



Tecnología Blockchain y la gestión de registros educativos en la Educación Superior

Blockchain technology and educational records management in Higher Education

 <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v8.n3.2024.169-187>

Recibido: 10-06-2024

Aceptado: 11-08-2024

Publicado: 25-09-2024

Jennifer Xiomara Barreto Pin^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-9610-8002>

John Denys Reina Paredes²

 <https://orcid.org/0000-0003-0942-4347>

Liseth Yamileth Barreto Pin³

 <https://orcid.org/0009-0002-7909-745X>

Alberto Rodríguez Rodríguez⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-6674-2088>

1. Máster en Educación, Ingeniera en Tecnologías de la Información, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
2. Máster en Formación, Ingeniero en Tecnologías de la Información, Docente de Informática, Unidad Educativa Naval Jambeli, Esmeraldas, Ecuador - Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
3. Máster en Gestión de Proyectos / Project Management, Universidad Internacional de Valencia, Ingeniera en Sistemas Computacionales, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
4. Licenciado en Matemáticas, Máster en Ciencias de la Educación. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Docente de la carrera Tecnologías de la Información, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 8

Número: 3

Año: 2024

Paginación: 169-187

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/870>

***Correspondencia autor:** barreto-jennifer6543@unesum.edu.ec



RESUMEN

La tecnología blockchain está revolucionando la forma en que interactuamos con el mundo, y la educación no es una excepción. Con su capacidad para garantizar la seguridad, transparencia y verificabilidad de los datos, el blockchain está transformando la manera en que se emiten, almacenan y verifican las credenciales académicas. Esta investigación, tuvo como objetivo evaluar la adopción de la tecnología blockchain en la gestión de registros educativos para la Educación Superior, centrándose en la Universidad Estatal del Sur de Manabí como caso de estudio. Para abordar este problema, se llevó a cabo una encuesta dirigida a estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información, y una entrevista al personal académico involucrado en la gestión de registros educativos. La metodología utilizada en esta investigación incluyó el análisis de datos cualitativos y cuantitativos, en aras de obtener una visión holística de los diferentes aspectos relacionados con la adopción de la tecnología blockchain. Los resultados obtenidos revelaron que existen preocupaciones significativas en cuanto a la privacidad y seguridad de los datos, lo cual representa un desafío importante para la implementación de soluciones basadas en blockchain. Asimismo, se observó una percepción positiva por parte de los estudiantes hacia la adopción de esta tecnología, reconociendo sus beneficios potenciales en términos de seguridad y transparencia. En efecto, la adopción de la tecnología blockchain en la gestión de registros educativos ofrece una alternativa innovadora y confiable, superando los desafíos presentes en el sistema tradicional. Esta investigación contribuye al avance de la educación superior, impulsando la modernización y adaptación a las exigencias de un mundo globalizado y tecnológicamente avanzado.

Palabras clave: Escalabilidad, Instituciones educativas, Privacidad, Transacciones en red, Seguridad de datos.

ABSTRACT

Blockchain technology is revolutionizing the way we interact with the world, and education is no exception. With its ability to ensure data security, transparency and verifiability, blockchain is transforming the way academic credentials are issued, stored and verified. This research, aimed to evaluate the adoption of blockchain technology in educational records management for Higher Education, focusing on the Universidad Estatal del Sur de Manabí as a case study. To address this problem, a survey directed to students of the Information Technology career, and an interview to the academic staff involved in the management of educational records were carried out. The methodology used in this research included the analysis of qualitative and quantitative data, in order to obtain a holistic view of the different aspects related to the adoption of blockchain technology. The results obtained revealed that there are significant concerns regarding data privacy and security, which represents an important challenge for the implementation of blockchain-based solutions. Likewise, a positive perception was observed on the part of students towards the adoption of this technology, recognizing its potential benefits in terms of security and transparency. Indeed, the adoption of blockchain technology in educational records management offers an innovative and reliable alternative, overcoming the challenges present in the traditional system. This research contributes to the advancement of higher education, promoting modernization and adaptation to the demands of a globalized and technologically advanced world.

Keywords: Data security, Educational institutions, Network transaction, Privacy, Scalability.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

En el contexto actual de la Educación Superior, la gestión eficiente y segura de registros educativos se ha convertido en un desafío significativo. La verificación de credenciales educativas tradicionalmente ha dependido de intermediarios como instituciones educativas, gobiernos y empresas de terceros, lo cual conlleva a procesos manuales y centralizados que pueden resultar en demoras, altos costos y riesgos de fraude. Además, los estudiantes pueden enfrentar dificultades al transferir sus credenciales a nivel internacional debido a barreras lingüísticas y sistemas educativos diversos.

La presente investigación tiene como objeto de estudio el análisis de la aplicación de la tecnología Blockchain en la gestión de registros educativos en la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. La relevancia de esta investigación se extiende a nivel internacional, nacional y local. A nivel internacional, la adopción de Blockchain en la educación superior puede tener un impacto significativo en la movilidad estudiantil y la validación de credenciales en instituciones de diferentes países. A nivel nacional, el uso de esta tecnología puede mejorar la transparencia y la eficiencia en el proceso de verificación de credenciales, beneficiando a todas las universidades y estudiantes del país. A nivel local, la Universidad Estatal del Sur de Manabí podrá obtener una perspectiva más clara sobre los beneficios y posibles desafíos asociados con la implementación de Blockchain en su gestión de registros.

La investigación se enmarca en una perspectiva teórico-metodológica que busca caracterizar la situación problemática y definir el problema de investigación de manera precisa. Los objetivos específicos buscan identificar las limitaciones actuales del proceso de gestión de registros, explorar el funcionamiento de la tecnología Blockchain como alternativa, y evaluar la aceptación de los estudiantes hacia su adopción. Los su-

puestos hipotéticos implican que la adopción de la tecnología Blockchain mejorará la transparencia y seguridad en la gestión de registros educativos.

La justificación de este estudio se sustenta en la literatura científica que ha resaltado los beneficios potenciales de la tecnología Blockchain en diversos campos, incluida la educación superior. Además, la escasez de investigaciones específicas en el ámbito local motiva la necesidad de generar conocimiento en este contexto particular. La metodología de investigación seleccionada es mixta, utilizando encuestas aplicadas a 250 estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, matriculados en el periodo PI-2023. Esta metodología permitió recopilar datos cuantitativos y cualitativos que respalden los objetivos planteados.

En última instancia, el propósito de este estudio es contribuir al avance de la Educación Superior mediante la exploración de una solución innovadora y confiable para la gestión de registros educativos, proporcionando una base para futuras implementaciones de tecnología Blockchain en instituciones educativas y beneficiando a la comunidad estudiantil en su conjunto.

Materiales y métodos

El diagnóstico realizado para caracterizar cada variable y concepto relacionado con la investigación sobre la adopción de la tecnología Blockchain en la gestión de registros educativos en la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. El contexto de la investigación se enmarca en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, específicamente en la carrera de Tecnologías de la Información. La investigación se llevó a cabo durante el periodo académico PI-2023. Se obtuvieron los permisos necesarios por parte de las autoridades de la universidad para acceder a los estudiantes y realizar la recolección de datos.

El diseño de la investigación fue de carácter mixto, combinando elementos tanto experimentales como no experimentales. Se utilizó la encuesta como técnica de recolección de datos, aplicada a una muestra de 250 estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información. La encuesta fue diseñada para evaluar la percepción y aceptación de los estudiantes hacia la adopción de la tecnología Blockchain en la gestión de registros educativos. El procedimiento para la recolección de datos comenzó con la selección aleatoria de la muestra de estudiantes. Se utilizó un cuestionario estructurado en línea, asegurando la confidencialidad y anonimato de las respuestas. El cuestionario incluyó preguntas relacionadas con la familiaridad con Blockchain, la percepción sobre la seguridad y descentralización de la tecnología, y la disposición para adoptarla en la gestión de sus registros académicos.

Una vez recopilados los datos, se realizó un análisis cuantitativo de las respuestas utilizando técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. Se evaluaron la confiabilidad y validez del cuestionario, asegurando la calidad y representatividad de los resultados. Los datos obtenidos permitieron identificar la aceptación positiva hacia la adopción de la tecnología Blockchain por parte de los estudiantes, respaldando la relevancia y utilidad de esta tecnología en la gestión de registros educativos. A continuación, se exponen los fundamentos teóricos que respaldan las particularidades y requerimientos de la investigación.

1. Tecnología Blockchain

La tecnología Blockchain es un sistema descentralizado de registro de datos que permite la creación de un registro inmutable y transparente de transacciones o eventos. Es una base de datos distribuida que funciona mediante bloques interconectados y asegurados criptográficamente. Cada bloque contiene información de transacciones pasadas y un enlace al bloque anterior, formando una cadena continua de bloques.

Esta característica de inmutabilidad y seguridad inherente hace que la tecnología Blockchain sea especialmente adecuada para aplicaciones en las que la integridad de los datos y la confianza son fundamentales (Arias, 2018).

En el contexto de la educación superior, la tecnología Blockchain puede transformar la gestión de registros educativos al ofrecer una solución descentralizada, segura y eficiente para la verificación de credenciales académicas. Al eliminar la dependencia de intermediarios centralizados, como instituciones educativas, gobiernos y terceros, la tecnología Blockchain puede reducir los tiempos de verificación, mitigar el riesgo de fraudes y proporcionar una mayor confianza en la autenticidad de los registros.

Principios criptográficos fundamentales utilizados en Blockchain

La tecnología Blockchain se basa en principios criptográficos sólidos que garantizan la seguridad, integridad y autenticidad de la información almacenada en la cadena de bloques. A continuación, se explican los tres principios criptográficos fundamentales utilizados en Blockchain: el hash, la firma digital y las llaves criptográficas (Padilla, 2020).

Hash: En Blockchain, un hash es una función matemática que toma una entrada (datos) de cualquier longitud y produce una cadena de caracteres de longitud fija y única, conocida como el hash. Esta función es unidireccional, lo que significa que, dado un hash, es computacionalmente imposible regresar a los datos originales. Además, incluso una pequeña modificación en los datos de entrada resultará en un hash completamente diferente.

El uso de hashes en Blockchain asegura la integridad de los datos almacenados en cada bloque. Cada bloque contiene un hash que representa a todos los datos dentro de ese bloque. Cualquier alteración en los datos del bloque modificará su hash, lo que generará una discrepancia con el blo-

que previo en la cadena. Esto hace que sea prácticamente imposible alterar retroactivamente bloques anteriores sin alterar también todos los bloques siguientes, lo que garantiza la inmutabilidad de la cadena.

Firma digital: La firma digital es un mecanismo criptográfico utilizado para garantizar la autenticidad de un mensaje o documento. En el contexto de Blockchain, la firma digital es utilizada por los participantes para demostrar que son los propietarios legítimos de la información registrada en la cadena de bloques.

Para crear una firma digital, se utilizan claves criptográficas: una clave privada y una clave pública. La clave privada es mantenida en secreto por el propietario, mientras que la clave pública se comparte con otros para verificar la firma. Cuando un usuario desea firmar un mensaje o transacción, aplica una función matemática a través de su clave privada para generar la firma digital única. Otros participantes pueden verificar la autenticidad de la firma utilizando la clave pública correspondiente.

La firma digital garantiza que las transacciones en la cadena de bloques provienen de identidades auténticas y que no han sido alteradas después de ser firmadas. Esto es esencial para la seguridad y confianza en la red, ya que evita que terceros malintencionados falsifiquen transacciones o manipulen la información almacenada.

Llaves Criptográficas: Las llaves criptográficas son elementos esenciales en Blockchain y se utilizan en combinación con la firma digital para garantizar la seguridad de la red. Como se mencionó anteriormente, cada usuario tiene una pareja de claves criptográficas: una clave privada y una clave pública. La clave privada es secreta y conocida solo por el propietario, mientras que la clave pública se comparte con otros usuarios en la red. La relación matemática entre ambas claves permite que los datos cifrados con la clave pública solo puedan ser descifrados por la clave privada correspondiente. Esto asegura la confidencialidad

de los datos y permite que solo el propietario autorizado pueda acceder a la información cifrada Padilla (2020).

Estos mecanismos criptográficos proporcionan la base para la inmutabilidad de la cadena y la verificación de la autenticidad de las transacciones en la red de Blockchain, asegurando la confianza y confiabilidad en el registro de registros educativos en la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Tipos de Blockchain

En el contexto de la tecnología Blockchain, existen tres tipos principales de redes: públicas, privadas y consorcio. Cada uno de ellos presenta diferencias significativas en términos de permisos y acceso a la información. A continuación, se detallan las características de cada tipo:

Blockchain Públicas: Acceso Abierto: En una Blockchain pública, cualquier persona puede unirse a la red, participar como nodo y validar transacciones. No se requiere aprobación ni permisos especiales para convertirse en un participante; Permiso de Lectura y Escritura: Todos los nodos tienen el derecho de leer y escribir en la cadena de bloques. Cualquier usuario puede enviar transacciones y agregar bloques a la cadena; Descentralización Total: Estas redes son completamente descentralizadas, lo que significa que no hay una autoridad central o entidad que controle la red. La seguridad y el consenso se logran a través de algoritmos de consenso, como Proof of Work o Proof of Stake, que involucran a la comunidad en la validación de transacciones.

Blockchain Privadas: Acceso Restringido: En una Blockchain privada, el acceso a la red está limitado solo a usuarios previamente autorizados. Los participantes deben ser invitados o aprobados por un administrador central antes de unirse a la red; Permisos Controlados: Los permisos para leer y escribir en la cadena de bloques son otorgados selectivamente por los administradores de la red. Esto permite un mayor control sobre quiénes

pueden participar en la validación de transacciones y el consenso; Centralización Parcial: A diferencia de las redes públicas, las Blockchain privadas tienden a tener una estructura más centralizada, ya que la autoridad central tiene un mayor control sobre las operaciones y la gobernanza de la red.

Blockchain Consorcio (o Federadas): Acceso Selectivo: En una Blockchain consorcio, el acceso a la red está restringido a un grupo selecto de organizaciones o entidades que forman parte de un consorcio. Estas entidades pueden ser instituciones, empresas o agencias gubernamentales que cooperan para formar la red; Permisos Específicos: Los permisos para leer y escribir en la cadena de bloques se otorgan a las organizaciones que forman parte del consorcio. Esto permite una mayor privacidad y control compartido sobre la red; Semi-centralización: Aunque el control de la red no recae en una sola entidad, las Blockchain consorcio son más centralizadas en comparación con las públicas, ya que requieren la confianza y colaboración de los miembros del consorcio.

En el contexto de la gestión de registros educativos en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, la selección del tipo de Blockchain tendrá un impacto significativo en la accesibilidad, seguridad y gobernanza de la red utilizada para validar y almacenar las credenciales académicas (Ruiz, 2020).

2. Gestión de Registros Educativos

La gestión de registros educativos es el proceso de recopilación, almacenamiento, validación y verificación de credenciales académicas y logros educativos de los estudiantes. En la Universidad Estatal del Sur de Manabí, este proceso tradicionalmente ha dependido de intermediarios y sistemas manuales, lo que puede resultar en demoras, altos costos y posibles vulnerabilidades en la seguridad de la información (Sydle, 2023).

Las limitaciones actuales en la gestión de registros educativos en la carrera de Tecnologías de la Información de la Universi-

dad Estatal del Sur de Manabí se relacionan con la dependencia de intermediarios y la centralización del proceso. La verificación de credenciales académicas suele requerir la intervención de varias entidades, lo que puede generar demoras y aumentar los costos administrativos. Además, la centralización de los registros en una sola institución puede plantear riesgos de manipulación o pérdida de datos.

Descripción de los diferentes tipos de credenciales académicas

En el ámbito educativo, existen diversos tipos de credenciales académicas que son emitidas y gestionadas para certificar el progreso y logros de los estudiantes. A continuación, se describen los principales tipos de credenciales académicas:

Diplomas: Los diplomas son credenciales académicas que se otorgan a los estudiantes al completar con éxito un programa de estudios o una carrera académica específica. Estos documentos certifican la finalización de los requisitos académicos necesarios para obtener una titulación o grado universitario.

Certificados: Los certificados son credenciales que se otorgan a los estudiantes después de completar un curso o programa de capacitación específico. A diferencia de los diplomas, los certificados pueden no estar vinculados a un título universitario y pueden abarcar áreas especializadas o temáticas específicas.

Notas o Calificaciones: Las notas o calificaciones son registros que indican el rendimiento académico de un estudiante en diferentes asignaturas o cursos. Estas credenciales académicas reflejan el desempeño del estudiante y su nivel de conocimiento en una determinada materia.

Títulos Profesionales: Los títulos profesionales son credenciales académicas que certifican que un estudiante ha completado con éxito una carrera académica específica re-

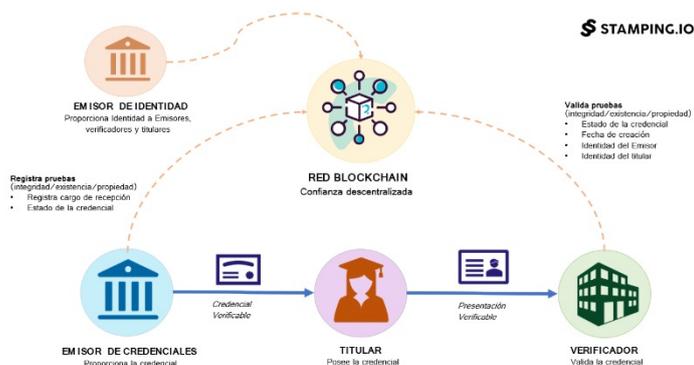
lacionada con una profesión o campo específico, como medicina, derecho, ingeniería, entre otros.

Reconocimientos y Premios: Además de las credenciales mencionadas anteriormente, también existen reconocimientos y premios que se otorgan a los estudiantes por su excelencia académica, participación en actividades extracurriculares, logros deportivos o contribuciones destacadas a la comunidad educativa.

Estas credenciales académicas son fundamentales para el reconocimiento y validación de los logros educativos de los estudiantes. Sin embargo, su gestión y verificación tradicional pueden presentar desafíos en términos de seguridad, autenticidad y transferibilidad. La adopción de la tecnología Blockchain en la gestión de registros educativos puede proporcionar una solución descentralizada, segura e inmutable para la emisión, almacenamiento y verificación de estas credenciales académicas.

Figura 1

Obtención tradicional de credenciales académicas



Fuente: Datos obtenido de STAMPING.IO.

Al utilizar Blockchain, las instituciones educativas pueden garantizar la integridad de los registros, facilitar la transferencia de créditos y mejorar la confianza en las credenciales académicas de los estudiantes. Esto contribuiría a una mayor eficiencia y transparencia en la gestión de registros educativos en la Universidad Estatal del Sur de Manabí y mejorar la experiencia académica de sus estudiantes (Mata & Avendaño, 2022).

Procesos tradicionales de gestión de registros en instituciones educativas

Los procesos tradicionales de gestión de registros en instituciones educativas se basan en enfoques centralizados y dependen principalmente de sistemas manuales

y papel para la emisión, almacenamiento y verificación de credenciales académicas. A continuación, se describen los procesos típicos utilizados en la gestión de registros:

Emisión de Credenciales: La emisión de credenciales académicas, como diplomas, certificados y títulos, se realiza en papel y generalmente requiere de la intervención de personal administrativo. Los datos de los estudiantes y sus logros académicos son ingresados manualmente en documentos físicos.

Almacenamiento en Archivos Físicos: Una vez emitidas, las credenciales se almacenan en archivos físicos en las oficinas administrativas de la institución educativa. Este enfoque de almacenamiento en papel

puede ser susceptible a pérdidas, deterioro y daños físicos.

Verificación Manual: La verificación de credenciales académicas a menudo se realiza manualmente, lo que implica un proceso lento y costoso. Los empleadores, otras instituciones educativas o entidades requieren comunicarse con la institución emisora para validar la autenticidad de las credenciales, lo que puede llevar tiempo y esfuerzo.

Transferencia de Créditos: En el caso de estudiantes que deseen transferirse a otras instituciones, el proceso de transferencia de créditos puede ser complejo y propenso a errores. La falta de un sistema estandarizado puede generar dificultades para reconocer y validar los créditos obtenidos en otras instituciones.

Impactos de la Solución Blockchain: La implementación de la tecnología Blockchain en la gestión de registros académicos ofrece soluciones significativas para estos problemas:

Inmutabilidad y Seguridad: La naturaleza inmutable de la cadena de bloques protege los registros académicos de la pérdida, ya que la información es almacenada de forma segura y descentralizada, reduciendo el riesgo de pérdida o daños físicos.

Acceso y Verificación Eficiente: Con Blockchain, los empleadores y otras instituciones pueden verificar la autenticidad de las credenciales académicas de manera rápida y eficiente, sin necesidad de intermediarios y con registros que se actualizan en tiempo real.

Prevención de Fraudes: La tecnología criptográfica utilizada en Blockchain garantiza que los registros sean inalterables, protegiendo contra la falsificación y manipulación fraudulenta de credenciales académicas.

La adopción de la tecnología Blockchain puede mitigar los impactos negativos de los problemas asociados con la pérdida de documentos físicos, dificultades en la verificación y vulnerabilidad a fraudes. Al mejorar la eficiencia, confiabilidad y seguridad de la gestión de registros, esta solución con-

tribuiría a una experiencia académica más transparente y confiable para los estudiantes y fortalecería la reputación y credibilidad de la institución educativa en el ámbito nacional e internacional (Álvares, 2018).

3. Funcionamiento y principios esenciales de la Tecnología Blockchain

El funcionamiento de la tecnología Blockchain se basa en tres principios esenciales: descentralización, inmutabilidad y consenso. La descentralización implica que la información se almacena en una red de nodos distribuidos en lugar de una entidad central, lo que garantiza la transparencia y evita un único punto de fallo.

La inmutabilidad se logra mediante la criptografía y la estructura de bloques encadenados. Una vez que la información se registra en un bloque y es aceptada por la red, no puede ser modificada sin cambiar todos los bloques que le siguen, lo que la hace prácticamente inalterable.

El consenso es alcanzado por los nodos de la red, quienes deben estar de acuerdo con la validez de una transacción antes de ser registrada. Este mecanismo garantiza la integridad y seguridad de la información en la red Blockchain.

Generación de bloques:

En una red Blockchain, los bloques son unidades de datos que contienen registros de transacciones y otros datos relevantes. La generación y validación de bloques es un proceso esencial para mantener la integridad y seguridad de la cadena de bloques. A continuación, se describe cómo se generan y validan los bloques en la cadena:

Recopilación de Transacciones: Los nodos de la red recopilan transacciones pendientes que se han enviado para su inclusión en el siguiente bloque. Estas transacciones representan las acciones realizadas por los usuarios, como transferencias de activos digitales, contratos inteligentes o cualquier otra operación admitida por la red.

Creación de un Bloque Candidato: Los nodos mineros (en caso de Blockchain con Prueba de Trabajo) o validadores (en caso de Blockchain con Prueba de Participación) compiten para crear un bloque candidato. Este bloque candidato contiene las transacciones recopiladas y otros datos, como la marca de tiempo y el número de bloque anterior.

Resolución del Desafío Criptográfico: En la Prueba de Trabajo, los nodos mineros deben resolver un desafío criptográfico complejo llamado "prueba de trabajo" para crear un bloque válido. Este proceso implica realizar cálculos intensivos y encontrar un valor (conocido como nonce) que, al combinarse con los datos del bloque candidato, genere un hash que cumpla con ciertas condiciones predefinidas (por ejemplo, que empiece con cierto número de ceros).

Propagación y Verificación: Una vez que un nodo minero o validador encuentra un bloque válido, lo propaga a toda la red para su verificación.

Validación de Bloques:

Consenso en Prueba de Trabajo: En una red Blockchain con Prueba de Trabajo, otros nodos en la red verifican la validez del bloque mediante la confirmación de que el desafío criptográfico ha sido resuelto correctamente. Si la solución es válida y cumple con los requisitos de consenso, el bloque es aceptado y agregado a la cadena de bloques.

Consenso en Prueba de Participación: En una red Blockchain con Prueba de Participación, la validación de los bloques es realizada por validadores elegidos de acuerdo a su participación en la red (por ejemplo, la cantidad de criptomonedas que han bloqueado como garantía). Estos validadores deben poner en juego una cantidad de criptomonedas como garantía para asegurar que actúen de manera honesta y verifiquen las transacciones correctamente. Si un bloque es considerado válido por la mayoría de los validadores, es agregado a la cadena.

Inmutabilidad en la cadena de bloques

La inmutabilidad es un concepto fundamental en la tecnología Blockchain y se refiere a la característica de los registros almacenados en la cadena de bloques que no pueden ser alterados, modificados o eliminados una vez que han sido confirmados y añadidos a la cadena. Esta propiedad es esencial para garantizar la confiabilidad y seguridad de los registros académicos y cualquier otro tipo de información almacenada en la cadena. La inmutabilidad en la cadena de bloques se logra a través de una combinación de criptografía y consenso descentralizado. Cada bloque de la cadena contiene un hash único que se genera a partir de los datos del bloque anterior, incluidas las transacciones y el hash anterior, junto con un valor nonce que permite verificar la integridad del bloque. Si se modifica algún dato dentro de un bloque, incluso una sola letra, su hash cambiará completamente, lo que romperá la continuidad de la cadena y se invalidará el bloque.

Imaginemos que la Universidad Estatal del Sur de Manabí decide implementar la tecnología Blockchain para la gestión de sus registros académicos. Una vez que un estudiante ha completado exitosamente sus estudios y ha obtenido su título universitario, la universidad emite un certificado académico con los detalles de sus logros y calificaciones.

Este certificado se almacena de manera inmutable en la cadena de bloques de la universidad. Cada bloque contiene la información relevante del estudiante y el título obtenido, junto con el hash del bloque anterior. El proceso de validación y consenso asegura que este bloque sea aceptado y agregado a la cadena de bloques de la universidad.

Con la inmutabilidad garantizada por la tecnología Blockchain, este certificado académico ahora se convierte en un registro digital seguro y verificable para el estudiante. Nadie, ni siquiera la universidad, puede alterar o eliminar este registro una vez que ha sido confirmado y añadido a la cadena.

Cualquier modificación intencionada o accidental de la información en el certificado generaría un cambio en el hash del bloque, lo que invalidaría el bloque y rompería la continuidad de la cadena.

Este ejemplo ilustra cómo la tecnología Blockchain asegura que los registros académicos emitidos por la universidad sean inmutables y resistentes a la manipulación o pérdida. Los estudiantes pueden confiar en la autenticidad y validez de sus credenciales académicas a lo largo del tiempo, ya que la información está permanentemente registrada en la cadena de bloques de la universidad. Además, este sistema ofrece una mayor transparencia y trazabilidad en la gestión de registros, lo que beneficia tanto a los estudiantes como a la institución educativa al mejorar la confianza y eficiencia en el proceso de verificación y validación de credenciales académicas (Arias, 2018).

Funcionamiento descriptivo de la tecnología blockchain en la gestión de registros educativos

Creación del Bloque Génesis: El proceso comienza con la creación del bloque génesis, que es el primer bloque de la cadena y contiene información de inicio o datos de configuración. En este caso, el bloque génesis albergaría la información inicial del programa educativo y la identificación de la institución educativa, estableciendo así el inicio de la cadena de bloques.

Registro de Transacciones: Cada transacción académica, como la emisión de diplomas, certificados de notas, y otros logros educativos, se registra como una nueva transacción en un bloque individual.

Validación y Firma Digital: Antes de agregar una transacción a un bloque, debe ser validada por los nodos de la red, que pueden ser representantes de la institución educativa, entidades certificadoras u otras partes interesadas. Una vez validada, la transacción se firma digitalmente para garantizar su autenticidad e inmutabilidad.

Enlace de Bloques: Una vez que el bloque tiene varias transacciones verificadas y firmadas, se enlaza con el bloque anterior en la cadena, formando una cadena de bloques continua y cronológica.

Consenso en la Red: Para asegurar que todos los nodos de la red tengan una copia idéntica del libro de registros, se utiliza un mecanismo de consenso, como el Proof of Work o el Proof of Stake, que garantiza que las transacciones sean aceptadas solo si se alcanza un acuerdo en la red.

Almacenamiento Distribuido: La cadena de bloques es una base de datos distribuida, lo que significa que cada nodo de la red almacena una copia completa del libro de registros. Esto asegura la redundancia y la integridad de la información, evitando la pérdida de datos.

Acceso y Verificación Segura: Los estudiantes, empleadores u otras partes autorizadas pueden acceder a los registros educativos almacenados en la cadena de bloques mediante claves criptográficas. Esto garantiza la seguridad y privacidad de la información, ya que solo las partes autorizadas pueden verificar y validar las credenciales académicas.

Estos puntos muestran cómo la Tecnología Blockchain proporciona una solución descentralizada, segura e inmutable para la gestión de registros educativos. Al utilizar esta tecnología, la universidad puede eliminar intermediarios, reducir los tiempos de verificación y mejorar la confianza en la autenticidad de las credenciales académicas. Además, la descentralización y la criptografía aseguran la integridad y la privacidad de la información, lo que beneficia tanto a la institución educativa como a los estudiantes y empleadores involucrados (Hossain et al., 2022).

Beneficios de la descentralización y la transparencia en la verificación y validación de credenciales académicas

La descentralización y la transparencia en la verificación y validación de credenciales académicas aportan beneficios significativos a la gestión de registros educativos. La descentralización en una red de Blockchain permite que múltiples nodos o participantes validen y almacenen los registros de manera distribuida, eliminando la dependencia de una autoridad central. Esto mejora la confianza y la integridad de los datos, ya que cualquier cambio en los registros requiere consenso y verificación por parte de la red. Además, la transparencia inherente de la tecnología Blockchain permite a

los empleadores, instituciones educativas y otras partes interesadas acceder a los registros académicos verificados y confiables de los estudiantes. Esto agiliza el proceso de verificación y validación de credenciales, brindando una visión clara y segura de los logros educativos de los estudiantes. La combinación de descentralización y transparencia en la gestión de registros académicos fortalece la confiabilidad del sistema y garantiza la autenticidad y validez de las credenciales, beneficiando tanto a los estudiantes como a las instituciones educativas y empleadores (Tech, 2021).

Tabla 1

Análisis de los desafíos técnicos y operativos en la implementación de Blockchain en una institución educativa

Desafíos Técnicos y Operativos	Aspectos de Escalabilidad	Aspectos de Seguridad
	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la cantidad de transacciones y registros en la cadena de bloques. - Capacidad de la red para manejar un mayor número de participantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de claves privadas y acceso a los datos académicos. - Prevención de ataques de doble gasto y de 51% (ataques de mayoría).
Complejidad Técnica	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de recursos técnicos especializados en desarrollo de Blockchain. 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar la integridad y autenticidad de los registros. - Prevención de ataques de denegación de servicio (DoS). - Auditoría y monitoreo constante de la red.
Interoperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Integración con sistemas existentes de la institución educativa. - Establecimiento de estándares para facilitar la transferencia de datos. - Adaptación a diferentes protocolos y plataformas de Blockchain. - Optimización de algoritmos de consenso para mayor rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de datos personales y cumplimiento de regulaciones. - Control de acceso y gestión de identidad de los participantes. - Respaldo y recuperación de datos en caso de fallos o ataques. - Almacenamiento seguro y distribuido de los registros académicos.
Escalabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de técnicas de fragmentación para reducir carga. - Uso de soluciones de capa 2 (como canales de pago) para aliviar la red. - Evaluación del presupuesto requerido para la implementación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de claves criptográficas y certificados digitales. - Actualización constante de la red para evitar vulnerabilidades. - Protección contra pérdida o daño de dispositivos de almacenamiento.
Costos y Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Asignación de recursos humanos y técnicos para el mantenimiento. - Evaluación de la rentabilidad y beneficios a largo plazo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Respaldo adecuado de claves y datos críticos. - Garantizar disponibilidad de recursos para el crecimiento futuro.

Fuente: Datos obtenido de STAMPING.IO.

La Tabla 1, presenta una visión comparativa de los desafíos técnicos y operativos en la implementación de Blockchain en una institución educativa, así como los aspectos relacionados con la escalabilidad y seguridad. Estos desafíos requieren una cuidadosa planificación, evaluación y colaboración con expertos en tecnología Blockchain para garantizar una implementación exitosa y efectiva que cumpla con los objetivos de la institución educativa y proteja la integridad de los registros académicos de los estudiantes.

Resultados

Población y muestra

La población total comprende a 717 estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información, matriculados en el periodo PI 2023.

Para determinar la muestra se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q}$$

Se aplicarán los siguientes valores:

Tabla 2

Fórmula general para determinar la muestra

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	VALORES
N	Población	717
P	Probabilidad del éxito	0.5
Q	Probabilidad de fracaso	0.5
E	Error de estimación	0.05
Z	Nivel de confianza	1.96

Fuente: Datos obtenido de STAMPING.IO.

Utilización de la fórmula para el cálculo de la muestra:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{717 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{(717 - 1)0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{717 * 3.84 * 0.5 * 0.5}{(716)0.0025 + 3.84 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{688}{2,75}$$

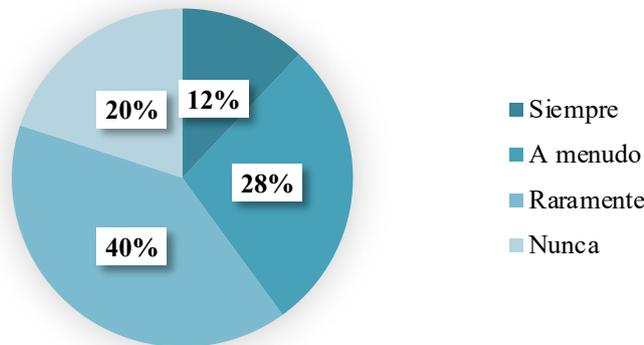
$$n = 250$$

Análisis de los resultados

Pregunta 1: ¿Con qué frecuencia has experimentado demoras en la obtención de tus registros educativos (diplomas, certificados, notas, etc.) debido a la dependencia de intermediarios externos (instituciones educativas, gobiernos, etc.)?

Gráfico 1

Demoras en la obtención de registros educativos



Análisis e interpretación de los datos

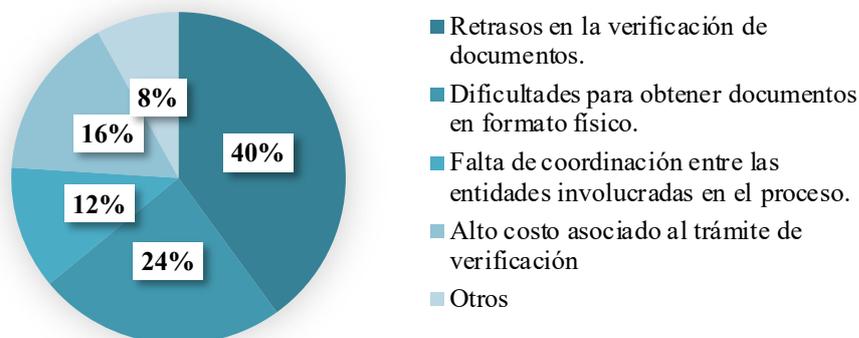
El análisis de los resultados destaca que el 40% de los estudiantes encuestados han enfrentado retrasos en la obtención de sus registros educativos debido a la dependencia de intermediarios externos, lo que indica un problema recurrente y significativo en la gestión de sus credenciales académicas. Además, un 28% reportó enfrentar demoras "a menudo", resaltando la necesidad de abordar esta limitación. Estos datos enfatizan la relevancia de la investigación, dado que la adopción de la tecnología Block-

chain podría brindar una solución eficiente y descentralizada para agilizar la obtención de registros, asegurar su autenticidad y mejorar la experiencia estudiantil. Los resultados muestran una clara justificación para explorar la aplicación de esta tecnología en la gestión de registros educativos, con el potencial de mejorar la eficiencia y seguridad del proceso.

Pregunta 2: ¿Qué obstáculos específicos has enfrentado al obtener o verificar tus credenciales académicas debido a la dependencia de intermediarios externos?

Gráfico 2

Obstáculos al verificar credenciales académicas



Análisis e interpretación de los datos

El análisis de los resultados destaca que un alto porcentaje de estudiantes (40%) han experimentado retrasos en la verificación de documentos debido a la dependencia de intermediarios externos. Además, el 24% de los encuestados han enfrentado dificultades para obtener documentos en formato físico. Estas observaciones muestran claramente las limitaciones y obstáculos actuales en el proceso de gestión de registros educativos en la carrera de Tecnologías de la Información en la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Estos hallazgos respaldan

la necesidad de buscar soluciones más eficientes y seguras, como la adopción de la tecnología Blockchain, para mejorar la accesibilidad y verificación de las credenciales académicas, reduciendo así la dependencia de intermediarios y los problemas asociados. La investigación se justifica al abordar estas problemáticas y proponer una alternativa que pueda beneficiar a los estudiantes y a la institución en general.

Pregunta 3: ¿Tienes conocimiento previo sobre la tecnología Blockchain y su aplicación en diferentes campos?

Gráfico 3

Conocimiento sobre la tecnología Blockchain



Análisis e interpretación de los datos

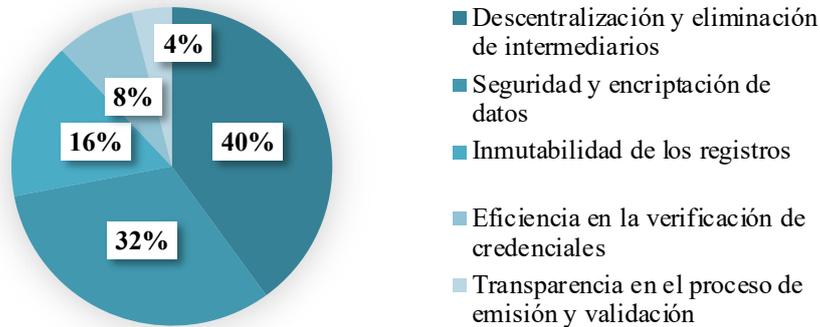
El análisis de los resultados muestra que la mayoría de los estudiantes encuestados (80%) tienen algún grado de conocimiento sobre la tecnología Blockchain, ya sea básico o avanzado. Sin embargo, un significativo 20% de los participantes indicaron no tener conocimiento alguno sobre esta tecnología. Estas observaciones son relevantes para justificar la investigación, ya que destacan la necesidad de educar y difundir información sobre la tecnología Blockchain entre los estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información. La investigación propuesta busca abordar esta brecha de

conocimiento y promover una mejor comprensión de la tecnología Blockchain, su funcionamiento y sus posibles aplicaciones en la gestión de registros educativos. Al brindar información y formación adecuada sobre esta tecnología, se espera aumentar la aceptación y adopción de soluciones basadas en Blockchain en la universidad, lo que podría mejorar la eficiencia y seguridad de la gestión de registros académicos.

Pregunta 4: ¿Cuál de las siguientes características consideras más importante al evaluar la tecnología Blockchain para la gestión de registros académicos?

Gráfico 4

Evaluación de la tecnología Blockchain



Análisis e interpretación de los datos

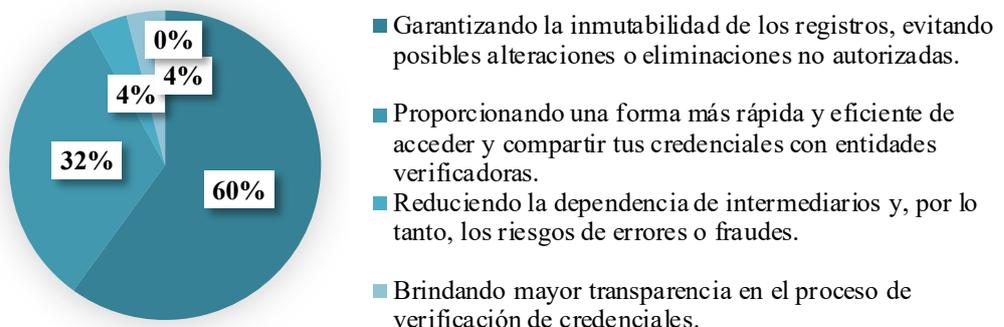
El análisis de los resultados muestra que la característica más destacada y considerada como importante por los estudiantes para evaluar la tecnología Blockchain en la gestión de registros académicos es la "descentralización y eliminación de intermediarios", con un 40% de las respuestas. Le sigue de cerca la "seguridad y encriptación de datos" con un 32%. Estas observaciones son cruciales para justificar la investigación, ya que resaltan el interés de los estudiantes en aspectos como la seguridad, la eficiencia y la transparencia que ofrece la tecnología Blockchain en la gestión de registros educativos.

La investigación propuesta se alinea con estas preferencias y busca explorar cómo la adopción de la tecnología Blockchain puede abordar estas necesidades y preocupaciones, proporcionando una solución descentralizada, segura e inmutable para la verificación y almacenamiento de credenciales académicas.

Pregunta 5: ¿Cómo crees que la tecnología Blockchain puede mejorar la confiabilidad y seguridad en el almacenamiento de tus credenciales académicas en comparación con los métodos tradicionales?

Gráfico 5

Confiabilidad y seguridad



Análisis e interpretación de los datos

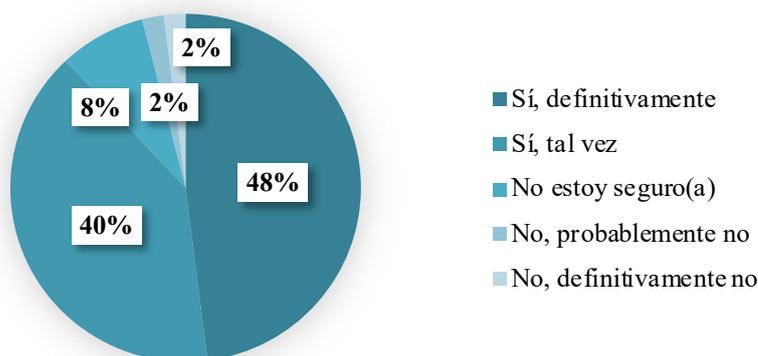
El análisis de los resultados revela que la mayoría de los estudiantes (60%) considera que la tecnología Blockchain puede mejorar la confiabilidad y seguridad en el almacenamiento de sus credenciales académicas al garantizar la inmutabilidad de los registros, evitando posibles alteraciones o eliminaciones no autorizadas. Además, un 32% de los encuestados destaca la importancia de proporcionar una forma más rápida y eficiente de acceder y compartir sus credenciales con entidades verificadoras. Estas observacio-

nes son esenciales para justificar la investigación, ya que resaltan el reconocimiento de los estudiantes sobre las ventajas que ofrece la tecnología Blockchain en la protección y autenticidad de sus credenciales académicas, lo cual respalda la relevancia del tema y la necesidad de explorar su adopción en la gestión de registros educativos.

Pregunta 6: ¿Estarías dispuesto(a) a utilizar un sistema de gestión de registros educativos basado en tecnología Blockchain, que te permita acceder a tus credenciales de forma segura y verificable?

Gráfico 6

Utilización de un sistema de gestión de registros



Análisis e interpretación de los datos

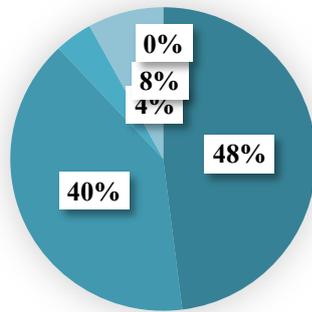
El análisis de los resultados muestra que un alto porcentaje de estudiantes (48%) estaría dispuesto a utilizar un sistema de gestión de registros educativos basado en tecnología Blockchain de forma definitiva, mientras que un 40% lo considera como una posibilidad. Sin embargo, existe un pequeño porcentaje (4%) que no está seguro o tiene dudas respecto a su adopción. Aunque un bajo porcentaje (4%) se muestra reticente a utilizar esta tecnología. Estas observaciones son relevantes para respaldar la justificación de la investigación, ya que demuestran un interés significativo por parte de los estudiantes en adoptar una solución tecno-

lógica basada en Blockchain para gestionar sus credenciales académicas de manera segura y verificable. Esto subraya la importancia de explorar la viabilidad y aceptación de esta propuesta en el contexto de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Pregunta 7: ¿Qué beneficios crees que podría brindarte la adopción de la tecnología Blockchain en la gestión de tus registros académicos y cómo crees que impactaría positivamente en tu experiencia estudiantil?

Gráfico 7

Adopción de la Tecnología Blockchain



- Facilitando la solicitud y verificación de documentos académicos de forma digital y en tiempo real.
- Aumentando la confianza en la integridad y autenticidad de tus credenciales académicas.
- Mejorando la eficiencia en la emisión y actualización de tus registros académicos.
- Agilizando el proceso de transferencia de credenciales a otras instituciones educativas o empleadores.

Análisis e interpretación de los datos

El análisis de los resultados revela que la mayoría de los estudiantes encuestados (48%) considera que la adopción de la tecnología Blockchain en la gestión de registros académicos podría brindarles beneficios importantes, como la facilidad y rapidez en la solicitud y verificación de documentos de forma digital y en tiempo real. Además, un 40% destaca la relevancia de aumentar la confianza en la integridad y autenticidad de sus credenciales académicas. Sin embargo, solo un porcentaje pequeño (4%) menciona la mejora en la eficiencia en la emisión y actualización de registros, y un porcentaje aún menor (8%) considera el impacto positivo en el ágil proceso de transferencia de credenciales a otras instituciones educativas o empleadores. Estas observaciones son fundamentales para justificar la investigación, ya que resaltan las percepciones de los estudiantes sobre los beneficios potenciales que la adopción de la tecnología Blockchain podría tener en su experiencia estudiantil.

En resumen, tanto la entrevista como la encuesta proporcionaron información relevante y complementaria que contribuyó significativamente a la investigación. Las observaciones obtenidas permitieron identificar las limitaciones y desafíos actuales en la gestión de registros académicos, así como las percepciones, expectativas y acepta-

ción de los estudiantes hacia la adopción de la tecnología Blockchain. Como recomendación, se sugiere la implementación piloto de un sistema de gestión de registros educativos basado en Blockchain en la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en colaboración con expertos en tecnología y administradores educativos. Esto permitirá evaluar de manera más concreta la viabilidad y efectividad de la propuesta en un entorno real. Además, se alienta a futuros investigadores a abordar la adopción de tecnología Blockchain en otras carreras y universidades para obtener un panorama más completo y diverso de sus beneficios y desafíos en la educación superior.

Discusión

La presente investigación sobre la adopción de la tecnología Blockchain en la gestión de registros académicos ha proporcionado resultados consistentes con estudios previos en el campo de la educación superior y la implementación de tecnologías emergentes. De manera similar a lo encontrado por Rodríguez et al. (2022), los estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí han experimentado demoras en la obtención de sus credenciales debido a la dependencia de intermediarios externos. Esta situación genera frustración y ansiedad, tal

como menciona Arias (2018) al referirse a la percepción de los estudiantes hacia los trámites burocráticos en el ámbito académico.

En línea con la investigación de Covarrubias (2021), los resultados también revelan que los estudiantes reconocen la importancia de la seguridad y transparencia en la gestión de sus registros educativos. La tecnología Blockchain se destaca por su capacidad para garantizar la inmutabilidad de los registros, evitando posibles alteraciones no autorizadas, como afirman Tinoco et al., (2023). Además, la eliminación de intermediarios y la reducción de costos asociados, mencionada por Lindín & Rivera (2019), es vista como una ventaja clave por los estudiantes encuestados.

Aunque los resultados de esta investigación son alentadores, es necesario considerar las limitaciones mencionadas previamente, y para abordar este aspecto, la propuesta de implementar un piloto del sistema de gestión de registros basado en Blockchain se basa en el estudio de Salgado (2023), quienes demostraron éxito en la aplicación de tecnología Blockchain en otra universidad. Esta iniciativa permitiría validar la eficiencia y efectividad del enfoque en un contexto real y, posiblemente, generar debates en el ámbito académico, tal como lo plantea López et al., (2022) al discutir sobre la adopción de tecnología en la educación superior.

En contraste con lo anterior, esta investigación ha contribuido a ampliar el conocimiento sobre la viabilidad y ventajas de la adopción de la tecnología Blockchain en la gestión de registros educativos. Los resultados han confirmado que esta tecnología puede ser una solución eficiente para abordar los desafíos actuales relacionados con intermediarios y centralización. Sin embargo, se requiere una mayor exploración en otros contextos universitarios para generalizar los resultados y superar las limitaciones. La propuesta de implementación piloto representa una oportunidad para avanzar en este campo y generar un impacto positivo en la experiencia estudiantil. Así como la

tecnología Blockchain ha revolucionado el mundo financiero, su adopción en el ámbito académico podría revolucionar la gestión de registros educativos, brindando mayor seguridad y confianza a los estudiantes.

Conclusiones

A través de esta investigación se logró diagnosticar las limitaciones y desafíos actuales en el proceso de gestión de registros educativos en la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, específicamente relacionados con la dependencia de intermediarios y la centralización. Los resultados revelaron que los estudiantes enfrentan demoras en la obtención de sus credenciales debido a esta situación, lo que impacta negativamente en su experiencia académica.

Además, este estudio permitió identificar los principios esenciales de la tecnología Blockchain y su capacidad para proporcionar una solución descentralizada, segura e inmutable para la verificación y almacenamiento de credenciales educativas. Los estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí demostraron tener un buen conocimiento básico sobre esta tecnología y reconocieron su potencial en el ámbito académico.

Finalmente, esta investigación logró determinar la percepción y aceptación de los estudiantes de la carrera de Tecnologías de la Información hacia la adopción de la tecnología Blockchain en la gestión de registros educativos. Los resultados indicaron que la mayoría de los estudiantes están dispuestos a utilizar un sistema basado en Blockchain para acceder de manera segura a sus credenciales académicas.

Bibliografía

Álvarez, R. L. R. (2018). Análisis De La Tecnología Blockchain, Su Entorno Y Su Impacto En Modelos De Negocios. In Universidad Técnica Federico Santa María. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/47346/3560900251199UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Arias, M. del P. (2018). Tecnología Blockchain. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1–34. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20666/AriasTorresMariadelPilar2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Covarrubias, J. Z. L. (2021). Transparencia y protección de datos personales en la cadena de bloques (blockchain). *Estudios En Derecho a La Información*, 11, 27–63.
- Hossain, M., Santhiya, S., Hossain, S., Maria, V., & Li, X. (2022). Software Engineering Process and Methodology in Blockchain-Oriented Software Development: A Systematic Study. *IEEE*, 25–27. <https://doi.org/10.1109/SERA54885.2022.9806817>
- Lindín Soriano, C., & Rivera-Vargas, P. (2019). Blockchain en Educación. *Cadenas rompiendo moldes. Revista Complutense de Educación*, 30(4), 1173–1174. <https://doi.org/10.5209/rced.63394>
- López, J., Suárez, N., & Valencia, A. (2022). Tendencias en estudios sobre el uso y adopción de tecnologías de información y comunicación en instituciones de educación superior: un análisis bibliométrico. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 67, 136–162. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n67a6>
- Mata, J., & Avendaño, C. (2022). Blockchain en la educación: su uso en credenciales académicas. *Revista Digital Universitaria*, 23(1). <https://doi.org/http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.1.1>
- Padilla Sánchez, J. A. (2020). Blockchain y contratos inteligentes: aproximación a sus problemáticas y retos jurídicos. *Revista de Derecho Privado*, 39, 175–201. <https://doi.org/10.18601/01234366.n39.08>
- Rodríguez Rodríguez, A., Solórzano Álava, W. L., Anzules Ávila, X. L., & Cornelio, O. M. (2022). Impacto del uso de la tecnología en la formación integral de los estudiantes de la carrera tecnológicas de la información. *Journal TechInnovation*, 1(2), 71–77. <https://doi.org/10.47230/journal.techinnovation.v1.n2.2022.71-77>
- Ruiz, J. (2020). Public Permissioned blockchains as Common Pool Resources. *FIWARE DLT*, 15. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02477405>
- Salgado, N. (2023). La tecnología Blockchain y su potencial para revolucionar la gestión de datos y la seguridad de las transacciones. *Revista Científica FIPCAEC*, 8(2), 546–562. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-8908-7613>
- Sydle. (2023). Gestión de procesos en la restauración. *SYDLE*. <https://www.sydle.com/es/blog/gestion-de-procesos-en-la-educacion-626c2a-0361423f655c608217>
- Tech, T. (2021). El futuro de las credenciales universitarias apunta hacia Blockchain y Open Badges. *Telefonica Tech*. <https://telefonicatech.com/blog/futuro-credenciales-universitarias-blockchain-open-badges>
- Tinoco, C., Juarez, A., Gonzales, F., & Tamayo, J. (2023). Blockchain Technology in Education: a Systematic Review. *Revista Conrado*, 19(92), 326–334.

Cómo citar: Barreto Pin, J. X., Reina Paredes, J. D. ., Barreto Pin, L. Y. ., & Rodríguez Rodríguez, A. . (2024). Tecnología Blockchain y la gestión de registros educativos en la Educación Superior . *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(3), 169–187. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v8.n3.2024.169-187>