

Analysis of the international technological tool blockchain in the traceability of courier shipments in the province of piura

Carrasco Valdiviezo Abi Nataly  y Garcia Távora Luis Fernando 

Universidad Tecnológica del Perú, Piura, U20216753@utp.edu.pe, Universidad Tecnológica del Perú, Piura, U20245201@utp.edu.pe

Abstract– The purpose of this study is to analyze blockchain technology in the traceability of shipments in courier companies in the province of Piura. A qualitative approach was used, through semi-structured interviews with managers and employees of companies in the sector, complemented by a documentary analysis on the use of blockchain in shipping logistics. The results indicate that, although most of the interviewees recognize the potential of the technology to improve traceability through characteristics such as immutability, security and transparency, its adoption is limited due to the lack of training and technological resources. However, companies that have implemented blockchain report significant improvements in operational efficiency and customer satisfaction. This research concludes that the adoption of blockchain can transform logistics operations in the courier sector in Piura, offering important competitive advantages by optimizing delivery times and improving security in data management. Therefore, it is concluded that the effective implementation of blockchain would not only facilitate better traceability, but would also contribute to regional economic development by raising the standards of the messaging service.

Keywords-- blockchain, courier, traceability, logistics

Análisis de la herramienta tecnológica internacional blockchain en la trazabilidad de los envíos de las couriers en la provincia de Piura

Carrasco Valdiviezo Abi Nataly  y Garcia Távara Luis Fernando 
Universidad Tecnológica del Perú, Piura, U20216753@utp.edu.pe, Universidad Tecnológica del Perú, Piura, U20245201@utp.edu.pe.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo analizar la tecnología blockchain en la trazabilidad de envíos en las empresas courier de la provincia de Piura. Se utilizó un enfoque cualitativo, mediante entrevistas semiestructuradas a gerentes y empleados de empresas del sector, complementado con un análisis documental sobre el uso de blockchain en logística de envíos. Los resultados indican que, aunque la mayoría de los entrevistados reconoce el potencial de la tecnología para mejorar la trazabilidad mediante características como la inmutabilidad, seguridad y transparencia, su adopción es limitada debido a la falta de capacitación y recursos tecnológicos. Sin embargo, las empresas que han implementado blockchain reportan mejoras significativas en la eficiencia operativa y en la satisfacción del cliente. Esta investigación concluye que la adopción de blockchain puede transformar las operaciones logísticas del sector courier en Piura, ofreciendo ventajas competitivas importantes al optimizar los tiempos de entrega y mejorar la seguridad en el manejo de datos. Por lo que se concluye que la implementación efectiva de blockchain no solo facilitaría una mejor trazabilidad, sino que también contribuiría al desarrollo económico regional al elevar los estándares del servicio courier.

PROBLEMÁTICA

A nivel nacional, el sector courier ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años debido a la demanda de servicios logísticos más eficientes y rápidos. Este contexto ha generado la necesidad de adoptar tecnologías avanzadas tales como la herramienta tecnológica internacional blockchain, que permite optimizar la trazabilidad, seguridad y transparencia en las operaciones de envío.[1]

Sin embargo, en la provincia de Piura, la adopción de esta tecnología sigue siendo limitada, pues algunas empresas aún desconocen cómo maximizar sus beneficios, lo que restringe su potencial para mejorar los procesos logísticos[2].

En ese sentido, la problemática de la investigación radica en como las empresas courier de Piura han mejorado con la implementación de la tecnología blockchain en la trazabilidad de envíos a pesar de las barreras significativas, pues se reconoce el alto costo inicial asociado con la

implementación de blockchain, la insuficiente capacitación técnica del personal y la infraestructura tecnológica inadecuada en muchas empresas locales. Adicionalmente, la resistencia al cambio por parte de algunos actores organizacionales lo que dificulta la incorporación de herramientas que, aunque innovadoras, requieren un ajuste significativo en los procesos operativos existentes [3] Por lo tanto, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo mejora la tecnología internacional blockchain la trazabilidad de envíos en las Couriers de la provincia de Piura?

OBJETIVOS

A. Objetivo general

Analizar la tecnología internacional blockchain en la trazabilidad de los envíos de las Courier en la provincia de Piura

B. Objetivos específicos

1) Identificar las percepciones sobre la efectividad de la tecnología blockchain en mejorar la trazabilidad de los envíos en las Couriers.

2) Describir las capacidades de la tecnología blockchain que mejoran la trazabilidad de Courier

3) Examinar los desafíos y obstáculos que enfrentan las Courier de Piura al intentar implementar la tecnología blockchain en las operaciones de envío.

JUSTIFICACION

Desde una perspectiva teórica, esta investigación contribuirá a la comprensión sobre la aplicación de la tecnología blockchain en sectores logísticos y de mensajería. Pues si bien la tecnología ha sido ampliamente estudiada en otros sectores, su implementación en el sector courier es escasa, especialmente en el contexto de mercados emergentes como el de Piura, lo que hace necesario explorar los impactos potenciales y desafíos de esta tecnología en estos entornos. En ese sentido las empresas

que implementan tecnologías innovadoras como blockchain pueden obtener ventajas competitivas significativas al mejorar la seguridad y transparencia en sus operaciones, lo que fortalece la confianza de los clientes y optimiza la gestión de procesos complejos. [4]

De la misma forma, en un sentido práctico, la investigación proporcionará información valiosa para las empresas couriers que buscan mejorar sus procesos de trazabilidad mediante blockchain. La adopción de esta tecnología permitiría optimizar los tiempos de entrega, mejorar la seguridad en el manejo de datos sensibles y ofrecer mayor transparencia en las operaciones [5]

Por lo tanto, los resultados obtenidos podrían ser utilizados por empresas locales para evaluar la viabilidad de implementar soluciones basadas en blockchain, aumentando su competitividad y eficiencia operativa en el mercado.

Finalmente, la investigación es oportuna dado que el avance tecnológico en el sector logístico es un factor crítico para el desarrollo económico regional., donde el sector couriers ha experimentado un crecimiento considerable y por ende, la necesidad de adoptar tecnologías avanzadas.

MARCO TEORICO

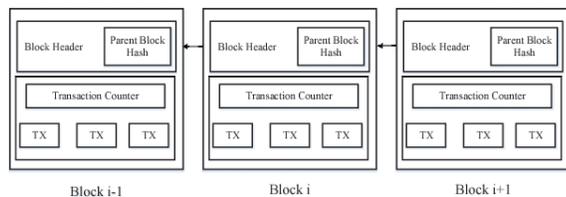
A. Tecnología Blockchain

1.Introduccion a la tecnología Blockchain

La tecnología blockchain se conceptualiza como una base de datos descentralizada que permite el intercambio seguro de información sin necesidad de intermediarios[6] , es decir trabajan bajo una sola red compartida donde cada individuo puede editar sobre esta, de manera que no pueden ser modificados sin que se borre el historial. En este sentido trabaja con un historial consecuente inmutable, donde cualquier participante pueda auditar las transacciones.

Figura 1

Estructura del bloque



Fuente: 2017 IEE 6th International congress on Big data

Asimismo la tecnología blockchain si bien es un nuevo término, se debe entender que sólo es el resultado de la trazabilidad controlada que se ha venido aplicando en las empresas con el uso de las conexiones peer to peer, las cuales ya tiene base establecida en cualquier red[7]. Es así, que cualquier empresa que utilice un sistema compartido de información, aplicación de control compartida entre sus operarios y clientes, contratos inteligentes o un sistema de

protección contra hackers en base a hash, ya está utilizando este tipo de tecnología sin darse cuenta.

2.Antecedentes de la Blockchain

El lanzamiento y creación de blockchain comienza en 2008 por el grupo Satoshi Nakamoto como respuesta del colapso financiero global, destacandose por el sistema peer to peer utilizado para las criptomonedas, que se entiende como una red en conjunto que puede avanzar sin la necesidad de una autoridad central[8] Cryptopendium). Con el paso del tiempo, se analizó que este tipo de tecnología no solo era beneficiosa para el sector criptográfico, pues sus bases generaban confianza al cliente y a los operarios, por lo que llamaron la atención para poder aplicarla en otros contextos. Es así, que en 2016 esta tecnología contemplo su mayor potencial con la inversión del gigante tecnológico IBM, la cual lanzo IBM Blockchain sobre la plataforma Hyperledger fabric en colaboración con Linux Foundation para los sectores de logística, salud y financiero[9]

B.Trazabilidad en envíos

La trazabilidad con respecto a los envíos de couriers se ha convertido en un aspecto fundamental para mejorar la eficiencia y la confianza en el servicio. La capacidad de rastrear el movimiento de paquetes a lo largo de la cadena de suministro permite a las empresas gestionar mejor sus operaciones logísticas y aumentar la satisfacción del cliente al ofrecer información precisa sobre el estado de sus paquetes.[10]

Asimismo, el manejo de la trazabilidad ya no se puede manejar de manera manual, si se busca crear una ventaja competitiva entendiendose que la combinación de un sistema adecuado en la trazabilidad de los envíos permite una visibilidad en tiempo real que mejora la seguridad y la fiabilidad de los datos sobre los envíos. Esta transparencia no solo protege a las empresas contra el fraude, sino que también genera confianza en los consumidores.

C. Dimensiones del blockchain

1.Inmutabilidad

La inmutabilidad es una característica unida al concepto de blockchain, pues es un atributo que garantiza que la información registrada dentro de la cadena de bloques no pueda ser modificada sin que todos los nodos de la red lo detecten. Por lo que, se entiende como un sistema de bloques interconectados, donde cada uno es dependiente de su predecesor, creando una estructura difícil de alterar [11]

2.Seguridad

La seguridad en la red se ha convertido en un tema crítico en el contexto actual, por lo que la implementación de sistemas robustos de seguridad es esencial para proteger la información sensible relacionada con los envíos y garantizar la confianza del cliente. La adopción de tecnologías que contengan mecanismos de encriptación de

datos y el uso de autenticación multifactorial son fundamentales para mitigar el riesgo de ciberataques.[12] Estos no solo aseguran la integridad de la información, sino que también permiten a las empresas cumplir con regulaciones de protección de datos.

Por otro lado, la confianza del consumidor está íntimamente relacionada con la percepción de seguridad en los servicios ofrecidos, pues una mayor percepción de seguridad puede traducirse en una lealtad más fuerte por parte de los clientes.[4]

3. Transparencia

La transparencia es un elemento esencial que influye en la confianza del cliente y en la eficiencia operativa de las empresas. En un entorno donde los consumidores exigen mayor visibilidad sobre el estado de sus pedidos, las empresas deben implementar sistemas que permitan un seguimiento claro y accesible. Por lo que proporcionar información detallada sobre cada etapa del envío no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también reduce la incertidumbre y el estrés asociados con la espera de un paquete.[13]

Además, la transparencia fomenta la rendición de cuentas y la responsabilidad en las operaciones logísticas, ya que las empresas que comunican abiertamente los problemas o retrasos en las entregas tienden a mantener una mejor relación con sus clientes.[14].

D. Implementación de blockchain en la industria courier

La implementación de blockchain en las Courier refleja la mejora en la eficiencia y transparencia de sus operaciones, pues facilita el seguimiento de envíos en tiempo real, permitiendo que los proveedores, clientes e intermediarios tengan acceso a su información de sus envíos a tiempo real. Un ejemplo de éxito de la implementación de la tecnología blockchain es en la plataforma MARCO, usado por la empresa Finboot y SABIC,[15], que se centra en el registro y verificación de la cadena de suministro desde el reciclaje de plástico para el embalaje final del producto, hasta la creación final del producto, es así como aseguran cada paso de producción bajo estándares de sostenibilidad, permitiendo la trazabilidad completa del material reciclado utilizado. Otro caso de éxito es para la empresa DHL y Accenture, que se ha centrado en el rastreo de productos desde fabricante hasta cliente, reduciendo la falsificación por el seguimiento de producto en tiempo de real, mejorando por ende su calidad de confianza con los clientes.[16]

Es así como los casos de éxito de implementación de tecnología blockchain se caracterizan por aplicar en totalidad un sistema que se identifica como una blockchain o en todo caso, aplicar la tecnología en sus propios sistemas, reduciendo el costo de adaptación.

ESTADO DE ARTE

El uso de la tecnología blockchain en la trazabilidad de envíos ha emergido como una solución innovadora para resolver problemas asociados con la transparencia, la seguridad y la eficiencia en la logística.

Asimismo, blockchain a través de su sistema descentralizado, permite rastrear envíos en tiempo real, optimizando la gestión de datos y reduciendo errores operativos, lo cual se respalda por la reducción de interrupciones. [17]

En el ámbito de la seguridad, blockchain proporciona una base sólida para proteger la información crítica en operaciones logísticas. Esto se explica como la implementación de mecanismos avanzados, como la encriptación y la autenticación multifactorial, garantiza que los datos estén protegidos contra accesos no autorizados y manipulaciones[12]. Este nivel de seguridad no solo refuerza la confianza del cliente, sino que también reduce significativamente los riesgos asociados con el fraude y los ciberataques, aspectos que son cada vez más relevantes en un entorno digitalizado.

Por otro lado, un aspecto destacado de blockchain es su capacidad para mantener la inmutabilidad de los registros. Esta característica asegura que los datos almacenados no puedan ser alterados sin que se deje un rastro, lo cual es crucial para auditar procesos y garantizar la integridad de la información [5] y ampliar este punto, señalando que la inmutabilidad de blockchain mejora la trazabilidad al registrar cada etapa del envío, desde la producción hasta la entrega final, ofreciendo así una mayor transparencia a todas las partes involucradas.

En cuanto a la transparencia, esta dimensión se ha convertido en un pilar esencial para las empresas que buscan generar confianza entre sus clientes pues los sistemas basados en blockchain ofrecen una visibilidad integral en la cadena de suministro, permitiendo a los consumidores y operadores acceder a información en tiempo real sobre el estado de los envíos[23]. Esto no solo mejora la experiencia del cliente, sino que también permite a las empresas optimizar su toma de decisiones al contar con datos actualizados. Esto se sintetiza que la transparencia en la logística es un factor diferenciador clave en mercados competitivos, ya que fomenta la lealtad del cliente y fortalece la imagen corporativa.[13]

Cabe resaltar que en contextos específicos como la provincia de Piura, la adopción de blockchain representa una oportunidad única para modernizar el sector courier y mejorar su competitividad, pues resalta que la integración de blockchain con herramientas como GPS e IoT permite personalizar soluciones para empresas de menor escala, facilitando su acceso a tecnologías avanzadas. Además, las investigaciones señalan que combinar blockchain con iniciativas de formación técnica y estrategias de gestión del

cambio puede acelerar su adopción, especialmente en regiones con recursos limitados.[19]

Finalmente, la convergencia de blockchain con tecnologías emergentes y enfoques estratégicos abre un nuevo horizonte para la trazabilidad en la logística, pues la integración de blockchain con sistemas digitales avanzados no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite a las empresas adaptarse a las demandas cambiantes del mercado global [11]. Este enfoque holístico es esencial para que las empresas courier logren una ventaja competitiva sostenible en un entorno cada vez más dinámico y exigente.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

A. Diseño de investigación

La presente investigación adoptará un diseño exploratorio no experimental para explorar en profundidad el uso de la herramienta tecnológica blockchain en la trazabilidad de envíos de las couriers en la provincia de Piura. Este enfoque es adecuado para explorar las percepciones, experiencias y desafíos que enfrentan las empresas en la adopción de esta tecnología.

B. Enfoque

El enfoque será cualitativo, es útil para comprender el contexto y los significados que las personas atribuyen a sus experiencias. [21]A través de este método, se busca captar cómo la tecnología blockchain es percibida y aplicada en el ámbito de la trazabilidad. Además, se explorarán conceptos relacionados con la adopción de tecnologías emergentes en áreas específicas como la trazabilidad.

C. Alcance

El alcance de esta investigación será exploratorio el cual se centra en analizar cómo la tecnología blockchain puede mejorar la trazabilidad de los envíos en el sector Courier de la provincia de Piura. Se busca explorar las percepciones de los actores involucrados, identificar las capacidades de la tecnología, examinar los desafíos que enfrentan las empresas en su adopción. Aunque los resultados estarán limitados al contexto de Piura, donde el sector couriers ha crecido significativamente, esta investigación proporcionará información valiosa sobre la implementación de tecnologías avanzadas en un entorno específico. La investigación cualitativa tiene un alcance limitado en cuanto a generalización y puede ser propensa a la subjetividad del investigador, al análisis complejo de datos y al sesgo del investigador.[22]

D. Diseño metodológico

El diseño metodológico de esta investigación se basa en un enfoque cualitativo descriptivo, que busca analizar atributos o propiedades específicas de los objetos de estudio sin buscar relaciones causales o generalizaciones amplias.[23] , por lo que es el adecuado para comprender

la complejidad de la implementación de tecnologías en un contexto específico.

E. Técnica

La técnica principal utilizada en esta investigación será la entrevista semiestructurada. Esta técnica permite obtener información rica y detallada sobre las percepciones y experiencias de los participantes en relación con la implementación de la tecnología blockchain en el sector Courier de Piura, pues combinan preguntas predefinidas con la flexibilidad de explorar temas emergentes, lo que facilita un diálogo más natural y profundo.

Terminada la entrevista, la recolección de datos se registrará y transcribirá para asegurar un análisis riguroso para la posterior codificación en Atlas Ti

F) Instrumento

Se utilizará una guía de entrevista, centradas en recolectar información dirigida a las dimensiones de la investigación, pero sin llegar a ser tan formales para no perder la ilación de la conversación. Hay que destacar que se la persona entrevistada recibirá días antes la guía de entrevista para tener conocimiento del alcance de la investigación para obtener respuestas optimas.

ANALISIS DE RESULTADOS

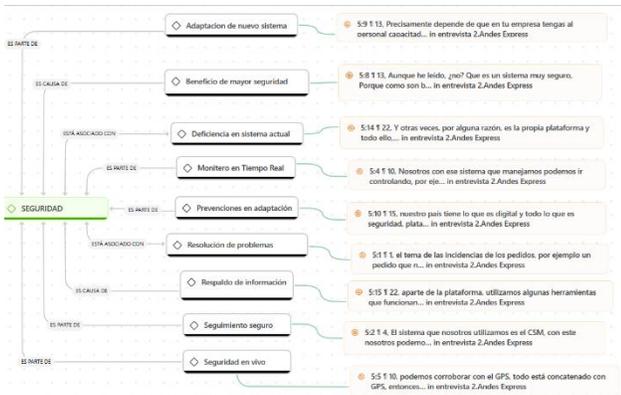
El objetivo principal es analizar la implementación de la tecnología blockchain en empresas Courier de la provincia de Piura, enfocándose en cómo esta herramienta puede mejorar la trazabilidad de los envíos a través de tres dimensiones claves, transparencia, inmutabilidad y seguridad.

Las entrevistas realizadas proporcionaron información valiosa sobre las percepciones y experiencias de las empresas respecto a estas dimensiones, revelando tanto los beneficios como los desafíos asociados con la adopción de blockchain en su sistema.

A.Seguridad

La seguridad en el contexto del uso de blockchain se refiere a la capacidad de la tecnología para proteger los datos y transacciones de accesos no autorizados, alteraciones o fraudes. En las empresas courier, la seguridad proporcionada por blockchain permite que los datos sobre los envíos, incluyendo la identidad de los remitentes, destinatarios, rutas y tiempos, estén protegidos contra hackeos, manipulaciones o pérdidas. Además, al ser una red descentralizada, no existe un punto único de fallo que pueda comprometer la integridad del sistema. La seguridad también se refuerza con los registros inmutables, asegurando que toda la información sobre el seguimiento y la entrega de paquetes sea auténtica y confiable, minimizando los riesgos operativos y aumentando la confianza en los procesos logísticos.

Figura 2
Seguridad



Fuente: Elaboración propia

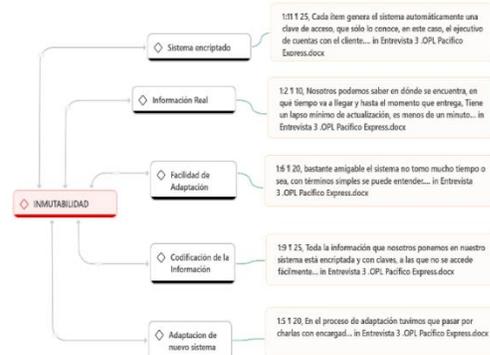
Interpretación. La seguridad en la implementación de nuevas tecnologías en las empresas courier, las entrevistas revelan que la adaptación de estos sistemas es fundamental para minimizar riesgos operativos. Aunque los entrevistados reconocen que no existe un "riesgo cero", la capacitación del personal y el uso de herramientas avanzadas, como el monitoreo en tiempo real, permiten un control preciso sobre la ubicación y el estado de los envíos, aumentando significativamente la seguridad en la gestión. La actualización constante de la información asegura que los datos sean fiables y estén protegidos, respaldados además por herramientas tecnológicas como macros de Excel para registrar indicadores clave de desempeño (KPI), lo que refuerza la seguridad operativa. Sin embargo, también se observan desafíos, como la falta de sincronización entre la plataforma y la realidad operativa en algunos casos, lo que subraya la necesidad de mejorar las herramientas tecnológicas para garantizar mayor precisión. La integración de sistemas como el blockchain ofrece una capa adicional de seguridad, creando bloques inmutables de información. La capacidad de respuesta rápida ante problemas, junto con el uso de GPS para rastrear envíos en tiempo real, garantiza un seguimiento seguro de las entregas. En conclusión, la implementación y constante mejora de tecnologías como el blockchain son esenciales para asegurar la confiabilidad y protección de los datos en las operaciones de las empresas courier

B. Inmutabilidad

La inmutabilidad en el contexto del uso de blockchain se refiere a la propiedad que tiene la tecnología de garantizar que, una vez registrados, los datos no pueden ser alterados

ni eliminados. En las empresas courier, la inmutabilidad de blockchain asegura que los registros sobre el envío de paquetes, como la fecha de recolección, los puntos de tránsito y la confirmación de entrega, permanezcan inalterables. Esto proporciona una garantía de que la información almacenada es confiable y puede ser auditada en cualquier momento, reduciendo el riesgo de disputas o fraudes relacionados con la manipulación de datos. Además, la inmutabilidad mejora la seguridad y la confianza en los procesos de seguimiento y trazabilidad de los envíos.

Figura 3
Inmutabilidad



Fuente: Elaboración propia

Interpretación. Con respecto a la inmutabilidad en el uso de blockchain, se identifican diversos aspectos claves. En primer lugar, el sistema encriptado se destaca como una medida de seguridad importante, ya que cada ítem genera una clave única de acceso que es manejada por los operarios para la actualización de datos a tiempo real y el cliente que requiera saber el estado de su pedido, por lo que se entiende que es un acceso descentralizado pero codificado, la información puede ser actualizada, pero queda registrado un precedente en el historial del sistema del cambio. Por otro lado para lograr el estado de inmutabilidad en el sistema, es necesario que todos los operarios comprendan sus funciones por lo que necesario realizar capacitaciones para entender el funcionamiento del blockchain y poder integrarlo de manera efectiva en sus operaciones diarias, aunque se destaca que el sistema sea complejo, es amigable para los operarios por lo que es el proceso de adaptación no es tan costoso, y para los usuarios se puede entender fácilmente con explicaciones sencillas.

Este conjunto de hallazgos demuestra cómo la inmutabilidad de blockchain en la trazabilidad de envíos se materializa no solo en la seguridad de los datos, sino también en la capacidad de adaptación de las empresas al sistema, asegurando que los registros no puedan ser alterados y que la información proporcionada sea siempre confiable y actualizada.

cadena de suministro, lo que conduce a una mejor gestión, automatización y sostenibilidad [27].

Por último, los sistemas de trazabilidad de la cadena de suministro basados en blockchain son prometedores para mejorar la transparencia y la visibilidad, pero las soluciones de la vida real necesitan pruebas y consideración de la viabilidad y los costos. [28].

Los resultados muestran y reafirman lo que se menciona en la teoría con anterioridad, los entrevistados dieron a conocer que sus percepciones al implementar este tipo de tecnología si los beneficiaría en la trazabilidad de sus entregas, pero a su vez siempre recalcan que hasta cierto punto también se necesitaría considerar ciertos costos, temas de seguridad, así como seguir en constante aprendizaje ya que puede ser muy efectiva pero en todo el proceso de sus empresas de courriers tienen otras secciones a parte de la trazabilidad que son fundamentales para una entrega eficiente, por ello hacen mención que en trazabilidad si les sería muy efectiva, pero manteniendo una constante revisión.

Por ello, como investigadores podemos mencionar que la herramienta tecnológica blockchain, aunque es vista como una muy eficiente al mejorar considerablemente los procesos de trazabilidad, a su vez se observa que dicha implementación llevaría un proceso más exhaustivo, debido a que se debe considerar mucho los costos para hacer realidad la integración de la herramienta, así como hasta que nivel de protección de seguridad de los datos se les puede brindar a los courriers. Una vez teniendo claro dichos puntos, las empresas podrán iniciar con el avance hacia una nueva era de eficiencia y eficacia en todos sus procesos de trazabilidad, para sí mismos y para sus clientes.

C. Objetivo específico 2: Describir las capacidades de la tecnología blockchain que mejoran la trazabilidad en las Courier

Como segundo objetivo específico se consideró describir las capacidades de la tecnología blockchain que mejoran la trazabilidad en las Courier, en la teoría se señalan tres principales capacidades. La seguridad se refiere a la capacidad de blockchain para proteger los datos y transacciones contra accesos no autorizados, alteraciones o fraudes [12]. La transparencia permite hacer visible y accesible la información registrada en la cadena de bloques a todas las partes involucradas [13]. Por último, la inmutabilidad garantiza que los datos no puedan ser modificados sin dejar un rastro, asegurando la integridad de la información [11].

Los resultados de la investigación respaldan estos hallazgos teóricos. Las entrevistas revelaron que la implementación de blockchain en las empresas courier de Piura ha permitido mejorar significativamente la seguridad de los datos sobre los envíos, gracias a la encriptación y la descentralización de la información. Además, la transparencia ha aumentado al permitir el seguimiento en tiempo real de los paquetes y

la comunicación oportuna de cualquier incidente. En cuanto a la inmutabilidad, los entrevistados destacaron cómo el registro permanente e inalterable de las transacciones ha fortalecido la confianza de los clientes en los procesos logísticos.

Los hallazgos de esta investigación complementan los antecedentes existentes sobre las aplicaciones de blockchain en la logística. Estudios previos, han señalado que la tecnología blockchain puede aportar mayor seguridad, trazabilidad y eficiencia a lo largo de la cadena de suministro [5]. Los resultados obtenidos en el contexto de las empresas Courier de Piura confirman estos beneficios y resaltan la importancia de implementar soluciones tecnológicas avanzadas para mejorar la gestión de los envíos.

En ese sentido, como investigadores se aporta que la tecnología blockchain es una herramienta fundamental para optimizar los procesos logísticos en las empresas courier de Piura, al mejorar significativamente la seguridad mediante encriptación y descentralización, minimizando riesgos de acceso no autorizado y fraudes. Además, esta tecnología aumenta la transparencia al facilitar el monitoreo en tiempo real de los envíos, permitiendo una comunicación más eficiente ante cualquier incidencia, mientras que la inmutabilidad de los registros refuerza la confianza de los clientes al garantizar transacciones inalterables. Estos beneficios no solo posicionan a las empresas como líderes en innovación tecnológica dentro de un mercado competitivo, sino que también incrementan la eficiencia operativa, garantizando un servicio más confiable y alineado con las exigencias modernas. La implementación de estas capacidades tecnológicas permite a las empresas mejorar su competitividad, fortalecer su relación con los clientes y ofrecer soluciones logísticas sostenibles y de alta calidad.

D. Objetivo 3 específico 3: Examinar los desafíos y obstáculos que enfrentan las Courier de Piura al intentar implementar la tecnología blockchain en las operaciones de envíos

En el tercer objetivo específico planteamos examinar los desafíos y obstáculos que enfrentan las Courier de Piura al intentar implementar la tecnología blockchain en las operaciones de envíos, según la teoría la tecnología blockchain es reconocida como una herramienta esencial para optimizar la trazabilidad en sectores logísticos debido a sus características de inmutabilidad, transparencia y seguridad, dimensiones que aseguran un registro inalterable y auditable de los datos logísticos, incrementando así la confianza y seguridad en la información. Los desafíos y las barreras del mercado que blockchain debe superar para demostrar su viabilidad comercial y ser adoptado de forma generalizada incluyen desafíos técnicos, plataforma de implementación y cuestiones de estrategia de consenso. [29] Este escenario es particularmente relevante en el sector

courier de Piura, donde la implementación de blockchain aún es limitada.

Los resultados de las entrevistas semiestructuradas realizadas en empresas courier de esta región revelaron varios desafíos significativos, siendo el costo de implementación uno de los principales obstáculos, seguido de la falta de conocimiento técnico y la resistencia de algunos empleados a adaptarse a nuevos sistemas tecnológicos. También se identificó que la infraestructura tecnológica actual en ciertas empresas resulta insuficiente para soportar un sistema de blockchain, lo que representa una barrera inicial considerable para la adopción de esta tecnología. Estos hallazgos coinciden con estudios previos quienes señalan que implementar blockchain en la logística enfrenta desafíos de costo y capacitación, y, en sectores con menor desarrollo tecnológico, la ausencia de un marco regulatorio claro y la limitada infraestructura también dificultan su adopción.[3] Asimismo, existen antecedentes de implementación exitosa de blockchain en grandes empresas logísticas, como DHL y Accenture, donde se ha alcanzado una trazabilidad eficaz y en tiempo real, lo que incrementa la transparencia y la confianza en los procesos. Sin embargo, estos casos demuestran que la adopción de blockchain es más complicada para empresas de menor tamaño o con menos recursos debido a los elevados costos de adaptación y la necesidad de modificar procesos tradicionales.

Finalmente, como investigador, es fundamental reconocer que la implementación de blockchain en el sector courier de Piura enfrenta diversos desafíos, que van más allá de los aspectos técnicos y económicos. Aunque la tecnología blockchain promete una mejora significativa en la trazabilidad al ofrecer transparencia, seguridad e inmutabilidad de los datos, las empresas locales deben abordar obstáculos clave como el alto costo de implementación, la falta de infraestructura adecuada y la resistencia al cambio. Estos obstáculos son particularmente complejos en empresas de menor tamaño, donde la inversión en tecnología avanzada puede ser un desafío económico significativo. Además, la capacitación insuficiente del personal y la falta de un marco regulatorio claro agravan la situación, haciendo más difícil la transición hacia una digitalización eficiente. A pesar de los casos exitosos a gran escala, como los de DHL y Accenture, donde blockchain ha optimizado la trazabilidad, las empresas más pequeñas en Piura enfrentan una barrera considerable en términos de recursos financieros y humanos, lo que limita su capacidad para adoptar esta tecnología de manera efectiva.

CONCLUSIONES

1. En relación al objetivo general se concluye que la tecnología blockchain ha demostrado ser una herramienta fundamental para optimizar la trazabilidad de los envíos en las empresas courier de la provincia de Piura, desmostrando

mejoras significativas en la confianza del cliente y mejor eficiencia operativa en las cargas de trabajo diarias. La implementación de esta tecnología ha permitido tener una gestión más transparente y segura de la información relacionada con el envío de la carga, así mismo también ha ayudado a reducir los errores de entrada de datos, facilitando el seguimiento inmediato de las condiciones del transporte. Los resultados confirman las afirmaciones hechas en la literatura internacional sobre los beneficios de la tecnología blockchain en la gestión logística, ampliando su uso más allá del sector financiero para optimizar las operaciones de entrega urgente.

2. En el primer objetivo específico, se concluye que las percepciones sobre la efectividad de la tecnología blockchain en la trazabilidad de envíos de los couriers destacan de manera muy positiva, reconociéndose su capacidad para mejorar significativamente la transparencia y visibilidad en la cadena de suministro. Los resultados de la investigación confirman que los couriers en Piura identifican el potencial de la tecnología blockchain para optimizar sus procesos de trazabilidad, aunque mantienen una perspectiva realista sobre los desafíos que implica su implementación, incluyendo consideraciones de costos, requisitos de seguridad y necesidades de capacitación continua. Esta perspectiva se alinea perfectamente con la investigación previa, que destaca tanto las ventajas de la tecnología blockchain para la trazabilidad como la importancia de evaluar su viabilidad práctica en contextos específicos.

3. Para el segundo objetivo específico, que busca describir las capacidades de la tecnología blockchain que mejoran la trazabilidad en las empresas courier de Piura, la investigación concluye que esta tecnología aporta de manera significativa en tres áreas clave: seguridad, transparencia e inmutabilidad. La implementación de blockchain ha fortalecido la seguridad al proteger los datos de los envíos mediante encriptación y descentralización, garantizando así la protección contra accesos no autorizados. Además, la transparencia se ha incrementado al permitir el seguimiento en tiempo real y la comunicación oportuna de cualquier incidente, lo cual refuerza la confianza de los clientes. Por último, la inmutabilidad de los registros en la blockchain asegura que la información sobre los envíos permanezca inalterada, consolidando la integridad de los datos. Estos beneficios optimizan la eficiencia operativa y aumentan la fiabilidad en los procesos logísticos, lo que resulta en un servicio de mayor calidad y confianza para los clientes.

4. Para el tercer objetivo específico, que examina los desafíos y obstáculos que enfrentan las empresas courier de Piura al implementar la tecnología blockchain en sus operaciones, la investigación identifica varios desafíos principales. Entre ellos, destaca el alto costo de implementación, que representa una barrera significativa para las empresas de menor tamaño. Además, la falta de conocimiento técnico y la resistencia al cambio en algunas áreas de la organización dificultan la adopción de esta tecnología. La infraestructura tecnológica actual en muchas empresas courier también resulta insuficiente para soportar un sistema basado en blockchain, lo cual añade una capa adicional de complejidad. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que resaltan la necesidad de contar con una infraestructura adecuada y de capacitar al personal para superar la resistencia y maximizar los beneficios de la blockchain. En conclusión, aunque blockchain ofrece importantes beneficios en términos de seguridad y trazabilidad, su adopción en el sector courier de Piura enfrenta obstáculos que requieren inversión en infraestructura, capacitación, y estrategias de gestión del cambio para ser superados.

RECOMENDACIONES

1. Dados los beneficios comprobados en términos de trazabilidad y confiabilidad de los envíos, se recomienda a los couriers en la provincia de Piura que aún no han implementado la tecnología blockchain a considerar su uso como parte de su estrategia de modernización tecnológica. Asimismo, se recomienda un programa de capacitación continua a quienes utilizan y desarrollan la tecnología para maximizar su potencial. También es importante poder medir el impacto de la implementación de blockchain en la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa, lo que permitirá la mejora continua en la gestión de los servicios de entrega. Además, se recomienda estudiar periódicamente la aplicación y actualización de nuevas tecnologías blockchain en el ámbito de la logística para mantener la competitividad regional y la calidad del servicio.

2. Se recomienda que los couriers diseñen una hoja de ruta estratégica para valorar y adoptar la tecnología blockchain, contemplando tanto la rentabilidad como las características específicas de sus procesos operativos. Resulta crucial implementar pruebas piloto que corroboren el rendimiento de esta tecnología bajo condiciones operativas reales, previo a su lanzamiento por completo en la organización. De igual manera, se enfatiza la relevancia de forjar colaboraciones con empresas tecnológicas y especialistas

en blockchain, para así asegurar una implementación óptima y respaldo técnico continuo, lo que garantizará que los recursos invertidos en esta innovación tecnológica produzcan los resultados anticipados en cuanto a trazabilidad y rendimiento operacional.

3. Para fortalecer las capacidades de blockchain en la trazabilidad de envíos, se recomienda primero capacitar continuamente al personal, facilitando su comprensión y manejo de esta tecnología. También es importante integrar herramientas de monitoreo en tiempo real, como GPS y sensores IoT, para maximizar la transparencia y mejorar la experiencia del cliente. En términos de seguridad, se sugiere adoptar autenticación multifactor y encriptación de datos para proteger la información confidencial. Además, realizar auditorías periódicas de los registros de blockchain asegurará la integridad de los datos. Finalmente, evaluar y actualizar la infraestructura tecnológica permitirá mantener la eficiencia y los beneficios de blockchain, optimizando la trazabilidad y la satisfacción del cliente.

4. Para superar los desafíos de implementar blockchain en las empresas courier de Piura, se recomienda invertir en capacitación técnica para el personal, de modo que puedan adaptarse a esta tecnología. También es fundamental destinar recursos a mejorar la infraestructura tecnológica, asegurando así que soporte el sistema de blockchain. Para abordar la resistencia al cambio, se aconseja diseñar programas de gestión del cambio que sensibilicen al equipo sobre los beneficios de blockchain en la trazabilidad. Finalmente, evaluar opciones de financiamiento para reducir el impacto del costo inicial facilitará la adopción de esta tecnología y ayudará a optimizar los procesos logísticos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Astete Rocha, C. Lindo Monge, and M. Quiroz Rivero, "Plan Estratégico: Empresa de servicios de courier y paquetería, GTL Express S.A.C. en la ciudad de Lima.," *Universidad San Ignacio de Loyola.*, 2019.
- [2] Solística, "La logística internacional en 2024: innovación, sostenibilidad y omnicanalidad," *Solística*, 2023, Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://blog.solistica.com/la-log%C3%ADstica-internacional-en-2024-innovaci%C3%B3n-sostenibilidad-y-omnicanalidad>
- [3] J. Gallardo, "Desafíos en la implementación de tecnologías emergentes en la logística.," *Revista de Gestión Empresarial*, vol. 15, no. 2, pp. 45–60, 2021.
- [4] S. Ríos, "Percepción de seguridad y lealtad del consumidor en el sector logístico.," *Revista de Marketing y Consumo*, vol. 14, no. 4, pp. 78–90, 2023.
- [5] S. Zhang, "Blockchain for Decentralized Supply Chain Management: A Literature Review," *International Journal of Logistics Systems and Management*, vol. 24, no. 1, pp. 112–127, 2019.
- [6] SAP, "¿Que es la tecnologia de blockchain?," 2023.
- [7] J. Aquino, "Las micro y pequeñas empresas en el Peru," *COMEXPERU*, 2020.
- [8] Cryptopendium., "Viaje del Blockchain: Orígenes, Evolución y Futuro," *Cryptopendium.*
- [9] IBM., "IBM Blockchain: The new era of business is here.," *IBM.*, 2019.
- [10] J. , & L. M. Ramírez, "La trazabilidad en el sector courier: impacto en la eficiencia y la satisfacción del cliente.," *Revista de Logística y Transporte*, vol. 15, no. 4, pp. 213–226, 2022.
- [11] Konfío, "Blockchain para pymes: camino para la eficiencia y la seguridad empresarial.," *Konfío*, 2020.
- [12] J. Vargas, "Seguridad en la cadena de suministro: estrategias y mejores prácticas.," *Revista de Gestión Empresarial*, vol. 15, no. 2, pp. 45–60, 2021.
- [13] P. Romero, "La importancia de la transparencia en la logística de última milla.," *Revista de Logística y Cadena de Suministro*, vol. 19, no. 3, pp. 67–80, 2021.
- [14] A. López and J. Martínez, "Comunicación y transparencia en el sector courier: un estudio de caso.," *Journal of Business Communication*, vol. 15, no. 2, pp. 112–126, 2022.
- [15] Finboot., "Blockchain in logistics: Key benefits & use cases.," *Finboot.*
- [16] Springer, "innovation for better collaboration and increased efficiency: The U.S. logistics and trucking industry case," *Springer*, 2023.
- [17] H. Hasan, N. Undralla, and V. Madhusudanan, "Blockchain-based smart contracts in supply chain logistics.," *Comput Ind Eng*, 2019.
- [18] J. Sunny and N. Undralla, "Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration.," *Comput Ind Eng*, 2020.
- [19] R. Ellahi, T. Mehmood, and A. Butt, "Integrating Blockchain with Industry 4.0 and Web 3.0 for enhanced supply chain traceability.," *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2023.
- [20] DataScope, "La trazabilidad como herramienta de rastreo en procesos," 2023.
- [21] V. Braun and V. Clarke, "Reflecting on reflexive thematic analysis. Qualitative Research in Psychology," *Qual Res Psychol*, vol. 18, no. 3, 2021.
- [22] K. Mwita, "Strengths and weaknesses of qualitative research in social science studies," *International Journal of Research in Business and Social Science (2147- 4478)*, vol. 11, no. 6, pp. 618–625, Sep. 2022, doi: 10.20525/ijrbs.v11i6.1920.
- [23] K.-A. Villegas-Sandoval and F. Martínez-Olmo, "Tendencias en el diseño metodológico de investigación sobre la evaluación de competencias en la edu," *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, no. 10 (1), 2017, doi: 10.1344/reire2017.10.11011.
- [24] H. Hasan, E. AlHadhrami, A. AlDhaheri, K. Salah, and R. Jayaraman, "Smart contract-based approach for efficient shipment management," *Comput Ind Eng*, vol. 136, pp. 149–159, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2019.07.022.
- [25] E. Tijan, S. Aksentijević, K. Ivanić, and M. Jardas, "Blockchain technology implementation in logistics," Feb. 01, 2019, *MDPI*. doi: 10.3390/su11041185.
- [26] J. Sunny, N. Undralla, and V. Madhusudanan Pillai, "Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration," *Comput Ind Eng*, vol. 150, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.cie.2020.106895.
- [27] R. M. Ellahi, L. C. Wood, and A. E. D. A. Bekhit, "Blockchain-Based Frameworks for Food Traceability: A Systematic Review," Aug. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/foods12163026.
- [28] T. K. Dasaklis, T. G. Voutsinas, G. T. Tsoulfas, and F. Casino, "A Systematic Literature Review of Blockchain-Enabled Supply Chain Traceability Implementations," Feb. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/su14042439.
- [29] M. Andoni *et al.*, "Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities," Feb. 01, 2019, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.rser.2018.10.014.