

USO DE SMART CONTRACTS PARA VALIDACIÓN DE CERTIFICADOS EN UNA RED BLOCKCHAIN

Abstract del proyecto

Las universidades, como instituciones de educación superior, otorgan títulos y expiden certificaciones que avalan las actividades realizadas y los niveles alcanzados por sus estudiantes. Si bien es habitual que la información contenida en estos certificados provenga de sistemas de registro informatizados, también es frecuente que por cuestiones legales exista un respaldo en papel del resultado de ciertos actos académicos. Este esquema de doble registro genera una necesidad de validar los certificados contrastándolos con la información en papel, lo cual representa una carga de trabajo considerable. Para resolver este problema, en la Universidad Nacional de Córdoba hemos implementado un esquema de registro de actas utilizando contratos inteligentes (smart contracts) desplegados en una red blockchain, más precisamente en la Blockchain Federal Argentina, una red permissionada que utiliza el modelo de consenso de prueba de autoridad. En este trabajo describimos los detalles del problema, las características de una red blockchain que pueden contribuir a su solución, la solución implementada en nuestra universidad y las lecciones aprendidas en este proyecto.

Desarrollo del proyecto

La Universidad Nacional de Córdoba (UNC), fundada en 1613, es la institución de educación superior más antigua de la República Argentina y una de las de mayor envergadura en el país, con más de 120.000 estudiantes y 15 facultades. Al igual que el conjunto de las instituciones universitarias, la UNC genera y certifica información académica que respalda las trayectorias de sus estudiantes. Los resultados de los exámenes se formalizan mediante actas, a partir de las cuales se emiten los certificados analíticos correspondientes y, tras su validación, los diplomas que habilitan el ejercicio profesional. La emisión de estos documentos exige no sólo rigor normativo y técnico, sino también garantías de trazabilidad y transparencia.

Si bien gran parte de estos procesos se gestiona actualmente mediante sistemas informatizados, diversas normativas institucionales y legales continúan exigiendo la existencia de respaldos en soporte papel para determinados actos académicos. Este esquema de doble registro —digital y físico— impone una carga operativa significativa: cada certificado debe ser verificado manualmente contra las actas originales, lo que conlleva una elevada demanda de tiempo, recursos humanos y administrativos. Esta situación constituye una barrera para avanzar hacia modelos de gestión documental más eficientes, confiables y sostenibles.

A partir del año 2017, la Prosecretaría de Informática (PSI) asumió la centralización progresiva de los sistemas académicos de gestión. Este proceso incluyó la unificación de las bases de datos que, hasta entonces, eran administradas de forma descentralizada por cada unidad académica. Esta reorganización permitió establecer criterios uniformes, mejorar la interoperabilidad de los sistemas y avanzar en el desarrollo de soluciones informáticas integradas. En este contexto de transformación digital institucional, emergió una pregunta clave: ¿cómo garantizar que la información registrada en los sistemas informáticos no haya sido modificada desde su incorporación original?

Objetivos

Desarrollar una solución tecnológica que permita validar los certificados emitidos por el sistema académico de la Universidad Nacional de Córdoba, mediante el uso de tecnología blockchain, con el propósito de fortalecer la transparencia institucional y la integridad de los procesos de acreditación.

Asimismo, se pretende atender a la necesidad de trabajar en mejoras que permitan reducir tiempos y simplificar tareas garantizando el cumplimiento de las exigencias legales y reglamentarias que resguarden la seguridad de la información de los documentos que se emitan, como así también garantizar su inalterabilidad e inviolabilidad.

Soluciones tecnológicas implementadas

Frente a este desafío, la PSI impulsó el desarrollo de una solución tecnológica que permite asegurar, de manera técnica, segura y verificable, que los datos contenidos en los certificados digitales coinciden fielmente con los registros asentados en las actas al momento del acto académico. Para ello, se implementó un sistema basado en **tecnología blockchain, contratos inteligentes (smart contracts) y firma digital, desplegado sobre la Blockchain Federal Argentina (BFA)**, una red permissionada basada en la tecnología de Ethereum, una de las plataformas más difundidas internacionalmente para la construcción de aplicaciones descentralizadas.

Los **contratos inteligentes (smart contracts)** son programas autoejecutables que contienen reglas predefinidas y se activan automáticamente cuando se cumplen determinadas condiciones. En este caso, permiten que la validación y el registro de datos académicos (como la emisión de certificados, títulos o actas) se realicen de forma automatizada, reduciendo la posibilidad de errores o manipulaciones. Cada contrato establece los criterios que deben cumplirse para que una operación sea considerada válida, y su ejecución queda registrada en la cadena de bloques, generando un comprobante inalterable y verificable.

Previo a su registro, cada documento académico es firmado digitalmente por las autoridades competentes, garantizando así su autenticidad y autoría. La firma digital actúa como una huella criptográfica única, que asegura que el contenido del documento no ha sido alterado y que proviene efectivamente de quien declara emitirlo. Esta firma es verificada automáticamente por el contrato inteligente antes de proceder con la inscripción del dato en la blockchain.

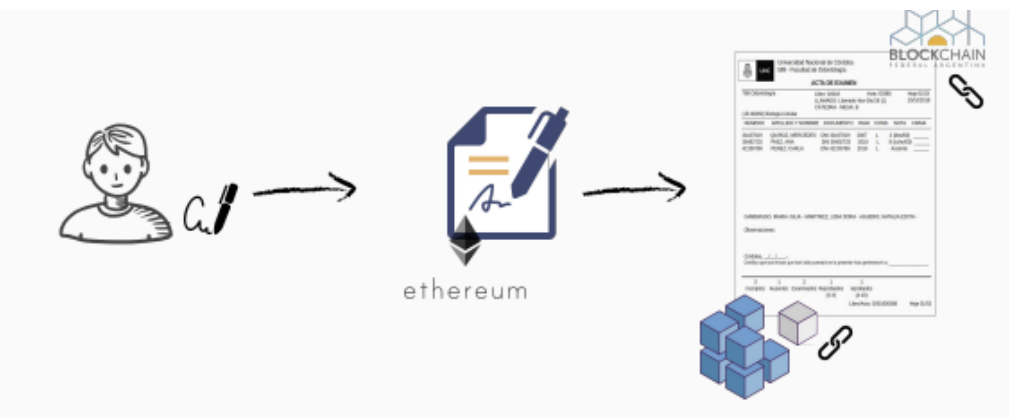
Gracias a este mecanismo, la BFA puede operar bajo un modelo de consenso por prueba de autoridad, que garantiza un entorno seguro y controlado para el registro de información institucional. Esta arquitectura permite registrar digitalmente la información académica con garantías de inmutabilidad, auditabilidad y trazabilidad. Ningún actor interviniente tiene la posibilidad de alterar o eliminar los datos una vez registrados, y cada operación queda documentada, fortaleciendo la transparencia institucional. Adicionalmente, al tratarse de un sistema abierto a la verificación pública, se potencia la confianza en la autenticidad de los certificados emitidos.

Actividades llevadas a cabo

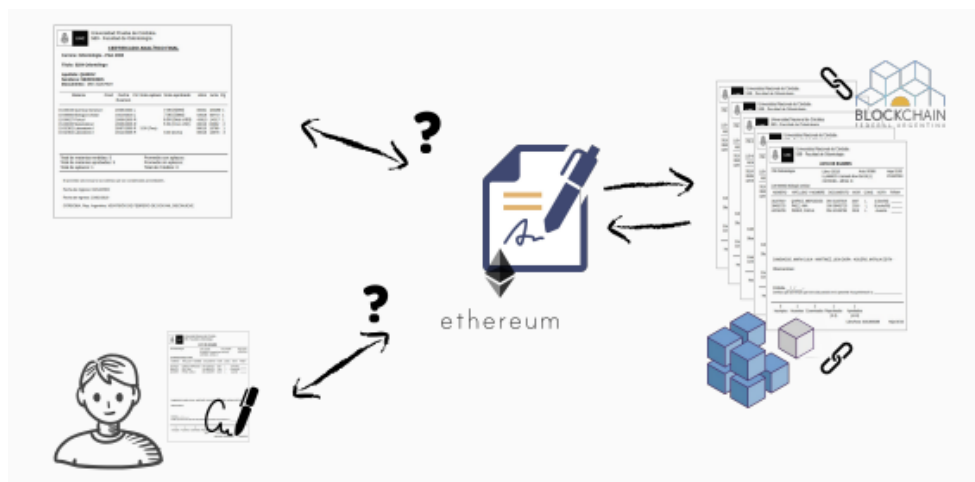
Sistema Registrador: El registro de actas se realiza a través del sistema informático de gestión académica SIU-Guaraní. Este sistema tiene como objetivo central administrar las tareas académicas y proporcionar información consistente tanto para la gestión operativa como directiva. Cuando se genera un acta, el sistema guarda un snapshot (instantánea) con toda la información relevante, incluyendo nombre y apellido del estudiante, número de documento, número de legajo, nombre de la materia, nombre de la facultad, entre otros datos. Además, el documento digital incorpora un archivo JSON que contiene metadatos adicionales que permiten identificar de manera única tanto al acta como al estudiante. El acta —o el acta rectificativa— adquiere existencia formal en el momento en que se cierra, ya que en ese instante reúne todos los datos necesarios para ser registrada en la cadena.



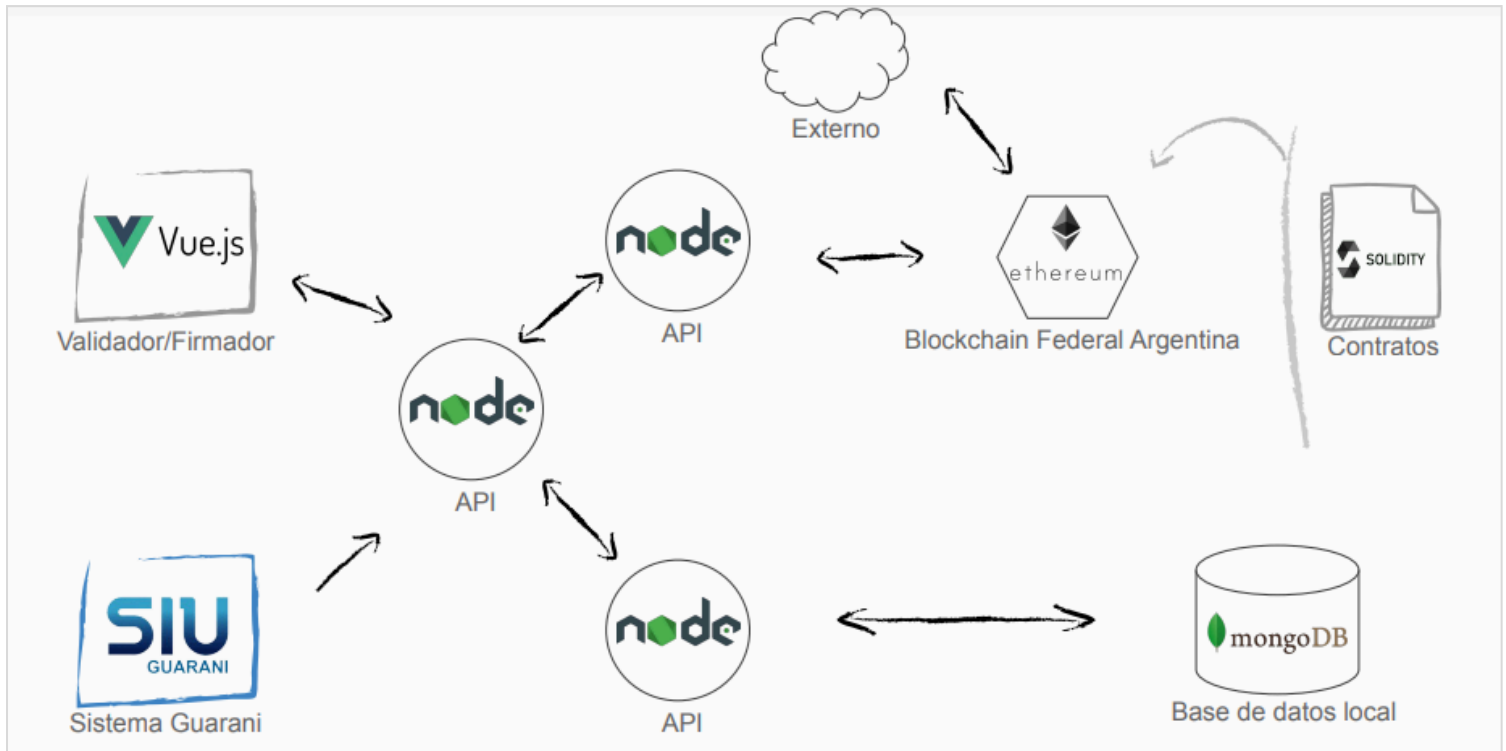
Sistema de Conformidad: Permite que otros funcionarios validen un acta mediante su firma digital, la cual se aplica sobre los datos estructurados del documento y no sobre el archivo PDF. Esta firma se registra en la red Ethereum a través de un contrato inteligente, lo que garantiza su integridad, autenticidad y trazabilidad. El sistema está diseñado para que cualquier persona que disponga del acta pueda firmarla, sin necesidad de utilizar nuestro software, y que esas firmas queden ancladas a una infraestructura blockchain confiable como la Blockchain Federal Argentina.



Sistema Validador: Cada certificado incluye toda la información necesaria para validarse de forma autónoma, exactamente tal como fue registrada al momento de creación del acta. Esta validación se realiza a través de la Blockchain Federal Argentina, lo que permite comprobar su autenticidad en cualquier momento sin depender de bases de datos externas ni sistemas propietarios.



Diseño y tecnologías aplicadas



Recursos utilizados para el proyecto

Fases	Prosecretaría Informática UNC	Equipo SIU Guarani	Equipo BFA
Registro de actas	1 gestor de proyecto 1 líder técnico 2 programadores 1 programador Guarani 1 DevOps.	1 programador	2 especialistas
Conformidad de actas	1 gestor de proyecto 1 líder técnico 2 programadores 1 DevOps.		
Validación de certificados	1 gestor de proyecto 1 líder técnico 2 programadores 1 programador Guarani 1 DevOps	1 programador	

Conclusiones

Principales aprendizajes de la experiencia

La experiencia desarrollada permitió comprender que la tecnología, si bien es un factor clave para aumentar la productividad, no genera beneficios por sí sola. Su potencial solo se materializa cuando se integra de forma activa y planificada en las actividades cotidianas de la organización. Para ello, resulta indispensable contar con una estrategia tecnológica sostenible en el tiempo, alineada con los objetivos institucionales y capaz de adaptarse a cambios contextuales.

Además, se confirmó que la capacidad de innovar es una condición necesaria para utilizar eficazmente los recursos y tecnologías disponibles. En este sentido, incorporar innovación en el ámbito universitario no solo mejora procesos, sino que contribuye a fortalecer la transparencia institucional. Sin embargo, este tipo de transformaciones no pueden lograrse de forma aislada: requieren del esfuerzo coordinado de múltiples actores y de la articulación entre diferentes funciones, conocimientos y entornos.

La propuesta desarrollada en este trabajo evidenció que la escalabilidad y sostenibilidad de una solución tecnológica innovadora dependen de una sólida estrategia de vinculación, tanto interna —entre áreas, facultades y dependencias universitarias— como externa, a través de colaboraciones con otras instituciones.

Próximos paso

Optimizar los tiempos de impacto de las actas en la blockchain y mejorar la usabilidad del sistema, con el objetivo de simplificar al máximo la experiencia del usuario final, especialmente para quienes no poseen conocimientos técnicos

Resultados alcanzados

Desde la implementación del sistema se permitió registrar 212.462 actas en la Blockchain Federal Argentina (BFA), garantizando la trazabilidad, integridad y disponibilidad de la información académica.

Se logró una **reducción del 80% en el tiempo dedicado a la validación de certificados**, lo que impacta directamente en la eficiencia operativa y mejora la experiencia tanto del personal administrativo como de los estudiantes. Antes, validar 200 egresados requería un mes de trabajo manual; hoy, el mismo proceso se completa en cinco días (debido a que aún existen actas anteriores a 2020 que no se encuentran en la BFA).

Además, este proyecto representa un paso concreto hacia la despapelización de la universidad, promoviendo prácticas más sostenibles y transparentes. Más allá de los indicadores, los resultados obtenidos reafirman el compromiso institucional con la innovación tecnológica al servicio de una gestión más ágil, segura y centrada en las personas.