Marriaga contribuyó debidamente a la conceptualización, metodología, análisis e interpretación de los datos, revisión y aprobación de la versión final del artículo; M.C. Bonfante contribuyó debidamente al análisis e interpretación de los datos, revisión y aprobación de la versión final del artículo.