



TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

Diplomas Verificables con Blockchain (Anti-Falsificación) en Educación Superior en Colombia

Profesor:
Juan Pablo Vélez Uribe

Estudiantes:
Johana Elvira Argel Espitia

Corporación Universitaria Remington.
Facultad de Ingenierías
Ingeniería de Sistemas

Opción de Trabajo de grado Seminario.
2025

Índice general

1. Resumen.....	4
1.2 Palabras clave.....	5
2. Árbol de Problemas: Falsificación y débil verificación de diplomas académicos en Colombia	5
3. Marco conceptual.....	8
3.1 Blockchain como herramienta metodológica en la investigación aplicada	8
3.2 Función hash y validez de la evidencia digital	9
3.3 Árboles Merkle y la trazabilidad de los datos.....	9
3.4 Diplomas digitales y verificación de credenciales académicas	10
3.5 Contratos inteligentes y automatización de la validación.....	10
3.6 Blockchain en la educación superior y su dimensión epistemológica.....	11
3.7 Aplicación metodológica en la investigación aplicada colombiana	11
4. Marco Contextual.....	12
4.1 La tecnología Blockchain en el contexto de Educación Superior en Colombia	12
4.2 Beneficios de Blockchain en la Educación Superior	13
4.3 Contexto Institucional que han adoptado Blockchain en Colombia.....	14
4.4 Aplicación de blockchain en la Educación Internacional	15
4.5 Plataforma donde han implementado blockchain en la Educación Superior.....	16
4.6 Objetivo General.....	17
4.7 Objetivo Específicos	18
5. Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	18
5.1 Diagnostico del estado actual de la verificación de diplomas en Colombia.....	18
5.2 Experiencias en Colombia de diplomas digitales y blockchain.....	20
5.3 Experiencias con Blockchain en países latinoamericanos (México, Chile, Uruguay, Argentina, Brasil) frente a Colombia.....	23
5.4 Beneficios esperados de diplomas verificables con blockchain frente a los modelos tradicionales	32
5.5 Modelo piloto propuesto para la autenticación de diplomas con blockchain en Colombia	37
Conclusiones.....	41
Recomendaciones	43
Referencias.....	45

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Cuadro comparativo de los países latinoamericanos estudiados</i>	30
Tabla 2. <i>Comparación entre el proceso tradicional y el basado en blockchain</i>	36
Tabla 3. <i>Propuesta piloto para autenticación de diplomas en Colombia con blockchain</i>	38

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Árbol de problemas Blockchain en universidades colombianas</i>	8
Figura 2. <i>Uso de Blockchain en universidades latinoamericanas (2024).</i>	31
Figura 3. <i>Diagrama de Flujo Propuesta Piloto-Blockchain - Universidades Colombianas.</i>	37

1. Resumen

El presente trabajo examina el uso de la tecnología Blockchain como solución actualizada para prevenir la falsificación de diplomas académicos y robustecer la confianza en los procesos de certificación en la Educación superior en Colombia. Aunque en varias universidades se emiten titulaciones digitales y físicas sin sistemas de seguridad sólidos, convirtiéndose en manipulables, afectando la autenticidad de los documentos y limitando su movilidad académica y laboral de egresados. Como respuesta se propone un modelo de validación de títulos basado en blockchain mediante el cual las universidades puedan emitir diplomas digitales con firmas criptográficas registrando únicamente huellas digitales (hashes) y estructuras de Merkle; preservando la privacidad de datos personales, permitiendo la verificación efectiva y rápida sin exponer información sensible.

La investigación adopta un enfoque cualitativo de tipo documental comparativo, orientado a examinar el estado actual de la emisión y validación de títulos en Colombia, como las experiencias internacionales exitosas en la región. El estudio se desarrolló en cuatro fases secuenciales: diagnóstico contextual, que identificó las debilidades de los sistemas tradicionales de certificación; Revisión teórica y documental, centrada en experiencias internacionales y literatura científica sobre blockchain académico; análisis comparativo de modelos latinoamericanos en México, Chile, Uruguay, Argentina y Brasil; diseño de modelo piloto con lineamientos técnicos, gobernanza y operatividad aplicables a universidades colombianas; conclusiones y recomendaciones,

Los hallazgos evidencian que la inclusión de blockchain en los procesos de certificación universitaria impulsa la trazabilidad, seguridad e inmutabilidad de los diplomas, minimizando los casos de fraude y haciendo más acelerado la verificación y convalidación de títulos; para lo cual se requiere de ajustes normativos, capacitación institucional e inversión tecnológica. Se concluye que, de manera articulada, este modelo representa una oportunidad estratégica para modernizar la educación superior en Colombia, optimizar la gestión académica y proyectar la credibilidad internacional de las instituciones educativas del país.

1.2 Palabras clave

Blockchain, Educación superior, Credenciales digitales, verificación académica y autenticidad.

2. Árbol de Problemas: Falsificación y débil verificación de diplomas académicos en Colombia

Problema central

Alta incidencia de falsificación y falta de confiabilidad en la verificación de diplomas académicos en la educación superior colombiana.

Causas principales

Causas directas

- Procesos manuales y centralizados de validación de títulos, dependientes del MEN y la Cancillería, que generan demoras y trámites engorrosos (Ministerio de Educación Nacional, 2025; Monroy, 2022).

- Ausencia de un sistema nacional interoperable y digitalizado que permita verificar títulos en línea en tiempo real (Albarrán, 2024; SNIES, s.f.)
- Limitada adopción de tecnologías seguras como blockchain en universidades colombianas, a pesar de los pilotos exitosos (Universidad Nacional de Colombia, 2023; Pontificia Universidad Javeriana, 2023)
- Brecha digital y escasa infraestructura tecnológica en instituciones públicas y regiones rurales (CEPAL, 2023)
- Carencia de una normativa unificada sobre diplomas digitales y certificaciones blockchain (MinTIC, 2020; Ministerio de Educación Nacional, 2025)

Causas indirectas

- Débil cultura de transformación digital en la educación superior.
- Escasa capacitación institucional en tecnologías emergentes.
- Falta de inversión en sistemas de autenticación y gobernanza digital.
- Poca articulación entre universidades y entidades del Estado (MEN, MinTIC, ASCUN).
- Resistencia institucional al cambio tecnológico por desconfianza o desconocimiento.

Efectos principales

Efectos directos

- Pérdida de confianza institucional en la autenticidad de títulos emitidos por universidades colombianas.

- Aumento de casos de fraude y falsificación documental, con sanciones administrativas y daño reputacional (Procuraduría General de la Nación, 2025).

- Demoras significativas en procesos de convalidación y movilidad académica internacional.

(Infobae, 2025)

- Baja eficiencia administrativa y altos costos operativos en los procesos de registro y verificación (McGreal, 2023; Hernández & Avendaño, 2022)

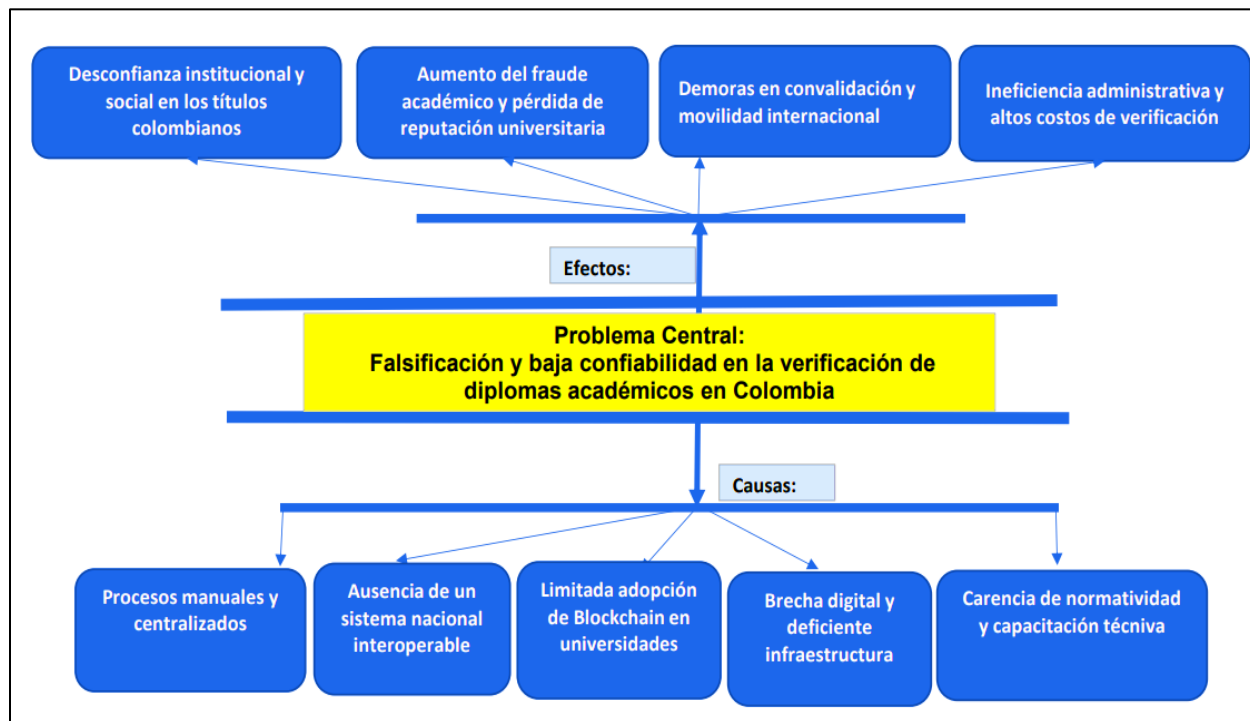
Efectos indirectos

- Desprestigio del sistema de educación superior colombiano frente a estándares internacionales.

- Menor competitividad de los egresados en el mercado laboral global.

- Desconfianza social y pérdida de credibilidad en las instituciones educativas.

Figura 1. Árbol de problemas Blockchain en universidades colombianas



Fuente. Elaboración propia (2025)

3. Marco conceptual

3.1 Blockchain como herramienta metodológica en la investigación aplicada

La tecnología blockchain se ha convertido en una de las innovaciones metodológicas más relevantes dentro de la investigación aplicada, al ofrecer un marco técnico confiable para el registro, verificación y trazabilidad de datos. Según Nakamoto (2008), quien propuso el primer modelo de cadena de bloques en Bitcoin, su principio básico es un registro distribuido que elimina la necesidad de intermediarios, garantizando transparencia y seguridad criptográfica. En los últimos años, esta estructura se ha reinterpretado desde la metodología científica como una

herramienta para asegurar la integridad y reproducibilidad de los datos (Guerreiro, Ferreira, Fonseca & Correia, 2022).

En el contexto de la investigación educativa, blockchain posibilita nuevas formas de gestión de información verificable. McGreal (2023) sostiene que su valor metodológico radica en ofrecer una “infraestructura de confianza” donde cada dato ya sea una credencial, una observación o un resultado experimental puede auditarse sin alterar el registro original. Esto permite reforzar los principios de validez y confiabilidad fundamentales en la investigación empírica y aplicada, promoviendo una trazabilidad de los procesos y resultados.

3.2 Función hash y validez de la evidencia digital

Dentro de la lógica de blockchain, la función hash actúa como un mecanismo metodológico que garantiza la inmutabilidad de los datos. Cada bloque codifica un resumen matemático del contenido anterior, de modo que cualquier alteración en los datos originales genera un hash completamente diferente (Agencia Española de Protección de Datos & EDPS, 2019). En términos de la metodología de investigación, esto equivale a preservar la autenticidad de la evidencia empírica, evitando manipulaciones o falsificaciones en los registros. Así, el hash se interpreta como una huella digital científica que certifica la integridad de los datos recolectados durante el proceso investigativo (Saramago, Jehl, Meling & Estrada, 2021).

3.3 Árboles Merkle y la trazabilidad de los datos

Los árboles de Merkle representan una estructura de datos jerárquica que permite verificar grandes volúmenes de información mediante la comparación de sus hashes, sin

necesidad de revisar todos los registros individualmente. En la metodología de la investigación aplicada, este principio facilita la trazabilidad y replicabilidad de la información procesada en bases de datos académicas. Guerreiro et al. (2022) destacan que los árboles de Merkle contribuyen a mantener una coherencia lógica en los sistemas de información distribuidos, asegurando que los datos analizados o compartidos provengan de fuentes verificadas y sin alteraciones. Desde una perspectiva metodológica, su integración refuerza la transparencia del proceso investigativo y la posibilidad de auditoría interinstitucional.

3.4 Diplomas digitales y verificación de credenciales académicas

En la investigación educativa aplicada, los diplomas digitales simbolizan una evolución en los sistemas de certificación y validación del conocimiento. Estos documentos, sustentados en tecnologías blockchain, garantizan autenticidad y permanencia a largo plazo. Lannantuoni y Gindre (2024) explican que la emisión de diplomas digitales con soporte criptográfico no solo evita la falsificación documental, sino que también permite la verificación instantánea de los logros académicos sin exponer datos personales. En términos metodológicos, esta práctica se asocia al principio de verificabilidad científica, donde cada resultado o acreditación puede ser contrastado de forma independiente, fortaleciendo la confianza en los procesos educativos y de investigación.

3.5 Contratos inteligentes y automatización de la validación

Los contratos inteligentes (smart contracts) son algoritmos autoejecutables programados dentro de la cadena de bloques que automatizan procesos como la emisión, verificación o revocación de títulos académicos. Su aplicación en la metodología de la investigación se traduce

en procedimientos automáticos y transparentes para el control de versiones, autorías o resultados. Arias-Chávez et al. (2023) sostienen que los smart contracts actúan como un “método verificable de gobernanza digital”, capaz de garantizar que los datos o credenciales sigan un flujo preestablecido sin intervención humana. Esto disminuye el margen de error y eleva el rigor metodológico en proyectos de validación de resultados o certificación académica.

3.6 Blockchain en la educación superior y su dimensión epistemológica

Desde un enfoque epistemológico, la aplicación de blockchain en la educación superior plantea un nuevo paradigma de transparencia y trazabilidad del conocimiento. Rivera-Vargas y Lindín (2020) argumentan que la incorporación de esta tecnología transforma las nociones tradicionales de confianza institucional, desplazándolas hacia sistemas de confianza distribuida basados en evidencia verificable. Así, el proceso educativo deja de depender exclusivamente de la autoridad de la institución emisora y se apoya en un sistema descentralizado de validación del saber. Este cambio tiene profundas implicaciones metodológicas, pues redefine la relación entre investigador, institución y comunidad académica, promoviendo una ciencia abierta y auditable.

3.7 Aplicación metodológica en la investigación aplicada colombiana

En el contexto colombiano, la adopción de blockchain en la educación superior se vincula con los lineamientos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2020), que reconoce su potencial para garantizar la integridad de los registros académicos y los procesos de certificación. De acuerdo con Díaz Ochoa et al. (2024), la implementación de redes blockchain permissionadas en proyectos de investigación permite crear entornos colaborativos donde la información se comparte de manera segura y verificable entre instituciones. Desde el

punto de vista metodológico, esto constituye una innovación significativa, al integrar criterios de seguridad, transparencia y reproducibilidad dentro de los diseños de investigación aplicada y tecnológica.

4. Marco Contextual

4.1 La tecnología Blockchain en el contexto de Educación Superior en Colombia

En Colombia, el entorno de la educación superior, los procesos de emisión y verificación de diplomas y certificados académicos continúan siendo en gran parte de manera manual y dependientes de las solicitudes institucionales y estatales, como el Ministerio de Educación Nacional y la Cancillería, encargados de los trámites de convalidación y legalización (Ministerio de Educación Nacional, 2025). Estos procedimientos, aunque garantizan la validez jurídica de los documentos, presentan demoras significativas y una alta carga administrativa, lo que retrasa la validación de credenciales tanto a nivel nacional como internacional (Infobae, 2025).

A eso se le añade la suma de la falsificación de diplomas y certificados, un problema visto por organismos oficiales como la Procuraduría general de la nación ha confirmado sanciones por el uso de diplomas falsos, la Secretaría de Educación de Bogotá reporta detección y denuncias de presunta falsificación (Procuraduría General de la Nación, 2025; Secretaría de Educación de Bogotá, 2025).

En vista de que la tecnología blockchain es una alternativa para mejorar la verificación ágil y confiable de títulos académicos (trazabilidad, inmutabilidad y verificación independiente). La literatura académica detalla que su uso en credenciales permite integridad y verificabilidad sin mostrar información personal (Hernández & Avendaño, 2022; Rivera et al, 2020).

Por ende, incorporar blockchain en la educación superior de Colombia se muestra como una oportunidad para modernizar la administración académica, promover el cambio digital y reforzar la confianza institucional en los procesos de certificación, garantizando la protección de huellas (hashes) en vez de información personal.

4.2 Beneficios de Blockchain en la Educación Superior

La implementación de tecnología blockchain en la emisión y verificación de títulos académicos brinda una variedad de ventajas que pueden cambiar los procedimientos de acreditación en la educación superior, tanto a nivel estructural como funcional. En primer lugar, por su propiedad de inmutabilidad y trazabilidad, se asegura que una vez que el hash del documento está registrado en la cadena no puede ser modificado o eliminado.

Esto aumenta la confianza en la autenticidad del certificado (Hernández & Avendaño Cruz, 2022). Esto posibilita que se reduzcan los errores y el fraude en la verificación, mientras hace más fáciles las auditorías independientes en el área de la educación.

Asimismo, la verificación a través de blockchain puede ser autónoma y en tiempo real, sin que se requiera consultar manualmente al emisor original o a intermediarios, lo que disminuye el costo administrativo y los tiempos de validación. Las plataformas y credenciales digitales que funcionan con blockchain pueden validar certificados en cuestión de segundos, a través de verificaciones automáticas en varias instituciones. (InfoAcredita, 2025).

Sin embargo, para que estos beneficios se hagan realidad en su totalidad en Colombia, es preciso vencer retos como el acceso desigual a internet y la brecha digital, sobre todo en las zonas rurales. A pesar de que se han hecho progresos en conectividad, la CEPAL ha registrado que todavía existen diferencias notables entre las áreas rurales y urbanas de América Latina

(CEPAL, 2023). Esto significa que, para que la verificación blockchain funcione correctamente, es necesario que las entidades aseguren un acceso fiable a internet por parte de los alumnos, los empleadores y otros participantes (Guerreiro et al., 2022; McGreal, 2023; El-Koshiry, 2023).

4.3 Contexto Institucional que han adoptado Blockchain en Colombia

Ya hay experiencias universitarias en Colombia que han trasladado la emisión y verificación de credenciales al ámbito digital utilizando tecnología blockchain. La Universidad Nacional de Colombia ha puesto en práctica el sistema eTítulo, por medio del cual los diplomas son generados electrónicamente y pueden ser comprobados en línea a través de un código QR. Asimismo, la Facultad de Ingeniería dio a conocer en su sitio web oficial que el blockchain se emplea para autenticar los diplomas. Resalto que este procedimiento asegura que, una vez emitido el documento, no pueda ser alterado, lo cual fortalece la seguridad en el proceso de titulación (Universidad Nacional de Colombia, 2023).

La Pontificia Universidad Javeriana, por su parte, ha incluido insignias y credenciales digitales fundamentadas en blockchain para validar las habilidades y los logros académicos de sus alumnos. Estas credenciales, que se añaden a los títulos convencionales, posibilitan la verificación instantánea y el traslado de datos, lo que ayuda a hacer más transparentes los procesos de reconocimiento profesional (Pontificia Universidad Javeriana, 2023).

Estas experiencias institucionales se ajustan a las normas del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), entidad que ha fomentado la implementación de blockchain en el sector público a través de su Guía de Referencia para Proyectos con Tecnología Blockchain. Esta guía informa a las instituciones sobre la manera de implementar esta tecnología en los servicios digitales seguros, trazabilidad y procesos de certificación,

promoviendo un ecosistema más fiable e interoperable para la educación superior (MinTIC, 2020).

4.4 Aplicación de blockchain en la Educación Internacional

A nivel global, la tecnología blockchain ha sido incorporada de manera gradual por centros educativos y universidades para asegurar que las credenciales académicas sean auténticas, trazables y verificables de forma segura. Mata Hernández y Avendaño Cruz (2022) afirman que el MIT, la Universidad de Nicosia y Open University del Reino Unido fueron las primeras instituciones en establecer sistemas de certificados verificables en blockchain. Utilizaron plataformas como Blockcerts y Block.co para anotar títulos sobre las cadenas de Ethereum y Bitcoin. Estas medidas evidenciaron que las credenciales digitales pueden ser únicas, no falsificables y comprobables por cualquier persona interesada, lo que contribuyó a combatir la falsificación en la educación superior.

En cuanto a eso, Rivera-Vargas y Lindín (2020) señalan que la implementación de blockchain en el ámbito educativo empezó a fortalecerse después de las experiencias del MIT Media Lab, la Open University y la Universidad de Nicosia, que establecieron un precedente en cuanto al registro descentralizado de títulos académicos. Estos casos demostraron que el hecho de que la información no cambie y de que se eliminen los intermediarios facilita el progreso hacia un sistema educativo más transparente y fiable.

El programa H2020 de la Unión Europea financió el proyecto QualiChain, que incorporó la tecnología blockchain en la administración académica de universidades en Portugal. Para garantizar la autenticidad e integridad de los diplomas a través de registros en la red Ethereum, se conectó el sistema FenixEdu con la plataforma blockchain QualiChain, según Guerreiro,

Ferreira, Fonseca y Correia (2022). Cada título se guardó como un hash criptográfico, lo que posibilitó su verificación pública sin el peligro de ser modificado.

4.5 Plataforma donde han implementado blockchain en la Educación Superior

El desarrollo de varias plataformas que permiten la emisión, administración y verificación de certificados digitales ha hecho posible el uso de la tecnología blockchain en las instituciones educativas superiores. Estas herramientas posibilitan que las entidades educativas aseguren la autenticidad y rastreabilidad de sus títulos, lo que mejora la confianza en los procesos académicos. Blockcerts, OpenCerts y eTítulo son algunas de las soluciones más sobresalientes que se están usando en la actualidad para confirmar si las credenciales académicas son verdaderas.

Blockcerts es una infraestructura abierta creada por Learning Machine y el MIT Media Lab, que se utiliza para la verificación y emisión de certificados digitales en blockchain. Según Sharma, Afzal y Dixit (2021), Blockcerts se integran en cuatro componentes: el emisor, el verificador, el certificado y la Blockcerts Wallet, lo que permite a los usuarios que reciban y administren sus credenciales. En este sistema, el emisor crea un archivo digital encriptado que incluye la información del estudiante, lo firma con su clave privada y lo documenta como una transacción en la cadena de bloques. El destinatario, en cualquier momento, puede comprobar la autenticidad del documento a través de la aplicación. Esto asegura que el certificado sea inmutable y portable, además de impedir que se falsifique. (Sharma, Afzal & Dixit, 2021, p. 20-22).

La plataforma OpenCerts, en Asia, es una de las implementaciones más exitosas del uso de blockchain en la educación superior. De acuerdo con Pandya (2022), OpenCert fue

creada en 2019 por la Agencia de Tecnología del Gobierno de Singapur (GovTech) y se fundamenta en la red pública Ethereum. Mediante este sistema de código abierto, las universidades pueden emitir y validar certificados digitales utilizando firmas digitales y hashes criptográficos. Han adoptado esta herramienta, lo cual ha evidenciado su eficacia a la hora de eliminar intermediarios, bajar los fraudes y mejorar la transparencia en el manejo de títulos académicos (Pandya, 2022).

La Universidad Nacional de Colombia ha puesto en funcionamiento la plataforma eTítulo para emitir y comprobar diplomas y actas digitales, las cuales cuentan con el respaldo de la tecnología blockchain, dentro del contexto colombiano. El eTítulo, según se explica en su portada institucional, es una reproducción digital firmada de manera electrónica y que puede validarse a través de un código QR o hash criptográfico, lo cual asegura su autenticidad e integridad. Esta medida constituye un progreso importante en la actualización de los procesos académicos y en la implementación de tecnologías nuevas en el sistema educativo colombiano (Universidad Nacional de Colombia, 2023).

Blockcerts, OpenCerts y eTítulo representan casos de éxito en diferentes contextos geográficos, lo que demuestra que la incorporación de blockchain en la educación superior no es una proyección a futuro, sino una realidad establecida.

4.6 Objetivo General

Proponer un modelo de certificación académica basado en blockchain para reducir la falsificación de diplomas y fortalecer la confianza en la educación superior colombiana.

4.7 Objetivo Específicos

Diagnosticar el estado actual de los procesos de emisión y validación de títulos académicos en Colombia, identificando las debilidades de los mecanismos tradicionales frente a los desafíos de autenticidad y verificación digital.

Analizar las experiencias nacionales e internacionales de implementación de blockchain en la educación superior, particularmente en países latinoamericanos como México, Chile, Uruguay, Argentina y Brasil, para reconocer buenas prácticas y aprendizajes aplicables al contexto colombiano.

Comparar los modelos tradicionales de certificación académica con los modelos basados en blockchain, destacando los beneficios, limitaciones y oportunidades de mejora en términos de seguridad, eficiencia y confiabilidad institucional.

Diseñar un modelo piloto de autenticación y verificación de diplomas mediante tecnología blockchain, adaptado al marco normativo colombiano y sustentado en criterios de interoperabilidad, gobernanza digital y protección de datos personales.

5. Desarrollo e implementación del aprendizaje

5.1 Diagnostico del estado actual de la verificación de diplomas en Colombia

En Colombia, según Monrroy (2022) la emisión y validación de diplomas académicos, en gran medida continúan siendo tradicionales y centralizados, las universidades los imprimen en

papel de seguridad, con firmas manuscritas o digitales, los cuales se entregan a los graduados. Cuando se refiere a estudios en el exterior comúnmente se realiza la legalización o apostilla del diploma, y el Ministerio de Educación Nacional y el de Relaciones Exteriores certifican a través de la Cancillería la autenticidad del título y la firma de la autoridad educativa. Este proceso garantiza la validez jurídica del documento en el ámbito nacional e internacional, lo cual acarrea demoras y costos asociados al graduado (Rivera-Vargas & Lindín, 2020; McGreal, 2023).

Según Albarragán (2024), los reconocimientos de títulos extranjeros llamadas convalidaciones tardan varios meses debido a la revisión documental exhaustiva que realiza el Ministerio de Educación. Incluso para los títulos emitidos dentro de Colombia generalmente la verificación se hace de forma manual, donde un empleador que recibe el diploma de un candidato debe contactar a la universidad emisora del título, con carta, correo y solicitar información sobre su autenticidad y las calificaciones; hay una oficina de registro y control que se encarga de este tema, debido a la carencia de un sistema unificado: donde cada solicitud es atendida caso por caso, a veces requiriendo que el egresado autorice la verificación o proporcione códigos de validación incluidos en el diploma.

Existen centros educativos (Universidad de Antioquia, Universidad del Rosario, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)), que han implementado códigos QR o consultas web para verificar diplomas lo que agiliza un poco más el proceso en algunas universidades y no siempre están disponibles a largo plazo, particularmente cuando el diploma es antiguo o dado el caso la universidad haya cambiado su plataforma educativa.

La falta de registro nacional interconectado de títulos hace imposible confirmar la autenticidad de los diplomas, aunque el Ministerio de Educación lleva registros de graduados

mediante el sistema nacional de información superior, SNIES y los reportes que las universidades deben hacer; estos no son de libre consulta para cualquier empleador o universidad foránea.

Un diploma falsificado podría circular sin ser detectado fácilmente, a menos que el empleador lo verifique directamente con la universidad que lo emite. Situación esta, que ha motivado a las autoridades a pronunciarse; donde antes como la Secretaría de Educación de Bogotá, la Procuraduría General, se ha propuesto denunciar diplomas falsos mediante la revisión rigurosa de credenciales, poniendo de manifiesto que se necesita un fortalecimiento de los mecanismos de control.

5.2 Experiencias en Colombia de diplomas digitales y blockchain

Teniendo en cuenta la realidad descrita anteriormente, cabe destacar que en los últimos años se han gestado iniciativas pioneras en Colombia que les permita actualizarse en la digitalización de diplomas y adquisición de metodologías como blockchain en proyectos pilotos.

La Universidad Nacional de Colombia, fue la primera en América Latina en implementar blockchain para registrar sus diplomas y certificaciones, con la adopción en 2019 de la plataforma denominada “*eTítulo*”. El sistema “*eTítulo*” genera versiones electrónicas de los diplomas con plena validez legal (firmadas digitalmente) y, adicionalmente, registra una huella del título en una blockchain para garantizar su inmutabilidad. Esto permite que cualquier receptor del título pueda escanear un código QR impreso en el diploma digital o ingresar un identificador en el portal de verificación de UNAL para comprobar instantáneamente la autenticidad del documento. Una vez emitido el título electrónico respaldado por blockchain,

ninguna alteración es posible sin romper la firma digital o desalinearse del registro en la cadena de bloques, lo cual fortalece la seguridad en el proceso de titulación. Este avance situó a la Universidad Nacional como referente, y tras ella otras instituciones colombianas se han sumado a la tendencia.

La Pontificia Universidad Javeriana anunció en 2023 la emisión de insignias y credenciales digitales basadas en blockchain para validar las habilidades y logros académicos de sus estudiantes. Estas credenciales, complementarias a los títulos tradicionales, se almacenan en plataformas digitales seguras y permiten verificación inmediata por terceros. La Javeriana ha integrado estas insignias como parte de su estrategia de transformación digital, reconociendo que los graduados pueden así demostrar de forma confiable sus competencias específicas ante empleadores, incluso antes de obtener un título formal.

Otras universidades colombianas, como la Fundación Universitaria Sanitas, la Universidad Konrad Lorenz y la Universidad Autónoma de Occidente, también han empezado a utilizar soluciones de diploma digital con elementos de seguridad blockchain mediante proveedores tecnológicos especializados. En el sector de la educación media, algunos colegios de alto perfil (Colegio Anglo Colombiano, Colegio Santa María) han adoptado plataformas similares para las certificaciones de sus estudiantes. Esto demuestra que la confianza en la tecnología va en aumento, impulsada por la promesa de reducir fraudes y simplificar trámites.

Un factor que ha catalizado estos desarrollos es el apoyo y directrices desde entidades gubernamentales TIC. El Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones

(MinTIC) de Colombia publicó una Guía de Referencia para proyectos con tecnología Blockchain (versión 2020 y actualizada en 2022) en la cual promueve la exploración de blockchain en servicios digitales públicos, incluyendo sectores como educación. MinTIC, en asocio con el Banco Interamericano de Desarrollo y la Procuraduría, lideró en 2019-2020 un proyecto llamado “Proyecto Transparencia” que desarrolló una prueba de concepto de software blockchain para procesos gubernamentales vulnerables a corrupción, precisamente probando en el ámbito de la contratación del programa de alimentación escolar (PAE). Si bien ese piloto fue en contratación, puso de relieve cómo blockchain podría aplicarse para certificar procesos y documentos oficiales. En el caso educativo, la guía de MinTIC brinda lineamientos generales de cómo implementar blockchain de forma segura y eficiente, lo que ha servido de orientación para universidades que decidieron aventurarse con esta tecnología.

Otra iniciativa relevante es el esfuerzo de la Red Blockchain Colombia, conformada por grupos de investigación como “*InTIColombia*” de la Universidad Nacional (que participó en el prototipo de tierras y en el de contratación mencionados) y la comunidad de entusiastas de blockchain. Estos actores han difundido conocimiento y ofrecido soporte técnico para proyectos en diversas entidades. En particular, el grupo InTIColombia ha presentado prototipos de soluciones blockchain para educación, incluyendo sistemas de certificación académica con reconocimiento facial y blockchain para prevenir suplantación de identidades estudiantiles. Aunque muchas de estas propuestas han quedado a nivel piloto, demuestran una conciencia creciente en Colombia sobre las posibilidades de blockchain para optimizar procesos como el registro de diplomas.

Cabe mencionar que, a pesar de las experiencias positivas, la adopción generalizada en Colombia aún enfrenta desafíos. Uno es la falta de un marco normativo específico: hasta la fecha, el Ministerio de Educación Nacional no ha emitido una regulación puntual sobre diplomas digitales o blockchain en educación. Las universidades que los usan lo hacen respaldadas en las normas de firma digital y documentos electrónicos, y en su autonomía universitaria, pero no existe una obligación ni estándar nacional unificado. Otro desafío es la brecha digital: para que un sistema de diplomas en blockchain sea exitoso, todas las partes interesadas (universidades, estudiantes, empleadores, convalidadores internacionales) deben tener acceso fiable a Internet y cierto conocimiento para realizar las verificaciones. Colombia aún tiene diferencias de conectividad significativas entre regiones urbanas y rurales, lo que podría limitar el alcance inicial de la solución. Según la CEPAL (2023), aunque la penetración de Internet ha mejorado, persisten brechas digitales que hay que considerar en cualquier estrategia de digitalización educativa.

5.3 Experiencias con Blockchain en países latinoamericanos (México, Chile, Uruguay, Argentina, Brasil) frente a Colombia

Para enriquecer el análisis y fundamentar la propuesta colombiana, es útil examinar cómo otros países de Latinoamérica están implementando blockchain en las credenciales educativas. A continuación, se presenta una comparación de casos destacados en la región, enfocándose en México, Chile, Uruguay, Argentina y Brasil, que han sido pioneros en distintos grados en la materia. Estas experiencias ofrecen lecciones sobre beneficios logrados, obstáculos enfrentados y estrategias empleadas para la adopción de diplomas digitales seguros.

México. En México, la adopción de blockchain en educación ha sido impulsada tanto por instituciones privadas como públicas. Un caso emblemático es el del *Tecnológico de Monterrey*, una de las universidades privadas más prestigiosas del país, que comenzó a emitir diplomas en formato blockchain alrededor de 2019-2020. A través de su iniciativa “**Diplomas en Blockchain**”, Tec de Monterrey utiliza la plataforma abierta *Blockcerts* (desarrollada por MIT y Learning Machine) para registrar títulos electrónicos. Cuando un estudiante se gradúa, la universidad entrega un diploma digital cuyo hash es registrado en una blockchain pública; el egresado puede descargar su credencial en una wallet (aplicación) de Blockcerts. Esto le permite compartir fácilmente su diploma con empleadores y terceros mediante un enlace o código, y cualquiera puede verificar su autenticidad en tiempo real sin acudir a la universidad emisora.

Las ventajas destacadas incluyen que el diploma no es falsificable, confirma el nivel académico obtenido y es verificable electrónicamente por cualquier organismo. De hecho, el Tec promociona que sus graduados “se convierten en dueños de sus registros académicos oficiales” al tener su diploma en blockchain, el cual pueden incorporar en currículums, solicitudes de empleo o perfiles profesionales en línea. Esta experiencia mexicana muestra un caso de éxito en la modernización de las credenciales, con una universidad grande logrando escalar la emisión de diplomas blockchain para miles de estudiantes.

Adicionalmente, en México ha surgido un ecosistema de soluciones locales. Por ejemplo, la plataforma POK (Proof of Knowledge), un startup EdTech, ha colaborado con universidades para emitir microcredenciales y diplomas basados en blockchain y NFT. Un caso reciente es el de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), la cual se convirtió en 2024 en la primera universidad pública de México en implementar una estrategia integral de microcredenciales digitales verificables con blockchain. En alianza con POK, la UABC diseña

insignias digitales para cursos cortos, programas de actualización y competencias específicas, emitiéndolas como tokens únicos en una cadena de bloques.

Hasta mediados de 2025, UABC había emitido más de 1,200 microcredenciales NFT a sus estudiantes, con una meta de alcanzar 15,000 credenciales en breve. Los resultados reportados incluyen un aumento en la empleabilidad de los egresados (los empleadores pueden validar rápidamente las competencias mediante blockchain) y una optimización de procesos administrativos (reducción de tiempos y costos en la emisión de constancias).

México, por tanto, ofrece dos perspectivas: la de instituciones que adoptan estándares globales como Blockcerts (caso Tec de Monterrey) y la de soluciones desarrolladas regionalmente (caso POK-UABC), ambas convergiendo en el uso de blockchain para garantizar autenticidad de credenciales.

Chile. Chile ha avanzado de forma más puntual. Una experiencia notable es la de la Universidad Bernardo O'Higgins, que figura como la primera institución chilena en usar blockchain para diplomas. Esta universidad implementó la plataforma eTítulo (la misma adoptada por la UNAL de Colombia, provista por la empresa Signe/Thomas Signe) para emitir títulos electrónicos con respaldo blockchain. Así, la U. Bernardo O'Higgins emite los diplomas de sus egresados de manera digital, firmados electrónicamente y registrados en blockchain, permitiendo su verificación pública inmediata. Dado que Chile tiene un sistema de apostilla y reconocimiento de documentos similar al colombiano, el uso de blockchain representa una innovación importante para agilizar trámites. Por el lado gubernamental, Chile ha explorado la idea de apostillas electrónicas (certificación digital de documentos públicos) que podrían beneficiarse de blockchain, aunque hasta donde se sabe no se ha implementado aún a nivel nacional para diplomas. Sin embargo, la existencia de una universidad chilena operando con

diplomas blockchain sienta un precedente y podría motivar a otras a seguir. Además, empresas tecnológicas en Chile (y la región) como Thomas Signe y Acreditta han promocionado activamente soluciones de credenciales digitales, indicando que hay un mercado y un interés creciente en la materia.

Uruguay. Uruguay se destaca por haber abordado tempranamente el uso de blockchain en la gestión educativa a través de proyectos piloto con apoyo internacional. Entre 2018 y 2019, con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Uruguay desarrolló un proyecto para unificar los certificados de estudios de educación técnica en blockchain, específicamente en el Consejo de Educación Técnico-Profesional (CETP-UTU, una institución de educación técnica). El objetivo era transformar el proceso de emisión y registro de títulos usando blockchain para mejorar la trazabilidad y acceso a las certificaciones a lo largo de la vida educativa y profesional. Este proyecto piloto, denominado “Innovación en la Gestión Educativa: Gestión de Títulos y Certificaciones a través de Blockchain”, tuvo un costo total de USD 300,000 y se cerró con la creación de un software de prueba de concepto en 2019.

Según reportes de la Agencia de Gobierno Electrónico (Agesic) de Uruguay, la motivación era que muchos estudiantes realizan trayectos educativos incompletos o dispersos (cursos, semestres en distintas instituciones) y se quería una forma de reunir esas micro certificaciones y acreditaciones parciales en un registro unificado. Blockchain parecía ideal para esto, al asegurar la inmutabilidad de los registros de cada logro educativo. El piloto culminó en 2019 con un prototipo funcional, y en 2020 fue presentado a autoridades gubernamentales, que mostraron interés, aunque decidieron postergar su implementación debido a la pandemia de COVID-19. Hasta la fecha, Uruguay no ha desplegado a nivel nacional una red de diplomas blockchain, pero el aprendizaje técnico quedó y se ha proyectado su uso regionalmente. De

hecho, Uruguay ha sido parte de la iniciativa LACChain (una red blockchain latinoamericana promovida por BID Lab), y se espera que retome estas ideas en el futuro. En resumen, Uruguay aporta el ejemplo de un enfoque desde el sector público central: una visión de “blockchain educativo” para un sistema completo, más que esfuerzos individuales de universidades.

Argentina. Argentina ha mostrado un panorama dual: por un lado, un fuerte movimiento desde la comunidad tecnológica y el gobierno para usar blockchain en registros públicos (incluyendo educación), y por otro, aportes académicos que estudian su viabilidad. Un hito importante fue la creación de la Blockchain Federal Argentina (BFA), una red nacional lanzada en 2018-2019 con apoyo de la Secretaría de Modernización. La BFA se concibió como una infraestructura blockchain interoperable para múltiples casos de uso gubernamentales, entre ellos el registro de títulos académicos.

En el portal oficial de BFA se describe cómo el proceso tradicional de certificación de títulos en Argentina adolece de falta de integridad en los datos, trámites engorrosos de legalización y facilidad de falsificación de diplomas en papelbfa.arbfa.ar. Como respuesta, BFA propone utilizar sellos de tiempo (timestamping) en blockchain para garantizar que los documentos académicos no puedan ser alterados sin detecciónbfa.ar.

Además, se plantea crear un Portadocumentos digital donde los graduados gestionen sus títulos y otorguen/quiten permisos de acceso, todo con respaldo de la cadenabfa.arbfa.ar. Este modelo visionario implicaría una colaboración entre alumnos, universidades y el Ministerio de Educación, donde cada uno participa en la emisión y certificación del título: la universidad valida y emite, el Ministerio certifica (similar a una apostilla) y la blockchain asegura la integridadbfa.ar.

En términos prácticos, hacia 2022 Argentina implementó una iniciativa concreta a través del Ministerio de Educación: el desarrollo de un Registro Público de Graduados Universitarios donde se publican los datos de egresados certificados por el Ministerio, usando blockchain para autenticar la veracidad de esa información. Es decir, Argentina ha volcado el enfoque hacia una base de datos oficial de graduados que cualquiera pueda consultar, cuyo contenido está sellado en blockchain para garantizar que no haya manipulaciones. Asimismo, en 2022 se conoció que la provincia de Córdoba estaba trabajando en un proyecto de Diploma Digital para la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), con miras a emitir diplomas electrónicos con respaldo blockchain (documentación interna de UNC, Proyecto Diploma Digital, 2022).

Otra arista es la académica: universidades como la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) han investigado la aplicación de blockchain en sus procesos. El trabajo de Lannantuoni & Gindre (2024) es un claro ejemplo, explorando la viabilidad de incorporar blockchain en la generación de diplomas universitarios, concluyendo que técnicamente es posible y deseable, pero recomendando ajustes normativos para su plena implementación. Argentina también ha sido de los países con mayor penetración general de blockchain y cripto en Latinoamérica según IDC, lo cual crea un entorno más familiar para probar estas soluciones en distintos dominios.

Brasil. Brasil quizás representa el caso más robusto y a gran escala en la región en cuanto a diplomas digitales con blockchain. El Ministerio de Educación de Brasil (MEC) emitió en marzo de 2019 una orden (Portaría N° 554/2019) que obligó a todas las universidades federales a implementar el Diploma Digital antes de finales de 2021. Esta política pública nació tanto para modernizar los procesos como para combatir la falsificación de títulos en un país muy extenso en el que verificar un diploma podía ser extremadamente lento cuando la universidad estaba lejos del lugar de uso. Para dar cumplimiento a esta norma, el MEC, en conjunto con la Red Nacional

de Enseñanza y Pesquisa (RNP), desarrolló un servicio nacional de Diploma Digital que utiliza tecnologías de firma digital y blockchain.

Desde 2020, la RNP puso en marcha la infraestructura y para 2021 ya muchas instituciones federales la adoptaron. Según un comunicado de RNP en abril de 2025, más de 110 instituciones de enseñanza en Brasil habían adoptado el servicio de Diploma Digital, alcanzando la marca de 300 mil diplomas emitidos en formato digital. Cada diploma digital brasileño se integra con los sistemas académicos; al generarse, recibe firmas digitales certificadas (de la universidad y autoridades correspondientes) y un sello de tiempo (timestamp). Luego, los datos esenciales del diploma (su hash, metadatos) se almacenan en una blockchain, lo que permite que cualquier interesado confirme la validez del diploma mediante la consulta en línea.

La red blockchain utilizada inicialmente fue una privada operada por RNP, y posteriormente (en 2022) RNP se integró a la Rede Blockchain Brasil (RBB), una iniciativa nacional encabezada por el Banco Nacional de Desarrollo (BNDES) y el Tribunal de Cuentas (TCU) para crear una blockchain pública federal. El objetivo es que el Diploma Digital brasileño termine utilizando la RBB como capa de confianza, bajo un esquema de proof-of-authority con nodos validados por instituciones públicas.

Los resultados en Brasil han sido muy positivos: universidades reportan reducciones drásticas en costos y tiempos. Por ejemplo, el Instituto Federal Goiano logró eliminar burocracia y reducir en un 90% el tiempo de entrega de diplomas a los alumnos tras la adopción del Diploma Digital. La Universidad Federal de Rio Grande do Norte emitió 11 mil diplomas digitales en un año, destacando beneficios en seguridad, agilidad y menor impacto ambiental por la eliminación del papel. Visto el éxito, el MEC de Brasil expandió el alcance: una nueva norma en 2025 determinó que el Diploma Digital sería también obligatorio para documentos de

posgrado (maestrías, doctorados) y certificados de residencias médicas a partir de 2026. En otras palabras, Brasil institucionalizó la práctica a nivel nacional: todos los graduados recientes de universidades federales obtienen ya un diploma digital verificable en blockchain, y la tendencia se extiende a otras instituciones (muchas universidades estatales y privadas han decidido sumarse voluntariamente). A continuación, en la Tabla 1, se presenta una síntesis de los alcances y estado actual de blockchain en los países latinoamericanos recorridos anteriormente:

Tabla 1. Cuadro comparativo de los países latinoamericanos estudiados

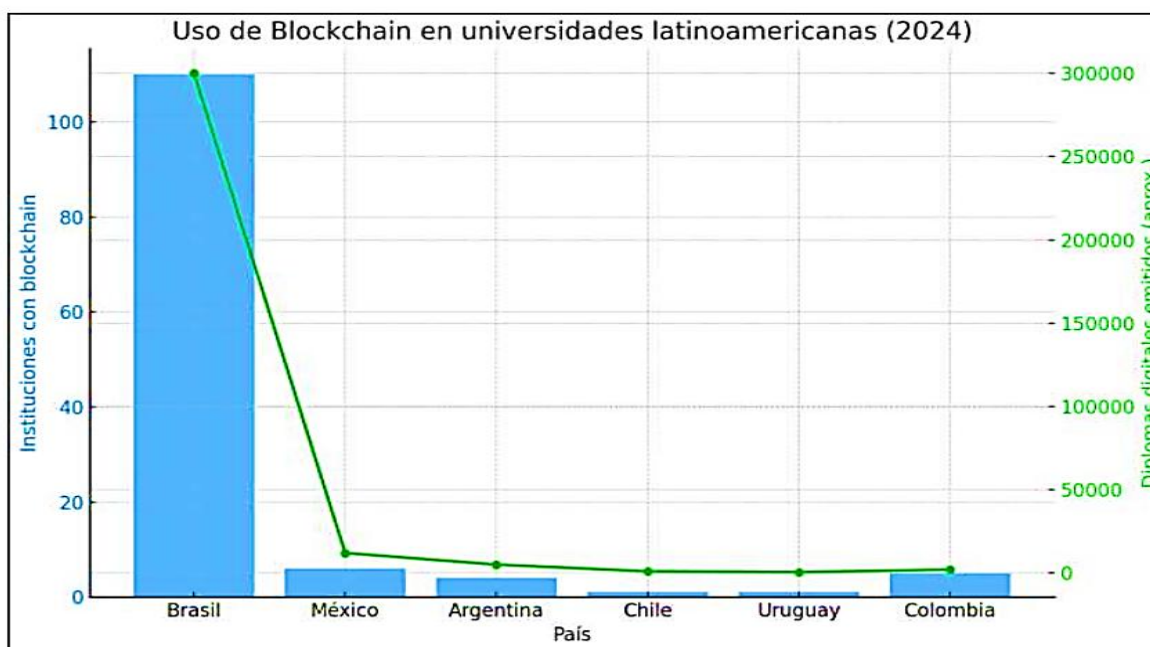
País	Iniciativa blockchain en credenciales académicas	Alcance y estado actual (2025)
México	Tec de Monterrey (privada) – Diplomas blockchain con Blockcerts (desde 2019 aprox). UABC (pública) – Microcredenciales NFT con POK (acuerdo 2024).	Varios miles de diplomas e insignias emitidos en blockchain. Adoptado por algunas de las principales univ. privadas; piloto exitoso en una pública (UABC) y creciente interés nacional.
Chile	Univ. Bernardo O’Higgins – Diplomas electrónicos con eTítulo (blockchain) desde 2021.	Caso pionero único en educación superior. Otras univ. evalúan. Gobierno explora apostillas digitales, pero sin despliegue nacional aún.
Uruguay	Proyecto BID (2018-19) – Prototipo para CETP-UTU (educación técnica) en blockchain.	Piloto completado, no implementado a gran escala por ahora. Continúa interés a nivel gubernamental (Agesic, LACChain) para posibles proyectos futuros.
Argentina	Blockchain Federal Argentina – Modelo de registro nacional de títulos (desde 2019). Ministerio Educación – Registro de Graduados con blockchain (2022). Estudios UNLP (2024) sobre diplomas blockchain.	Red BFA operativa con casos en diversos sectores (notariado, registros). En educación, registro de graduados en marcha; algunas universidades comenzando a emitir diplomas digitales. Se espera mayor adopción coordinada en próximos años.
Brasil	MEC + RNP – <i>Diploma Digital</i> obligatorio en todas universidades federales (Port. 2019). Uso de blockchain nacional (RBB).	Nacional (federal) y masivo: 110+ instituciones, >300k diplomas emitidos en blockchain. Expandiéndose a posgrados. Brasil es referente regional en diplomas verificables, con marco legal y técnico establecido.

Fuente. Elaboración propia

Nota. Comparación de la implementación de blockchain en diplomas/credenciales académicas en países latinoamericanos destacados (fuente: elaboración propia con datos de informes 2019–2025).

Seguidamente se muestra en la Figura 1, el puesto que ocupa cada país latinoamericano en la apropiación de tecnología Blockchain para el año 2024:

Figura 2. Uso de Blockchain en universidades latinoamericanas (2024).



Fuente. Elaboración propia

Nota. **Brasil** lidera ampliamente con más de 110 universidades y cerca de 300 000 diplomas digitales, seguido por **México, Argentina y Colombia**, mientras que **Chile y Uruguay** mantienen pilotos iniciales.

5.4 Beneficios esperados de diplomas verificables con blockchain frente a los modelos tradicionales

El análisis realizado en el plano internacional y toda la literatura que existe, permiten reconocer los beneficios del blockchain en la educación superior en Colombia entre los que se destacan:

Prevención de la falsificación y aumento de la seguridad. Este es el beneficio central. Autores como Un diploma registrado en blockchain no puede ser alterado ni replicado fraudulentamente sin que ello sea evidente. Cada título tendría su huella digital en la cadena, de modo que un diploma falso (al no estar registrado) o modificado (cuyo hash no coincida) sería inmediatamente detectado durante la verificación. Esto crea un efecto disuasorio fuerte contra la falsificación: sabiéndose que las universidades usan un sistema infalsificable, los potenciales falsificadores perderán incentivo. Además, la inmutabilidad de la cadena protege contra intentos internos de fraude (por ejemplo, emitir un diploma a alguien que no estudió allí); cualquier transacción queda visible y auditada (Mata Hernández & Avendaño Cruz, 2022; Iannantuoni & Gindre, 2024). La transparencia inherente permitiría incluso a la sociedad (empleadores, entes de control) auditar que las titulaciones registradas correspondan a graduados reales, reduciendo riesgos de corrupción académica.

Verificación instantánea a nivel nacional e internacional. Con blockchain, verificar un diploma sería tan sencillo como escanear un código QR o ingresar un identificador en un portal web, obteniendo respuesta inmediata sobre su autenticidad. Esto contrasta con los días o semanas que pueden tardar los procesos actuales (solicitudes manuales a universidades, espera de respuestas, apostillas). En la Figura 1 se ilustra la drástica diferencia de tiempo: una verificación

tradicional puede tardar del orden de días (incluso más de 30 días para convalidaciones internacionales) mientras que la verificación mediante blockchain ocurre en segundos (Mata Hernández & Avendaño Cruz, 2022; Iannantuoni & Gindre, 2024).

Eficiencia administrativa y reducción de costos. Automatizar la verificación supone menos carga de trabajo para las oficinas de registro de las universidades, que hoy dedican personal y tiempo a responder cartas de verificación de terceros. Igualmente, se ahorran costos en papel, impresión de diplomas físicos, mensajería (envío de diplomas a sedes), almacenamiento de archivos, etc. Brasil observó ahorros significativos: menos gastos en papel y logística, y procesos más ágiles y económicos. En Colombia, donde muchas instituciones públicas tienen limitado presupuesto, la adopción de diplomas digitales se alinearía con políticas de eficiencia y cero papeles. Desde la perspectiva del egresado, habría también ahorro: no necesitaría tramitar copias auténticas o notariales de su diploma (podría compartir su versión digital verificable libremente), ni pagar apostillas en caso de uso internacional, ya que el *hash* en blockchain sería una suerte de “apostilla electrónica” aceptable mundialmente.

Portabilidad y propiedad de la credencial: Con un sistema blockchain, el graduado se convierte en el portador activo de su diploma digital, lo cual empodera al individuo. Almacenar los títulos en wallets digitales personales (como en el caso de Blockcerts y Tec de Monterrey) significa que los egresados siempre tienen acceso a sus credenciales, sin riesgo de extravío físico. Pueden integrarlas a sus perfiles profesionales en LinkedIn, adjuntarlas a aplicaciones en línea, etc., con la garantía de que cualquier receptor puede validarlas. Se elimina la dependencia de solicitar “certificados de grado” adicionales a la universidad para distintos trámites. Esto responde a una tendencia global hacia **identidades educativas auto-soberanas**, donde el

individuo reúne sus logros en un portafolio digital verificable (alineado con iniciativas como Europass Digital Credentials en la UE, o la mencionada identidad auto-soberana en proyectos del BIDbfa.ar). Para los ciudadanos, esto es un salto cualitativo en comodidad y control sobre sus datos educativos.

Interoperabilidad e integración con otros sistemas. Un beneficio técnico es que las soluciones basadas en estándares abiertos (ej: Open Badges 3.0, Blockcerts) permiten que los diplomas blockchain se integren con plataformas de gestión de aprendizaje (LMS), bolsas de empleo, redes profesionales y sistemas gubernamentales. Por ejemplo, en México POK integró credenciales con sistemas de RR.HH. y los tableros de analítica de las universidades. En Argentina, el concepto de porta documentos ciudadano en Buenos Aires almacena no solo títulos educativos sino también otros documentos personales con integridad blockchainbfa.ar. Esto sugiere que una vez establecida la infraestructura para diplomas, se podría extender a certificados de cursos, licencias profesionales, antecedentes judiciales, etc., generando un ecosistema de confianza digital más amplio.

Fortalecimiento de la confianza y la reputación institucional. Cuando una universidad adopta diplomas verificables, envía un mensaje de compromiso con la calidad y transparencia. Esto puede mejorar su reputación ante la sociedad y los empleadores. Instituciones pioneras, como UNAL en Colombia o UABC en México, han sido reconocidas por su liderazgo innovador. Para el sistema de educación superior en su conjunto, una red nacional de diplomas en blockchain elevaría la credibilidad de los títulos colombianos a nivel internacional, dado que cualquier irregularidad sería fácilmente detectable. Esto es particularmente valioso para universidades emergentes o más pequeñas, que a veces enfrentan recelo por parte de

empleadores; al participar en un sistema común validado, sus títulos tendrían la misma garantía que los de instituciones reconocidas (Rodríguez dos Santos Ramos & Queiroz, 2022; Iannantuoni & Gindre, 2024).

Transparencia y datos para la formulación de políticas. Un aspecto menos evidente pero importante es que, al tener un registro unificado de diplomas emitidos (aunque sea en forma de hashes), las autoridades educativas podrían contar con datos en tiempo real sobre la cantidad de graduados por institución, programa, región, etc. Obviamente, habría que respetar la privacidad, pero en principio los metadatos de graduación podrían aprovecharse para estadísticas e inteligencia educativa (similar a como Brasil usó su sistema para obtener cifras y detectar cuellos de botella). Además, la transparencia pública de un registro blockchain permitiría, por ejemplo, que comunidades de periodistas o sociedad civil auditen tendencias (como si se detectase la emisión inusual de muchos títulos en cierto periodo, que podría indicar un problema a investigar). En suma, aportaría a una cultura de datos abiertos y transparencia también en educación.

A continuación, en la **Tabla 2**, se describen y se comparan el modelo tradicional de validación de diplomas con la metodología blockchain:

Tabla 2. Comparación entre el proceso tradicional y el basado en blockchain

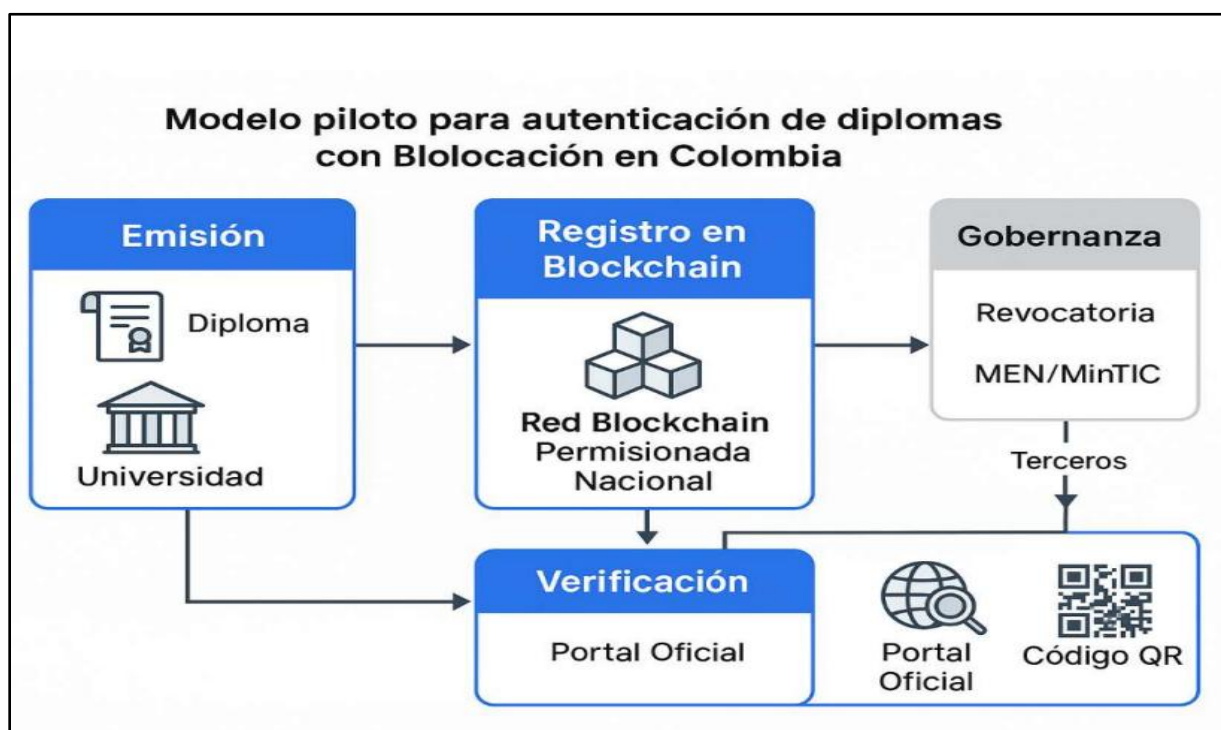
Aspecto	Proceso tradicional de diplomas	Diplomas con blockchain
Autenticidad / Seguridad	Basada en confiabilidad de sellos y firmas físicas/digitales. Susceptible a falsificación experta (se han visto diplomas alterados o firmas alteradas). Escaneadas).	Basada en criptografía sólida (hash, firma digital) y consenso descentralizado. Virtualmente infalsificable: cualquier alteración se detecta por discordancia de hash.
Trazabilidad	Limitada. Un diploma en papel puede circular sin registro de quién lo verifica o usa. La universidad no sabe si fue presentado a X empleador, etc.	Alta. Cada verificación puede registrarse (si se diseña así). Existe un rastro histórico: cuándo se emitió, si fue revocado (p.ej. en caso de error) y siempre se puede verificar la fuente.
Tiempo de verificación	Lento: puede requerir días o semanas (comunicaciones entre entidades, espera de respuesta humana). Ejemplo: convalidar título extranjero > 1 mes.	Inmediato: verificación en segundos o minutos, 24/7, automatizada. No depende de horarios ni de colas de trámite.
Costo	Alto para instituciones (personal verificando, papelería, archivo) y para egresados (pago de copias, apostillas, traslados).	Bajo: inversión en sistema inicial, pero luego verificación automatizada a coste marginal. Ahorro en papel, logística y tiempo de funcionarios.
Accesibilidad	Requiere procesos presenciales o físicos para copias auténticas, envíos de documentos. Verificaciones internacionales son engorrosas.	Global y digital: con internet se puede verificar desde cualquier lugar. El egresado lleva su credencial en el celular o email, lista para compartir.
Privacidad de datos	El diploma físico lleva datos personales visibles (nombre completo, ID, etc.). En verificaciones manuales se intercambian datos por correo o carta, con riesgo de filtración.	El blockchain almacena solo un hash (no revelador de información personal). Los datos personales viajan solo en el diploma digital controlado por el egresado. Menor exposición de información sensible.
Confianza y reputación	Mecanismo tradicional puede generar dudas si la institución es poco conocida o si el documento presenta anomalías (difícil de comprobar sin mucho trámite).	Mecanismo aporta confianza intrínseca: “lo dice la blockchain” apoyada por red de instituciones. Estandariza la verificación para todas las universidades participantes, nivelando la confianza.

Fuente. Elaboración propia

Nota. Estos beneficios descritos respaldan firmemente la justificación para que Colombia avance hacia un modelo de diplomas verificables con blockchain

5.5 Modelo piloto propuesto para la autenticación de diplomas con blockchain en Colombia

Figura 3. Diagrama de Flujo Propuesta Piloto-Blockchain - Universidades Colombianas.



Fuente. Elaboración propia

El diagrama que se observa en la Figura 3, muestra el funcionamiento del modelo piloto propuesto para la autenticación de diplomas con tecnología blockchain en Colombia. El proceso inicia en la universidad, donde se emite el diploma digital y se genera su hash criptográfico; este se registra en una red blockchain permisionada nacional operada por universidades, el Ministerio de Educación (MEN) y el MinTIC, garantizando la inmutabilidad y autenticidad del documento.

La gobernanza del sistema está a cargo de estas entidades, que supervisan los nodos y gestionan revocatorias cuando es necesario. Finalmente, cualquier persona o institución puede verificar la validez del diploma de forma inmediata mediante el portal oficial o el código QR incluido en el documento, asegurando un proceso ágil, transparente y confiable.

Tabla 3. Propuesta Modelo piloto para autenticación de diplomas en Colombia con blockchain

Componente	Descripción detallada
Arquitectura tecnológica	Díaz Ochoa et al., (2024), se propone una red blockchain permisionada nacional, con participación de universidades y entidades gubernamentales (MEN y MinTIC). Puede basarse en LACChain, Hyperledger Besu o Quorum, garantizando interoperabilidad con Ethereum y un consenso proof-of-authority (PoA). Cada universidad operaría un nodo validador; los ministerios, nodos de respaldo y monitoreo. Se asegura así una descentralización federada entre actores confiables.
Gestión de registros (smart contracts)	Los diplomas se registran mediante contratos inteligentes que almacenan: ID único, hash del documento, identificador de la universidad, fecha de emisión y estado (vigente o revocado). Se sugiere un modelo inspirado en el estándar ERC-721 (NFT), donde cada diploma es un token único o, en la fase piloto, un registro hash asociado a un ID institucional (Arias Chávez et al., 2023).
Emisión (front-end universitario)	Los Sistemas de Información Estudiantil, de las universidades se integran con la red blockchain. Al emitir el diploma digital (PDF con firma electrónica institucional), se genera el hash SHA-256 del archivo y se registra en la blockchain mediante una API o módulo conectado al nodo institucional. El diploma incluye un código QR que enlaza al ID de registro o al portal nacional de verificación (González, J. S, 2024).
Verificación (front-end para terceros)	Se implementa un Portal Nacional de Verificación de Credenciales Académicas, administrado por MEN/MinTIC. Permite buscar por ID o escanear un QR para verificar la validez del diploma sin mostrar datos personales. También se puede subir el archivo PDF para verificar su hash. Alternativamente, el graduado podría usar una wallet digital para almacenar y compartir su credencial, aunque el portal web sería el medio inicial de verificación (Castro, R. Q., & Au-Yong-Oliveira, 2021).
Gestión de estados y revocatorias	El sistema permite revocar o invalidar diplomas en casos excepcionales (errores o sanciones). Los contratos inteligentes incluyen una función

Componente	Descripción detallada
Gobernanza operativa	<p><i>revoke</i>, ejecutable solo por la universidad emisora o MEN. Toda revocatoria queda registrada de forma transparente e inmutable, indicando quién y cuándo realizó la acción (Herazo Narváez et al., 2023).</p> <p>Se crea un Comité Nacional de Credenciales Académicas Verificables, integrado por MEN, MinTIC, universidades públicas y privadas, y asociaciones (como ASCUN). Este comité define políticas, protocolos de incorporación de nuevas instituciones, mantenimiento de la red, actualizaciones de software y manejo de incidencias. Las correcciones de errores se harían mediante nuevas transacciones, preservando trazabilidad (Ramos, C. R. S., & Queiroz, M., 2022).</p>
Escalamiento progresivo	<p>El piloto inicia con un grupo reducido de universidades (p. ej., Universidad Nacional, Antioquia, Andes, Javeriana y otras regionales) durante un ciclo académico (segundo semestre 2025). Se recopilan indicadores de desempeño, retroalimentación y niveles de adopción. Posteriormente (2026–2027), se amplía a todas las IES y al SENA, abarcando educación técnica, tecnológica y profesional (Beoku-Betts, J., & Kaye, L., 2022; Schmidt, W. C., & González-Briones, A., 2020).</p>
Integración con convalidaciones	<p>El MEN podría emitir credenciales blockchain de convalidación para títulos extranjeros, reemplazando las resoluciones físicas por certificados digitales enlazados al título original. Así, las convalidaciones quedarían verificables en la blockchain nacional (Monroy Ortega, E. 2022).</p>
Seguridad adicional	<p>Además del registro blockchain, los diplomas incluirán firma digital institucional. La verificación combina autenticidad documental (firma) con trazabilidad (hash en blockchain). En etapas posteriores, podrían incorporarse árboles de Merkle para optimizar almacenamiento masivo (Saramago et al., 2021)</p>
Ejemplo ilustrativo	<p>Caso: Juan Pérez se gradúa en 2026. La universidad emite su diploma, genera hash = H123 y lo registra con ID TX456. El diploma contiene un QR con ese ID. Un empleador escanea el QR o sube el PDF, el sistema verifica el hash y confirma autenticidad. Si el diploma fuera falsificado o alterado, el hash no coincidiría, mostrando “Documento no válido”.</p>
Evaluación de efectividad	<p>Se medirán indicadores como: tiempo promedio de verificación (<10 segundos), número de verificaciones realizadas, reducción de trámites manuales, y satisfacción de usuarios. También se realizarán auditorías de seguridad al smart contract para garantizar integridad del sistema.</p>
Alineación legal y normativa	<p>El MEN podría emitir una circular oficial que reconozca la validez de los diplomas digitales emitidos bajo este modelo, apoyándose en la normativa vigente sobre firma digital y documentos electrónicos. Un eventual concepto del Consejo de Estado o acto administrativo reforzaría la legitimidad y confianza institucional.</p>

Fuente. Elaboración propia

Nota. La tabla sintetiza el modelo piloto propuesto para la adopción de la tecnología blockchain en la autenticación y verificación de diplomas académicos en Colombia, incluyendo sus componentes estructurales, procesos de operación y aspectos normativos. Elaboración propia con base en el desarrollo del estudio (2025).

La **Tabla 3**, evidencia la estructura completa del modelo piloto propuesto para la autenticación de diplomas mediante tecnología blockchain en Colombia. Este modelo integra componentes tecnológicos, operativos, legales y de gobernanza, con el fin de garantizar la emisión, almacenamiento y verificación segura de títulos académicos. El esquema parte de una red blockchain permitida, gestionada por universidades y entidades gubernamentales, y contempla procesos de emisión automatizada, verificación pública mediante portal o código QR, y revocación transparente en caso de invalidez. Además, establece un marco institucional de gobernanza y un plan de escalamiento progresivo que facilita su adopción nacional. Con ello, se busca fortalecer la confianza, reducir fraudes documentales y optimizar los procedimientos administrativos en la educación superior colombiana.

Conclusiones

El estudio demostró que la adopción de diplomas digitales verificables en blockchain es técnica y operativamente viable, además de altamente beneficiosa para el sistema educativo nacional. Los principales hallazgos se resumen a continuación:

Seguridad y confiabilidad. Blockchain ofrece un sistema prácticamente infalible contra la falsificación, ya que cada diploma queda registrado como un dato inmutable y rastreable. Al verificar el hash de un documento en la cadena, cualquier alteración queda expuesta de inmediato, eliminando la posibilidad de títulos falsos o manipulados.

Agilidad en los trámites. La verificación digital reduce los tiempos de validación de semanas a segundos, beneficiando tanto a instituciones como a empleadores y egresados. Esta inmediatez facilita la movilidad laboral y académica, especialmente en procesos de convalidación de títulos extranjeros.

Transparencia institucional. Un sistema nacional de diplomas en blockchain aumentaría la confianza pública y fortalecería la reputación de las universidades. Además, se alinea con las estrategias gubernamentales de transformación digital y lucha contra la corrupción, al ofrecer trazabilidad y auditoría pública de los títulos emitidos.

Experiencias internacionales. Casos de países como Brasil, México, Chile, Argentina y Uruguay evidencian el éxito de proyectos similares. Estos antecedentes muestran la importancia del respaldo estatal, la interoperabilidad tecnológica y el uso de estándares abiertos, elementos que Colombia puede adaptar a su contexto.

Desafíos identificados. Aunque existen limitaciones como la brecha tecnológica, los costos iniciales o la necesidad de ajustes normativos, ninguna representa un obstáculo

insuperable. Con capacitación, acompañamiento institucional y marcos regulatorios claros, es posible una transición gradual y exitosa hacia este nuevo modelo.

Modelo piloto propuesto. El estudio plantea un sistema basado en una red blockchain permisionada nacional, con universidades y entidades del Estado como nodos validadores. Incluye un portal único de verificación, uso de contratos inteligentes, funciones hash, y mecanismos de revocación y gobernanza compartida. Su puesta en marcha permitirá validar la eficacia del enfoque propuesto.

Marco legal. Los diplomas digitales emitidos con firma electrónica institucional cumplen con la Ley 527 de 1999. El registro en blockchain actúa como una capa adicional de seguridad jurídica, complementando el marco legal vigente. No obstante, se recomienda que el Ministerio de Educación emita lineamientos oficiales para unificar criterios y fortalecer el reconocimiento nacional e internacional de estas credenciales.

Recomendaciones

Derivado de las conclusiones, se recomiendan las siguientes acciones:

Implementar un programa piloto nacional con un grupo de universidades representativas, liderado por el Ministerio de Educación y MinTIC, para emitir y verificar diplomas en la cohorte de graduados de un próximo periodo académico utilizando blockchain. Monitorear los resultados y documentar las lecciones aprendidas para escalar la solución.

Conformar una mesa de trabajo interinstitucional (MEN, MinTIC, universidades, ASCUN, SENA, etc.) que defina estándares técnicos (formato de credenciales, tipo de blockchain, seguridad) y protocolos operativos comunes, asegurando la interoperabilidad del sistema desde el inicio.

Actualizar la normatividad educativa mediante una resolución o circular del MEN que reconozca expresamente la validez de los diplomas electrónicos y establezca las condiciones para su expedición, incluyendo el posible uso de tecnologías de cadena de bloques para registro y verificación. Asimismo, preparar a las oficinas jurídicas de las universidades para enmarcar este cambio dentro de sus reglamentos.

Fortalecer la infraestructura digital en instituciones de educación superior, gestionando capacitación técnica para el personal de registro y control en el uso de nuevas plataformas, y garantizando el acceso a herramientas de firma digital e integración de sistemas. Explorar alianzas con RENATA para apoyo técnico en la implementación de nodos blockchain universitarios.

Realizar campañas de socialización dirigidas a empleadores, entidades estatales, embajadas y agregados educativos de otros países, comunicando la existencia del nuevo sistema

de diplomas verificables y educando sobre cómo utilizarlos. La aceptación por parte del sector productivo y académico nacional e internacional será clave para el éxito; por ello, crear guías sencillas de verificación y divulgar casos de uso exitosos aumentará la confianza de los usuarios finales.

Planear la sostenibilidad a largo plazo del sistema, estableciendo mecanismos de financiamiento (por ejemplo, un fondo común sostenido con una mínima contribución por diploma emitido, o recursos del presupuesto de transformación digital del MEN) y de mantenimiento tecnológico (actualizaciones, ciberseguridad, soporte). Involucrar a las universidades en la gobernanza asegurará compromiso continuo y reparto equitativo de responsabilidades.

Referencias

- Agencia Española de Protección de Datos [AEPD] & Supervisor Europeo de Protección de Datos [EDPS]. (2019). *El hash como técnica de seudonimización: documento conjunto AEPD-EDPS*. Recuperado de https://www.edps.europa.eu/sites/default/files/publication/19-10-30_aepd-edps_paper_hash_es.pdf
- Albarrán, C. (2024). *La tecnología blockchain y su impacto en la gestión documental académica*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arias-Chávez, D., Ramos-Quispe, T., Cangalaya, L., Acra-Despradel, C., Cornejo-Paredes, D., Pumahuanca, F., & Ortiz-Esparza, M. (2023). *Blockchain Technology in Education: A Bibliometric Review*. *CEUR Workshop Proceedings*, 3693, 77-86. Recuperado de <https://ceur-ws.org/Vol-3693/paper18.pdf>
- Beoku-Betts, J., & Kaye, L. (2022). *EdTech Horizon Scan: Blockchain Technology in Education*. EdTech Hub.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2023). *Educación y desarrollo de competencias digitales en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/>
- Castro, R. Q., & Au-Yong-Oliveira, M. (2021). *Blockchain and Higher Education Diplomas: A Review*. *Education Sciences*, 11(11), 689. <https://doi.org/10.3390/educsci11110689>
- Díaz Ochoa, J. E., Quinto, C., Rojas, C., & Farfán, P. V. (2024). *BlockEP: A Blockchain Architecture to Record Academic Grades*. En *Actas del 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. Recuperado de https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/papers/Contribution_584_final_a.pdf

- El-Koshiry, A. (2023). *Unlocking the Power of Blockchain in Education. Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4(1), 100128.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100128>
- González, J. S. (2024). *Plataformas universitarias para la emisión y validación de diplomas digitales en Colombia*. Universidad de La Sabana.
- Guerreiro, S., Ferreira, J. F., Fonseca, T., & Correia, M. (2022). *Integrating an Academic Management System with Blockchain: A Case Study. Blockchain: Research and Applications*, 3, 100099. <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100099>
- Infobae. (2025, 12 de marzo). *Colombia implementará diplomas universitarios digitales con tecnología blockchain*. Recuperado de <https://www.infobae.com/>
- Iannantuoni, G. F., & Gindre, F. (2024). *Blockchain aplicada a la emisión de diplomas académicos*. En *Actas del 30° Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2024)*. Universidad Nacional de La Plata.
- Lepiane, C. D. (2019). *Digital Degree Certificates for Higher Education in Brazil: A Technical Policy Specification. ACM Digital Library*. <https://doi.org/10.1145/3373477.3373563>
- Mata Hernández, J. M., & Avendaño Cruz, S. (2022). *Blockchain en la educación: su uso en credenciales académicas. Revista Digital Universitaria*, 23(1).
<https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.1.1>
- McGreal, R. (2023). *Blockchain and Micro-Credentials in Education: A Review of the Literature. International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00406-3>
- Ministerio de Educación Nacional (Colombia). (2025). *Circular sobre la validez de diplomas digitales y blockchain en la educación superior*. Bogotá: MEN.

- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2020). *Guía de referencia para proyectos con tecnología blockchain*. Recuperado de https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-161810_pdf.pdf
- Monroy Ortega, E. (2022). *Presunta violación de los principios de igualdad y legítima confianza en el proceso de convalidación de títulos de educación superior otorgados en el exterior* (Tesis de grado). Universidad Libre de Colombia. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/24114>
- Pandya, S. (2022). *Innovative Blockchain Solutions for Enhanced Security and Verifiability of Academic Credentials*. *International Journal of Science and Research Archive*, 6(1), 347-357.
- Pontificia Universidad Javeriana. (2023). *Insignias y credenciales digitales basadas en tecnología blockchain*. Recuperado de <https://www.javeriana.edu.co/repositorio-hoy-en-la-javeriana/el-paso-de-los-diplomas-y-distinciones-universitarias-del-papel-a-lo-digital/>
- Procuraduría General de la Nación (Colombia). (2025, 16 de septiembre). *Procuraduría confirma destitución e inhabilidad a exdocente por usar diplomas falsos*. Recuperado de <https://www.procuraduria.gov.co/>
- Rodrigues dos Santos Ramos, C., & Queiroz, M. M. (2022). *Blockchain in Education: The Influence of Trust on Adoption and Implementation*. *RAUSP Management Journal*, 57(3), 316-331. <https://doi.org/10.1108/RAUSP-06-2021-0097>
- Rivera-Vargas, P., & Lindín, C. (2020). *Blockchain en educación: entre la búsqueda de seguridad en el mundo digital y el determinismo tecnológico*. *Revista de la Educación Superior*, 49(194), 159-182. <https://doi.org/10.36857/resu.2020.194.1129>
- Saramago, R. Q., Jehl, L., Meling, H., & Estrada-Galiñanes, V. (2021). *A Tree-Based Construction for Verifiable Diplomas with Issuer Transparency*. *arXiv preprint*. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/2109.11590>

- Schmidt, W. C., & González-Briones, A. (2020). *Fintech and Tokenization: Legislative Study in Argentina*. *Revista Iberoamericana de Tecnología y Sociedad*, 15(2), 101-113.
- Sharma, N., Afzal, M., & Dixit, A. (2021). *Blockchain-Blockcerts Based Certificate Registration and Validation*. *International Journal of Information Technology*, 7(5), 17-23.
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior [SNIES]. (s. f.). *Registro Nacional de Programas e Instituciones de Educación Superior*. Recuperado de <https://snies.mineduacion.gov.co/>
- Thomas Signe. (2023). *Tendencias de la educación digital y el uso de blockchain en universidades latinoamericanas*. *Revista Educación y Tecnología Latinoamericana*, 12(3), 45-60.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia [UNAD]. (s. f.). *Sistema de gestión académica y credenciales digitales UNAD*. Recuperado de <https://www.unad.edu.co/>
- Universidad de Antioquia. (s. f.). *Portal de verificación de títulos electrónicos*. Recuperado de <https://www.udea.edu.co/>
- Universidad del Rosario. (s. f.). *Sistema de títulos digitales y blockchain institucional*. Recuperado de <https://urosario.edu.co/>
- Universidad.edu.co. (2024). *Diplomas digitales y blockchain: el futuro de la certificación académica en Colombia*. Recuperado de <https://www.universidad.edu.co/>
- Universidad Nacional de Colombia. (2023). *Verificación de e-títulos y autenticidad de diplomas mediante blockchain*. Recuperado de <https://unal.edu.co/formacion/verificacion-titulos-electronicos>
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia [UPTC]. (2024). *Prototipo de credenciales académicas verificables basado en blockchain*. Tunja: UPTC.