

Estrategias para facilitar la implementación de blockchain en la cadena de suministro de las PyMEs

Strategies to facilitate the implementation of blockchain in the supply chain of SMEs

Artículo de investigación

Recibido: octubre 10 de 2024

Aceptado: marzo 15 de 2025

Publicado: marzo 31 de 2025

Cómo citar este artículo: Benítez-Arrieta, D. A., & Cantillo-Velásquez, I. M. (2025). Estrategias para facilitar la implementación de blockchain en la cadena de suministro de las PyMEs. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 15 (1), 195-210.

doi: <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v15.n1.2025.19187>

Daniel Andrés Benítez-Arrieta*

Corporación Unificada Nacional de Educación Superior, Sincelejo, Colombia.

E-mail: daniel_beniteza@cun.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0844-9801>

Iris María Cantillo-Velásquez

Corporación Unificada Nacional de Educación Superior, Santa Marta, Colombia.

E-mail: iris_cantillo@cun.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4322-8131>

Resumen

El presente estudio se enfoca en explorar estrategias más efectivas al adoptar la tecnología blockchain en sus cadenas de suministro. Si bien la implementación de blockchain en las PYMES ofrece beneficios significativos, también enfrenta desafíos como la falta de recursos financieros, resistencia al cambio y carencia de conocimientos técnicos. Para abordar esta problemática, se realizó una revisión sistemática de la literatura (SLR) para identificar los factores clave que afectan la adopción de blockchain y las estrategias para su implementación. La metodología incluyó una búsqueda exhaustiva en bases de datos utilizando términos relacionados con blockchain, cadena de suministro y PYMES, seguida de la aplicación del método PRISMA. Los resultados identificaron estrategias como la implementación gradual de blockchain, la capacitación del personal y la colaboración con socios tecnológicos. Se concluye que la implementación gradual, junto con la capacitación y colaboración, es esencial para una adopción efectiva.

Palabras clave: blockchain, PyMEs, cadena de suministro, estrategias.

Abstract

This study focuses on exploring more effective strategies for adopting blockchain technology in supply chains. While blockchain implementation in SMEs offers significant benefits, it also faces challenges such as financial constraints, resistance to change, and a lack of technical knowledge. To address these issues, a systematic literature review (SLR) was conducted to identify key factors affecting blockchain adoption and strategies for its implementation. The methodology included an extensive database search using terms related to blockchain, supply chain, and SMEs, followed by the application of the PRISMA method. The results identified strategies such as gradual blockchain implementation, staff training, and collaboration with technology partners. It concludes that a gradual implementation approach, combined with training and collaboration, is essential for effective adoption.

Keywords: blockchain, SMEs, supply chain, strategies.

1. Introducción

Actualmente, las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), se encuentran ante el desafío constante de mantenerse competitivas en un mundo cada vez más digitalizado y globalizado. Estas empresas representan un componente vital de la economía, aportando una contribución significativa al empleo, la innovación y el crecimiento económico en numerosos sectores. Además, adoptar estrategias para integrar tecnologías emergentes y fortalecer el liderazgo podría impulsar la transformación digital en las PYMES, ayudando a crecer desde un punto de partida clave, para adaptar las operaciones al entorno digital actual (Villagra et al., 2023).

Sin embargo, estas empresas deben superar varios desafíos, como la necesidad de mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y adaptarse rápidamente a los cambios del mercado. En este contexto, la adopción de tecnologías innovadoras se presenta como una necesidad imperante para optimizar procesos, mejorar la eficiencia operativa y garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Entre estas tecnologías, el blockchain ha emergido como una herramienta disruptiva con el potencial de transformar las cadenas de suministro de las PYMES. Su capacidad para proporcionar un registro seguro, transparente e inmutable de las transacciones ha despertado gran interés en el ámbito empresarial, ya que promete mayor eficiencia, transparencia y confianza en las operaciones comerciales (Granados-Muñoz et al., 2023; Oliveira et al., 2021).

A pesar del potencial transformador del blockchain, su adopción en las PYMES sigue siendo limitada. Esto se debe, en parte, a la falta de comprensión sobre su funcionamiento

to y su aplicación en entornos empresariales de menor escala. Además, existen una serie de desafíos específicos que enfrentan las PYMES en relación con la implementación de blockchain, incluida la falta de recursos financieros, la resistencia al cambio y la carencia de conocimientos técnicos.

Este estudio se centra en explorar estrategias para superar estas barreras y facilitar la implementación exitosa de blockchain en las cadenas de suministro de las PYMES, reconociendo que la adopción de esta tecnología puede ofrecer beneficios sustanciales pero también enfrenta obstáculos significativos. Para lograr este objetivo, se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre la adopción de blockchain en las PYMES, analizando los factores clave que afectan la implementación exitosa de esta tecnología en las cadenas de suministro, desde la identificación de los desafíos tecnológicos e infraestructurales hasta la exploración de estrategias.

Al comprender las limitaciones tecnológicas e infraestructurales, identificando estrategias efectivas para superarlas, este estudio busca ofrecer un marco sólido para que las PYMES a manera generar comprendan cómo pueden aprovechar al máximo el potencial transformador del blockchain en sus cadenas de suministro.

2. Metodología

Este estudio emplea una metodología enfocada en explorar estrategias que permitan superar las limitaciones tecnológicas e infraestructurales que enfrentan las PYMES en la adopción del blockchain en sus cadenas de suministro. La metodología utilizada consiste en una revisión sistemática de la literatura

(SLR) relacionada con este tema. El enfoque SLR permite que futuros investigadores puedan replicar los hallazgos del estudio, asegurando la validez y confiabilidad de los resultados (Osorio-Andrade et al., 2024). En particular, se aplicó el método PRISMA para seleccionar de manera efectiva los artículos de referencia, garantizando la calidad y pertinencia de las fuentes analizadas. Por lo tanto, los pasos clave de la metodología de este estudio, incluyen:

Búsqueda Exhaustiva: Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos utilizando términos de búsqueda como "blockchain", "cadena de suministro" y "PYMES". Sumado, a artículos que tenían términos como "tecnología blockchain" y "estrategias de implementación".

Exportación y Análisis de Datos: Los datos se descargaron en formato RIS y se subieron al software VOSviewer para identificar temas y tendencias a partir de nodos temáticos e identificar la relación entre palabras.

Selección de Artículos: Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los estudios más relevantes. Posteriormente, se realizó un análisis crítico de sus hallazgos para identificar las principales limitaciones tecnológicas e infraestructurales, así como las estrategias para superarlas.

En la revisión se seleccionaron los artículos que cumplieran con las siguientes palabras en su contenido: Blockchain, cadena de suministro y Pymes, los cuales fueron filtrados a través de la siguiente combinación: (blockchain) OR (blockchain en cadena de suministro) AND (empresas). Esta combinación se utilizó en las bases de datos: Scopus, Scielo, Sciencedirect, Redalyc y Google académico.

Los siguientes fueron los criterios de inclusión y exclusión: Estudios que implementaron la tecnología blockchain en las diferentes cadenas de suministro de las empresas; Artículos que mantuvieran una relación con las palabras clave antes mencionadas; artículos que estuvieran comprendidos entre 2014 a 2024 para darle un contexto de búsqueda de 10 años.

Luego, con la integración del método Prisma, se hace un reporte de la revisión, proporcionando un conjunto de elementos de verificación (checklist) para asegurar que todos los aspectos relevantes de la revisión sean informados. En la figura 1 se representa lo dicho anteriormente, donde los elementos de la izquierda fueron los tenidos en cuenta en todos los artículos y la derecha el resultado total del filtro.

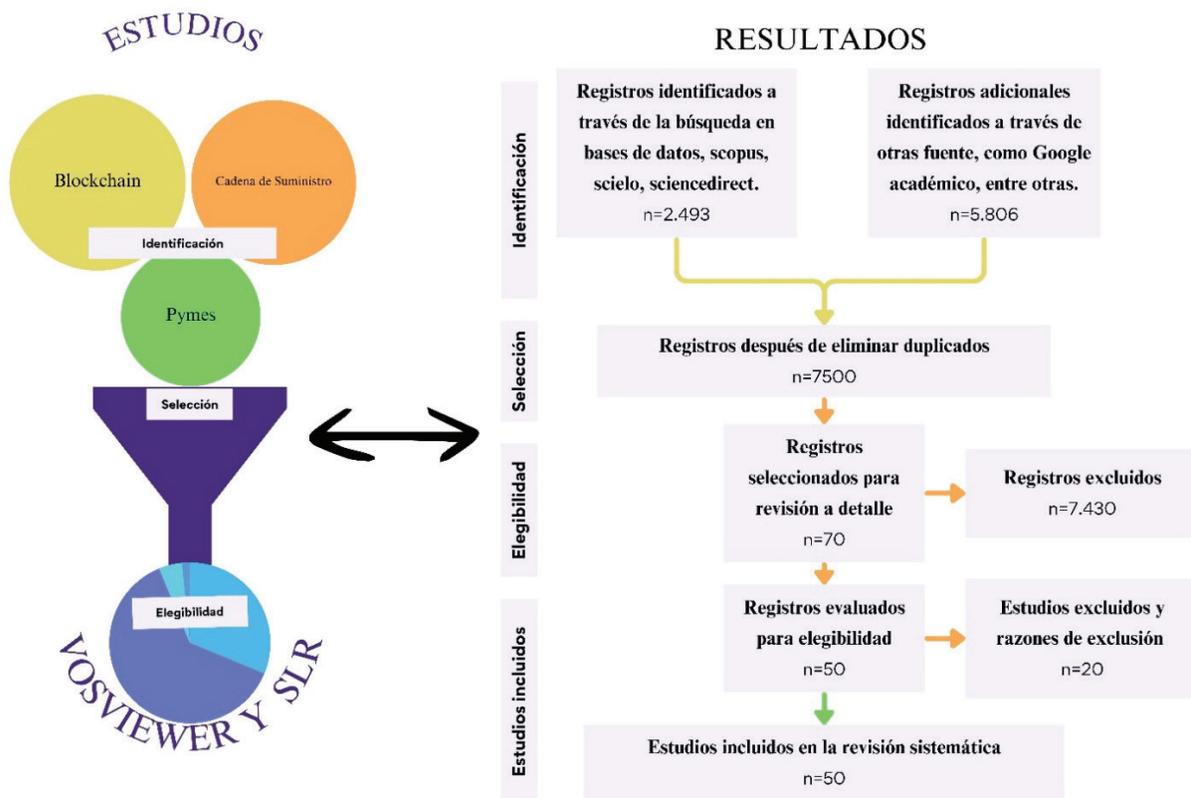


Figura 1. Criterios de búsqueda y resultados de búsqueda.

3. Resultados y discusión

3.1 Exportación y análisis de datos

La Figura 2 muestra los artículos que usaron la palabra blockchain, siendo esta la mayor cantidad, igualmente, se denota como el apreciativo de cadena de suministro se enlaza de manera efectiva con dichos estudios. Así, se identifica el uso de diferentes términos, como: contrato inteligente, Ethereum, trazabilidad, innovación, tecnología, escalabilidad, seguridad, entre otras, que complementan sistemáticamente el uso de esta tecnología.

Los resultados, exportados en formato RIS y analizados mediante el software Vosviewer, permitieron visualizar las conexiones y relaciones temáticas entre los estudios recopilados. En ese sentido, el análisis de las conexiones del nodo 1, que agrupa los estudios relacionados con blockchain, reveló una integración de temas recurrentes como smart contracts, ethereum, bitcoin, fintech, innovation y distributed ledger technology (DLT).

El segundo nodo, centrado en la gestión de la cadena de suministro, destacó temas como costos, que se refiere al análisis de los gastos asociados a los procesos de la cadena de suministro, y manufacture, que se enfoca en los procesos de fabricación y cómo pueden mejorarse mediante la digitalización. Asimismo, la transformación digital, o digital transformation, es un tema recurrente que abarca la adopción de tecnologías digitales para mejorar la efectividad de la cadena de suministro. Asimismo, la cadena de suministro digital, o digital supply chain, implica la integración de tecnologías avanzadas para crear una cadena de suministro completamente digitalizada. La adopción de tecnología, o technology adoption, es otro tema clave que analiza cómo las empresas adoptan nuevas tecnologías para mejorar sus procesos.

La relación entre blockchain y la gestión de la cadena de suministro, se presenta como una de las áreas de mayor interconexión entre los estudios analizados, con temas recurrentes que incluyen: el uso técnico de smart contracts para automatizar procesos, la integración de tecnologías digitales en la cadena de suministro facilitada por blockchain, la adopción de blockchain como parte de la transformación hacia la Industria 4.0, la innovación en procesos, y el uso de bases de datos distribuidas.

Luego de buscar los artículos, realizar el análisis de palabras en VOSviewer, y seleccionarlos conforme a los criterios establecidos en prisma, se han determinado las siguientes estrategias: i) Implementación gradual: introducir blockchain en etapas para facilitar la adaptación y minimizar riesgos. li) Aspectos a tener en cuenta: Valor del uso del blockchain en la empresa; viabilidad e impacto de la tecnología a través de pruebas piloto donde la empresa pueda llegar a familiarizarse; obstáculos presentes para la implementación y uso de la tecnología BC. lii) Capacitación: ofrecer programas de formación al personal sobre los fundamentos y aplicaciones de blockchain.

3.2 Definición y funcionalidad de blockchain

Blockchain (BC) se refiere a la creación de una cadena de bloques, donde cada bloque contiene un conjunto de datos y está criptográficamente enlazado con el bloque anterior, formando una cadena que registra todas las transacciones de forma cronológica y, dependiendo del sector económico, se pueden implementar diferentes plataformas que integran el BC (Moreno-Arboleda et al., 2021). En palabras de Tebes et al., (2019) blockchain es una base de datos compartida entre muchas computadoras, llamadas nodos. Cada vez que se agrega nueva información, se crea un nuevo "bloque" que se conecta al anterior, asegurando que la información esté almacenada en muchos lugares a la vez y dificultando su alteración (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), 2020).

La importancia radica en que el blockchain es un sistema descentralizado y distribuido que ha suscitado gran interés en la academia, tecnología, finanzas, gobierno y empresas,

debido a su capacidad para ofrecer transparencia en la gestión de datos y transacciones (Reyes-Sánchez, 2022). En la siguiente figura se tiene un sistema central y cómo el block-

chain se diferencia de ese sistema. En ese sentido, la figura 3, representa lo concerniente con blockchain público y blockchain privado.

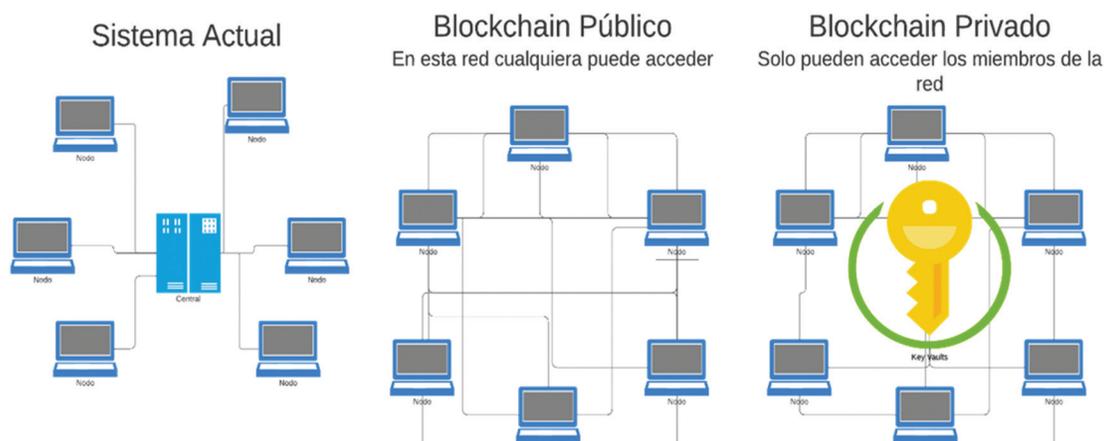


Figura 3. Grado de accesibilidad a la cadena blockchain.

La figura 3 presenta una perspectiva sobre el acceso a la blockchain, donde se identifican tres modelos distintos. En primer lugar, el sistema actual que opera sin la implementación de la blockchain, se caracteriza por ser centralizado con regulación por parte de una entidad central (Bartolomeo & Machin-Urbay, 2019; Pérez De San et al., 2021). sin embargo, en este sistema los cambios no son transparentes para todas las partes involucradas lo que dificulta la divulgación instantánea de cualquier modificación.

En segundo lugar, se encuentra el blockchain público el cual está abierto a todos los usuarios, permitiendo que cualquier persona pueda visualizar y validar transacciones debido a que se les permite acceso a la red. Este modelo se destaca por su transparencia puesto que, al ser descentralizado, todos pueden visualizar lo que sucede. Shailak (2020) describe que los sistemas públicos de blockchain permiten la participación abierta de cualquier nodo en la red, sin necesidad de permisos ni autorización previa.

En el blockchain privado, según Sunyer (2018) “se puede acceder a ella por invitación de sus propietarios”. En otras palabras, el BC privado está bajo el control de una entidad o grupo selecto que restringe la participación de transacciones únicamente a aquellos autorizados; un ejemplo de esto es cadenas de suministros de empresas donde se limita el acceso a información específica a un grupo determinado de usuarios o nodos.

3.3 Estrategia de implementación gradual

Para las empresas, la implementación de blockchain proporciona mayor transparencia en procesos financieros y de suministro. Autores como Lezama-León et al. (2023) argumentan que la implementación debe ser gradual para ser efectiva. En la Figura 4 se presenta el concepto de la implementación gradual del BC.

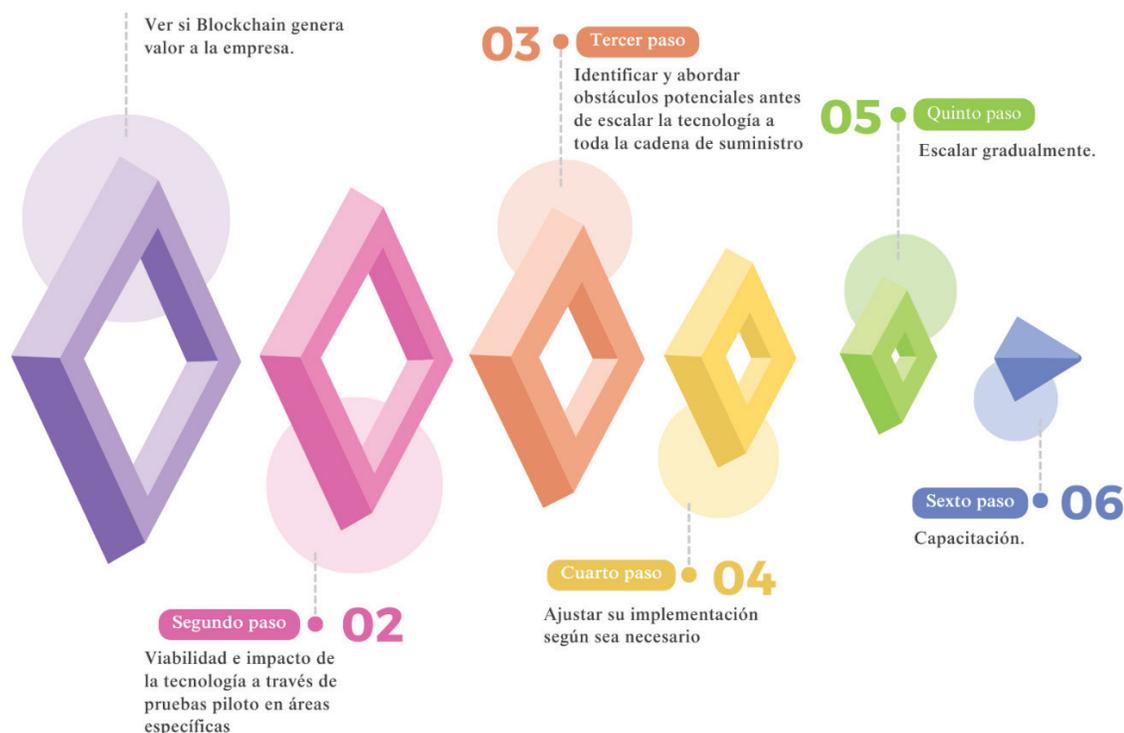


Figura 4. Estrategia de implementación gradual.

La estrategia de implementar Blockchain de manera gradual en la cadena de suministro es efectiva por varias razones. Mora-Torres (2023) afirma que “antes de explorar el contexto tecnológico que transformará la cadena de suministro, es fundamental comprender su funcionamiento, además de conocer la cadena de valor para poder integrar la tecnología”.

A manera de ejemplo, el uso de blockchain en una cooperativa de bananeros que cuenta con una buena cadena de suministro, puede generar valor al proporcionar un registro inmutable y transparente de toda la cadena de suministro, desde la importación hasta la distribución con los socios. En este caso, hay claridad desde la cosecha hasta la entrega lo cual mejora la trazabilidad para los clientes, reduce el riesgo de fraude y optimiza los procesos logísticos, resultando en una mayor eficiencia operativa.

Segundo, el BC permite a las empresas evaluar la viabilidad y el impacto de la tecnología a través de pruebas piloto en áreas específicas, lo que ayuda a comprender mejor cómo se integrará la tecnología en las operaciones existentes y qué beneficios concretos se pueden esperar. Además, esta estrategia permite identificar obstáculos potenciales antes de escalar la tecnología a toda la cadena de suministro. En ese sentido, el proyecto dirigido por Manobanda-Paucar (2021) demostró que la prueba piloto cumple con los principios clave de la tecnología Blockchain, como el registro distribuido, la inmutabilidad y la trazabilidad. A pesar de ello, no puede competir con las aplicaciones desarrolladas en plataformas especializadas, pero si permite que la empresa empiece a adaptarse al uso de la tecnología.

Tercero, identificar y superar barreras antes de extender la adopción de Blockchain en

toda la cadena, implica anticipar para resolver posibles desafíos antes de que afecten la expansión de la tecnología (Gad et al., 2022). En el boletín 387 de la CEPAL (2021), se mencionan algunas limitaciones y desafíos que suelen aparecer al momento de implementar la tecnología blockchain y que se deben tener en cuenta, tales como: falta de madurez con el uso de la tecnología en la empresa; debido a que la tecnología blockchain aún no se utiliza completamente para su máximo potencial en la gestión logística. Resistencia a la colaboración competitiva; las políticas o normativas pueden dificultar la cooperación entre competidores. Complejidad tecnológica; Brechas de ciberseguridad. Necesidad de adaptación normativa; las regulaciones existentes pueden no estar preparadas para abordar las nuevas formas de operación facilitadas por blockchain. Entre otras como, personal no capacitado en TIC y resistencia al cambio.

Cuarto, ajustar la implementación del BC, para esto se debe tener en cuenta el factor monetario e infraestructural de las empresas. En efecto, eso suele depender de la magnitud del estudio inicial, por ejemplo, el autor Fuertes (2018) escribe el proceso de implementación de Blockchain en AFANOC, que incluye desarrollo de prototipos, pruebas, mejoras y mantenimiento continuo, estos ajustes se realizan con un equipo dedicado y colaboración del personal de la empresa.

Quinto, escalar gradualmente; siguiendo con la referencia anterior, al momento de implementarse blockchain el tema de la escalabilidad gradual de la implementación de blockchain en la cadena de suministro, permite a las empresas maximizar los beneficios de esta tecnología disruptiva mientras minimizan los riesgos y los costos asociados. Por lo tanto, al adoptar un enfoque paso a paso

y centrado en el valor del cliente, las empresas pueden transformar efectivamente sus operaciones y mantenerse a la vanguardia en un mercado cada vez más digitalizado. Finalmente, capacitar a los empleados para que adquieran las habilidades y el proceso inicial se vaya dando de manera efectiva (Fuertes, 2018).

En vista de lo anterior, la estrategia gradual de implementación de Blockchain en la cadena de suministro es esencial para las empresas, ya que permite comprender a fondo la cadena de valor antes de integrar la tecnología, realizar pruebas piloto para evaluar su viabilidad y anticipar posibles obstáculos. Esto a parte de ajustar la implementación según los recursos disponibles y escalar gradualmente en un punto específico, lo que ayuda a maximizar los beneficios mientras se minimizan los riesgos.

3.4 Estrategia de capacitación

Resulta fundamental capacitar constantemente a los empleados en el uso adecuado de la tecnología BC para maximizar su potencial y garantizar su integración exitosa en los procesos operativos (Hernández-Mite, 2023). En otras palabras, la capacitación debe incluir no solo el aspecto técnico de la tecnología, sino también su aplicación práctica en la cadena de suministro. Además, es importante implementar programas de formación continua para mantener a los empleados actualizados con las últimas tendencias en el campo de blockchain, porque esto no solo mejorará la eficiencia de las operaciones, sino que también fomentará una cultura de innovación dentro de la empresa (Yadlapalli et al., 2022). Asimismo, la colaboración con expertos puede enriquecer significativamente el conocimiento del personal y contribuir a

una adopción más fluida de esta tecnología (Palacios-Moya et al., 2024).

Otros estudios relevantes en el uso de blockchain, incluyen: Recomendaciones para la implementación de blockchain (Hernández-Mite, 2023) sistemas confiables y transparentes (Esparza-Cruz et al., 2020), aplicación de blockchain en el comercio internacional (Marriaga & Bonfante, 2023), aplicación en la cadena de suministro de plataformas petroleras (Martínez-González et al., 2023), block-

chain en el transporte marítimo (Jugović et al., 2019), blockchain en la cadena de valor de productos agroalimenticios (Chávez-Pajuelo, 2021), blockchain en la industria agropecuaria (Burgos-Rojas et al., 2022), evolución de las TIC en la logística interna (Becerra-González et al., 2017), y trazabilidad y seguridad en transacciones de la cadena de suministro (Alzate & Giraldo, 2023). En la Tabla 1 se sintetizan las estrategias para integración de blockchain mencionadas en los trabajos anteriores.

Tabla 1. Estrategias para superar las limitaciones tecnológicas y de infraestructura para facilitar la implementación de BC en la Cadena de Suministro de las PYMES.

Autores	Estrategias	Definición	Superando las limitaciones tecnológicas y de infraestructura
(Ar et al., 2020), (Wong et al., 2024), (Govindan et al., 2024), (Dutta et al., 2020), (Arunmozhi et al., 2022)	Evaluación de la factibilidad de implementación	Evaluar si es posible implementar Blockchain en la cadena de suministro, identificando los desafíos y oportunidades específicos.	Esta estrategia se alinea directamente con la necesidad de superar las limitaciones tecnológicas e infraestructurales al realizar una evaluación exhaustiva de la factibilidad de implementar Blockchain. Identificar los desafíos y oportunidades permite abordar de manera efectiva los obstáculos y aprovechar las ventajas que esta tecnología ofrece para mejorar la cadena de suministro de las PYMES.
(Orji et al., 2020), (Fink et al., 2022), (Arias-Torres et al., 2023), (Vargas-Corredor et al., 2020),	Selección de un proveedor de servicios tecnológicos especializado en Blockchain	Elegir un proveedor con experiencia en Blockchain para implementar la tecnología.	Al seleccionar un proveedor especializado en Blockchain, las PYMES pueden superar las limitaciones tecnológicas al acceder a la experiencia y el conocimiento necesarios para implementar la tecnología de manera efectiva. Esto les permite sortear los obstáculos técnicos y maximizar los beneficios de la tecnología Blockchain en su cadena de suministro.
(Bag et al., 2024), (Ivanov et al., 2022), (Banerjee et al., 2017), (Suryawanshi & Dutta, 2022), (Alzate & Giraldo, 2023)	Adaptación de la infraestructura existente	Realizar ajustes en la infraestructura tecnológica existente para integrar Blockchain eficientemente.	Esta estrategia aborda directamente las limitaciones tecnológicas al adaptar la infraestructura existente para integrar Blockchain. Al actualizar sistemas y capacitar al personal, las PYMES pueden superar los obstáculos tecnológicos y prepararse para implementar con éxito esta tecnología en su cadena de suministro.
(Hart, 2024), (Noh & Lee, 2015), (De Villiers et al., 2021), (Nguyen et al., 2021)	Colaboración con socios y donantes para financiar la implementación	Trabajar con socios y donantes para obtener los recursos financieros necesarios para implementar Blockchain.	Dado el costo inicial asociado a la implementación de Blockchain, colaborar con socios y donantes es una estrategia clave para superar las limitaciones financieras. Al obtener los recursos necesarios, las PYMES pueden financiar la implementación de Blockchain y aprovechar sus beneficios en la cadena de suministro.
(Singh et al., 2023), (Natanelov et al., 2022), (Rubio-Sánchez, 2022), (Centobelli et al., 2022), (Dehghani et al., 2022), (Sundarakani et al., 2021)	Pilotos y pruebas de concepto	Realizar pruebas para validar la viabilidad y eficacia de Blockchain en la cadena de suministro.	Los pilotos y pruebas de concepto permiten a las PYMES evaluar la viabilidad de Blockchain en su cadena de suministro y identificar posibles problemas antes de una implementación completa. Esta estrategia les ayuda a superar las limitaciones tecnológicas al probar la tecnología en un entorno controlado y realizar ajustes según sea necesario para garantizar una implementación exitosa.

El análisis de las estrategias de la Tabla 1 revela que cada una de ellas aborda diferentes aspectos, relacionados con la implementación de Blockchain en la cadena de suministro de las PYMES. Estas estrategias van desde la evaluación de factibilidad hasta la realización de pruebas piloto, y se centran en superar las limitaciones tecnológicas, financieras y de conocimiento para facilitar la adopción de esta tecnología. Al evaluar, seleccionar proveedores especializados, adaptar la infraestructura, colaborar con socios y realizar pruebas, las PYMES pueden mitigar los desafíos y maximizar los beneficios de la tecnología Blockchain en su cadena de suministro.

4. Conclusiones

Los resultados destacan que la adopción de la tecnología blockchain en las cadenas de suministro de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) puede ofrecer beneficios significativos, pero enfrenta desafíos como la falta de recursos financieros, resistencia al cambio y carencia de conocimientos técnicos. Para abordar esta problemática, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura para identificar factores clave que afectan la adopción de blockchain en las PYMES y las estrategias para su implementación.

Entre las estrategias identificadas para superar las barreras tecnológicas e infraestructurales se encuentran la implementación gradual de blockchain, la capacitación del personal y la colaboración con socios tecnológicos especializados. Estas estrategias se apoyan en el análisis crítico de los hallazgos de la revisión de literatura y en el método PRISMA para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados.

Se concluye que la implementación exitosa de blockchain en las cadenas de suministro de las PYMES requiere un enfoque gradual, evaluando la viabilidad y el impacto de la tecnología, identificando y superando obstáculos potenciales. Además, se destaca la importancia de la capacitación del personal y la colaboración con expertos en tecnología blockchain para garantizar una adopción efectiva y sostenible de esta tecnología en el sector empresarial.

Contribución de los autores

Daniel Andrés Benítez-Arrieta: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Iris María Cantillo-Velásquez: Conceptualización, Investigación, Supervisión, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Implicaciones éticas

No existen implicaciones éticas por declarar en la escritura o publicación de este artículo.

Financiación

Los autores no recibieron recursos para la escritura o publicación de este artículo.

Conflictos de interés

No existen conflictos de interés de parte de los autores en la escritura o publicación de este artículo.

5. Referencias

- Alzate, P., & Giraldo, D. (2023). Tendencias de investigación del blockchain en la cadena de suministro: transparencia, trazabilidad y seguridad. *Revista Universidad y Empresa*, 25 (44), 1–29. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.12451>
- Ar, I. M., Erol, I., Peker, I., Ozdemir, A. I., Medeni, T. D., & Medeni, I. T. (2020). Evaluating the feasibility of blockchain in logistics operations: A decision framework. *Expert Systems with Applications*, 158, 113543. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2020.113543>
- Arias-Torres, J. A., García-Arango, D. A., Echeverri-Gutiérrez, C. A., Acosta-Agudelo, L. C., & Echeverri-Gutiérrez, M. S. (2023). Blockchain aplicada en la innovación de proceso para la integración de servicios de tecnología financiera. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 69, 135–156. <https://doi.org/https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n69a6>
- Arunmozhi, M., Venkatesh, V. G., Arisian, S., Shi, Y., & Raja Sreedharan, V. (2022). Application of blockchain and smart contracts in autonomous vehicle supply chains: An experimental design. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 165, 102864. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2022.102864>
- Bag, S., Gupta, S., Chan, H. L., & Kumar, A. (2024). Building smart product-service systems capabilities for circular supply chains in the Industry 4.0 era. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 188, 103625. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2024.103625>
- Banerjee, A., Chishti, M. S., & Kumar, S. (2017). Implementing secure smart home using existing infrastructure. *Sistemas y Telemática*, 15 (43), 9–18. <https://doi.org/10.18046/SYT.V15I43.2710>
- Bartolomeo, A., & Machin-Urbay, G. (2019). Introducción a la Tecnología Blockchain: su Impacto en las Ciencias Económicas. Biblioteca Digital UNCUIYO. https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/15304/14.-introduccinala-tecnologia.pdf
- Becerra-González, K., Pedroza-Barreto, V., Pinilla-Wah, J., & Vargas-Lombardo, M. (2017). Implementación de las TIC'S en la gestión de inventario dentro de la cadena de suministro. *Revista de Iniciación Científica*, 3 (1). <https://core.ac.uk/download/pdf/234019677.pdf>
- Burgos-Rojas, M. A., Haro-Polo, C. I., & Mendoza De los Santos, A. C. (2022). El impacto del Blockchain en la cadena de suministros de la industria agropecuaria: Una Revisión Bibliográfica. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 4. <https://doi.org/10.47796/ing.v4i0.708>
- Centobelli, P., Cerchione, R., Vecchio, P. Del, Oropallo, E., & Secundo, G. (2022). Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain. *Information & Management*, 59 (7), 103508. <https://doi.org/10.1016/J.IM.2021.103508>
- CEPAL. (2021). Oportunidades y desafíos para la implementación del blockchain en el ámbito logístico de América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/012145c2-620c-4463-8bfe-7a4b-4ff92d60/content>
- Chávez-Pajuelo, G. (2021). Herramienta colaborativa basada en blockchain para el registro fiable de la información de origen de la uva. *Actas Del Congreso Internacional de Ingeniería de Sistemas*, 204–205. <https://doi.org/https://doi.org/10.26439/ciis2021.5636>
- De Villiers, C., Kuruppu, S., & Dissanayake, D. (2021). A (new) role for business – Promoting the United Nations' Sustainable Development Goals through the internet-of-things and blockchain technology. *Journal of Business Research*, 131, 598–609. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2020.11.066>

- Dehghani, M., Kennedy, R., Mashatan, A., Rese, A., & Karavidas, D. (2022). High interest, low adoption. A mixed-method investigation into the factors influencing organisational adoption of blockchain technology. *Journal of Business Research*, 149, 393–411. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2022.05.015>
- Dutta, P., Choi, T. M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142, 102067. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2020.102067>
- Esparza-Cruz, N., Crespo-Torres, N., Gonzales-Valero, M., & Fernández-Torres, A. (2020). Análisis de la solución blockchain aplicada a las cadenas de suministro en la ciudad de Babahoyo. *Of Science and Research*, 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.4451458>
- Fink, A. A., Klöckner, M., Räder, T., & Wagner, S. M. (2022). Supply chain management accelerators: Types, objectives, and key design features. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 164, 102728. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2022.102728>
- Fuertes, S. (2018). Implementación de la tecnología Blockchain a entidades del tercer sector. <https://core.ac.uk/download/pdf/185525609.pdf>
- Gad, A. G., Mosa, D. T., Abualigah, L., & Abohany, A. A. (2022). Emerging Trends in Blockchain Technology and Applications: A Review and Outlook. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34 (9), 6719–6742. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUCI.2022.03.007>
- Govindan, K., Jain, P., Kr. Singh, R., & Mishra, R. (2024). Blockchain technology as a strategic weapon to bring procurement 4.0 truly alive: Literature review and future research agenda. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 181, 103352. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2023.103352>
- Granados-Muñoz, V. N., Vilela-Obando, K. M., & Mejía-Mendivil, A. M. (2023). Opportunities and challenges of blockchain in the fishing companies supply chain: A review of the literature between 2018 and 2022. En *Igniting the Spark of Innovation: Emerging Trends, Disruptive Technologies, and Innovative Models for Business Success*. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2023.1.1.377>
- Hart, S. U. (2024). From promise to practice: A cross-institutional analysis of design trends, enablers and challenges in blockchain-enabled cash and voucher delivery. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 100, 104129. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2023.104129>
- Hernández-Mite, K. K. (2023). Tecnología Blockchain y sus Aplicaciones Potenciales en la Gestión de la Cadena de Suministro en Guayaquil, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25940/1/UPS-GT004569.pdf>
- Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2022). Cloud supply chain: Integrating Industry 4.0 and digital platforms in the “Supply Chain-as-a-Service.” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 160, 102676. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2022.102676>
- Jugović, A., Bukša, J., Dragoslavić, A., & Sopta, D. (2019). The possibilities of applying blockchain technology in shipping. *Pomorstvo*, 33 (2), 274–279. <https://doi.org/https://doi.org/10.31217/p.33.2.19>
- Lezama-León, E., Lezama-León, M., Solís-Galindo, A. E., Pérez-Pineda, E., & Figueroa-Urrea, H. A. (2023). Aplicación de la tecnología Blockchain como estrategia tecnológica en la logística de la empresa. *Boletín Científico INVESTIGIUM de La Escuela Superior de Tizayuca*, 8 (16), 12–18. <https://doi.org/10.29057/est.v8i16.8829>
- Manobanda-Paucar, C. (2021). Implementación de un Modelo Piloto Para la Gestión de la Cadena de Suministros Utilizando Blockchain. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8273/1/PI-001887.pdf>

- Mariaga, C., & Bonfante, M. (2023). Blockchain: Aplicación en el Comercio Internacional y en la Gestión de la Cadena de Suministro. *Transinformação*, 35, 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/2318-0889202335e220028>
- Martínez-González, S., Pérez-Rejón, J., Herrera-Sánchez, B., & Gómez-Ramón, R. del C. (2023). Estado del Arte de la Blockchain y su Aplicación a la Cadena de Suministros de las Plataformas Petroleras en la Región de Campeche. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7 (3), 5941–5961. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6601
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, MinTIC. (2020). Guía de Referencia para la adopción e implementación de proyectos con tecnología blockchain para el Estado colombiano. https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-161810_pdf.pdf
- Mora-Torres, E. (2023). Aproximación A La Trazabilidad Blockchain DLT En El Sector Oleícola. <https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/21485/1/TFMELISA.pdf>
- Moreno-Arboleda, F., Rodríguez-Camacho, J., & Giraldo-Muñoz, D. (2021). A Comparison of Two Blockchain Platforms: Bitcoin and Hyperledger Fabric. *Ingeniería y Competitividad*, 24 (1), e30311027. <https://doi.org/10.25100/iy.24i1.11027>
- Natanelov, V., Cao, S., Foth, M., & Dulleck, U. (2022). Blockchain smart contracts for supply chain finance: Mapping the innovation potential in Australia-China beef supply chains. *Journal of Industrial Information Integration*, 30, 100389. <https://doi.org/10.1016/J.JII.2022.100389>
- Nguyen, L. T. Q., Hoang, T. G., Do, L. H., Ngo, X. T., Nguyen, P. H. T., Nguyen, G. D. L., & Nguyen, G. N. T. (2021). The role of blockchain technology-based social crowdfunding in advancing social value creation. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120898. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2021.120898>
- Noh, H., & Lee, S. (2015). Perceptual Factors Affecting the Tendency to Collaboration in SMEs: Perceived Importance of Collaboration Modes and Partners. *Journal of Technology Management & Innovation*, 10 (3), 18–31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84742420003>
- Oliveira, J., Lima, J. E., da Silva, D., Kuprych, V., Faria, P. M., Teixeira, C., Ferreira-Cruz, E., & Rosado da Cruz, A. M. (2021). Traceability system for quality monitoring in the fishery and aquaculture value chain. *Journal of Agriculture and Food Research*, 5, 100169. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2021.100169>
- Orji, I. J., Kusi-Sarpong, S., Huang, S., & Vazquez-Brust, D. (2020). Evaluating the factors that influence blockchain adoption in the freight logistics industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 141, 102025. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2020.102025>
- Osorio-Andrade, C. F., Arango-Pastrana, C. A., & Candelo-Viáfara, J. M. (2024). Proteins of the future: a bibliometric study of alternative food acceptance. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 14 (2), 195-214. <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v14.n2.2024.18162>
- Palacios-Moya, L., Bermeo-Giraldo, M. C., Muñoz-Velásquez, J. A., Mazo-Ceballos, J. M., & Bran-Piedrahita, L. (2024). Factores clave para la creación de Startups en Colombia y economías emergentes. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 14 (1), 75-94. <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v14.n1.2024.17536>
- Pérez de San, K., Martínez De Lahidalga, R., Ballesteros-Rodríguez, A., & Font-García, V. (2021). Análisis de los distintos tipos de cadenas de bloques. *Universitat Oberta de Catalunya*. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/132652/6/kperezdesanromanTFM0621memoria.pdf>
- Reyes-Sánchez, C. (2022). Blockchain: Funcionamiento y pertinencia en sectores públicos y privados. *Interconectando Saberes*, 14, 169–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.25009/is.v0i14.2734>

- Rubio-Sánchez, J. L. (2022). Una arquitectura y prueba de concepto basada en Blockchain para la entrega remota de exámenes en una universidad a distancia. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 22, 103-130. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.636>
- Shailak, J. (2020). Smart Contracts: Building Blocks for Digital Transformation. Parul University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33316.83847>
- Singh, A. K., Kumar, V. R. P., Shoaib, M., Adebayo, T. S., & Irfan, M. (2023). A strategic roadmap to overcome blockchain technology barriers for sustainable construction: A deep learning-based dual-stage SEM-ANN approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 194, 122716. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2023.122716>
- Sundarakani, B., Ajaykumar, A., & Gunasekaran, A. (2021). Big data driven supply chain design and applications for blockchain: An action research using case study approach. *Omega*, 102, 102452. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2021.102452>
- Sunyer, R. (2018). Blockchain y las posibilidades que ofrece para una nueva economía urbana. https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/93126/1/Sunyer%2C%20R._Blockchain.pdf
- Suryawanshi, P., & Dutta, P. (2022). Optimization models for supply chains under risk, uncertainty and resilience: A state-of-the-art review and future research directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 157, 102553. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2021.102553>
- Tebes, G., Peppino, D., Becker, P., & Olsima, L. (2019). Specifying the Process Model for a Systematic Literature Review. En XXII ClbSE'19, 391-404. La Habana, Cuba: Curran Associates.
- Vargas-Corredor, F. L., Quevedo-Reyes, J. E., González-Sanabria, J. S., & Suárez-Barón, M. J. (2020). Guía metodológica para la selección de proveedores DBaaS en Pymes. *Revista Científica*, 39 (3), 369-377. <https://doi.org/10.14483/23448350.16938>
- Villagra, A., Del Do, A., & Pandolfi, D. (2023). Desafíos de la Transformación Digital en las PYMES. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 15 (1), 200-229. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v15.n1.941>
- Wong, L. W., Tan, G. W. H., Ooi, K. B., & Chan, H. K. (2024). Blockchains for SMEs: A Fit-Viability perspective moderated by organizational innovation diffusion for supply chain performance. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 182, 103396. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2023.103396>
- Yadlapalli, A., Rahman, S., & Gopal, P. (2022). Blockchain technology implementation challenges in supply chains – evidence from the case studies of multi-stakeholders. *The International Journal of Logistics Management*, 33 (5), 278-305. <https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2021-0086>