

Blockchain-Based Educational Rewards System: Modeling a Pedagogical Gamification Token

Oscar Carlos Medina¹ 

¹Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba, Argentina
omedina@frc.utn.edu.ar

Abstract. Gamification in educational settings has proven to be an effective strategy for increasing student motivation and engagement. However, traditional reward systems based on centralized ledgers lack transparency, traceability, and permanence, limiting their effectiveness and students' trust in the fairness of the process. This article presents the conceptual design of CryptoClass (CCL), an educational reward system based on smart contracts deployed on a compatible Ethereum private blockchain network (Polygon). The system implements a fungible, not monetizable ERC-20 token that allows teachers to issue and award tokens to students as verifiable recognition of active class participation, and students to accumulate and redeem these tokens for predetermined academic benefits (such as bonus points, extra materials, or topic selection). The complete smart contract modeling is described, following a methodology based on use cases and event patterns, including participants, functions, attributes, state transition diagram, and system architecture. This paper analyzes the innovations introduced compared to traditional methods—immutability, transparency, traceability, and verifiable accumulation—and the benefits for students, teachers, and institutions. The work contributes to the literature on educational applications of blockchain and offers a replicable conceptual framework for institutions seeking to implement academic recognition systems based on decentralized technologies, fostering the early adoption of blockchain in controlled pedagogical contexts.

Keywords: blockchain, gamification, pedagogy, academic recognition.

Sistema de Recompensas Educativas Basado en Blockchain: Modelado de un Token de Gamificación Pedagógica

Resumen. La gamificación en entornos educativos ha demostrado ser una estrategia efectiva para incrementar la motivación y participación de los estudiantes. Sin embargo, los sistemas tradicionales de recompensas basados en registros centralizados carecen de transparencia, trazabilidad y permanencia, lo que limita su efectividad y la confianza de los estudiantes en la equidad del proceso. Este artículo presenta el diseño conceptual de CriptoClase (CCL), un sistema de recompensas educativas basado en contratos inteligentes desplegados en una red blockchain privada Ethereum compatible (Polygon). El

sistema implementa un token ERC-20 fungible, no monetizable, que permite a docentes emitir y otorgar tokens a estudiantes como reconocimiento verificable de participación activa en clase, y a estudiantes acumular y canjear estos tokens por beneficios académicos predeterminados (como puntos extras, material preferencial o elección de temas). Se describe el modelado completo del contrato inteligente siguiendo una metodología basada en casos de uso y patrones de eventos, incluyendo participantes, funciones, atributos, diagrama de transición de estados y arquitectura del sistema. Se analizan las innovaciones introducidas respecto a los métodos tradicionales -inmutabilidad, transparencia, trazabilidad y acumulación verificable- y los beneficios para estudiantes, docentes e instituciones. El trabajo contribuye a la literatura sobre aplicaciones educativas de blockchain y ofrece un marco conceptual replicable para instituciones que buscan implementar sistemas de reconocimiento académico basados en tecnologías descentralizadas, fomentando la adopción temprana de blockchain en contextos pedagógicos controlados.

Palabras clave: blockchain, gamificación, pedagogía, reconocimiento académico.

1 Introducción

La incorporación de tecnologías disruptivas en el ámbito educativo ha experimentado un crecimiento significativo en la última década. Entre estas tecnologías, blockchain ha emergido como una herramienta con potencial transformador para diversos procesos académicos y administrativos (Xue et al., 2025). Particularmente, la tokenización de reconocimientos académicos representa una oportunidad para repensar los mecanismos tradicionales de incentivo y registro de logros estudiantiles.

Los sistemas de recompensas educativas tradicionales presentan limitaciones inherentes: la evaluación de la participación suele ser subjetiva, los registros son susceptibles de pérdida o manipulación, y no existe un mecanismo transparente que permita a los estudiantes acumular y verificar sus logros a lo largo del tiempo (Ocheja et al., 2022). Estas limitaciones afectan tanto la motivación estudiantil como la capacidad institucional para realizar seguimientos objetivos del compromiso académico.

La tecnología blockchain, caracterizada por su inmutabilidad, transparencia y naturaleza descentralizada, ofrece soluciones a estos problemas. Los contratos inteligentes sobre redes blockchain permiten automatizar procesos de emisión y transferencia de tokens, garantizando un registro verificable e incorruptible de cada transacción. En el contexto educativo, esto se traduce en la posibilidad de crear sistemas de reconocimiento donde cada participación quede registrada permanentemente y sea auditable por todas las partes involucradas (Rachmawati et al., 2023).

Este artículo presenta el diseño conceptual de CriptoClase (CCL), un sistema de recompensas educativas basado en un token ERC-20 desplegado en una red blockchain privada. El sistema busca transformar el reconocimiento de participación en un activo digital que los estudiantes pueden acumular y canjear por beneficios académicos, generando un ciclo virtuoso de motivación y compromiso.

2 Estado del arte

2.1 Gamificación en educación

La gamificación, entendida como la aplicación de elementos de diseño de juegos en contextos no lúdicos, ha demostrado ser una estrategia pedagógica efectiva para aumentar la motivación de los estudiantes, especialmente cuando se implementa con un diseño pedagógico sólido y se adapta al contexto específico del aula (Ayala Hidalgo et al., 2025). Elementos como puntos, insignias y recompensas activan mecanismos de motivación que favorecen el compromiso y la persistencia en tareas académicas, aunque investigaciones recientes también señalan la necesidad de considerar posibles efectos negativos si no se diseña cuidadosamente (Almeida et al., 2023).

Sin embargo, la efectividad de la gamificación depende críticamente de la transparencia y confiabilidad del sistema de recompensas. Los estudiantes deben percibir que las recompensas son otorgadas de manera justa y que su acumulación es verificable (Stefansson et al., 2024). Aquí es donde las tecnologías de registro distribuido, como blockchain, pueden aportar valor diferencial.

2.2 Blockchain en contextos educativos

Blockchain es una tecnología de registro distribuido que permite almacenar transacciones de forma inmutable, transparente y segura mediante consenso entre múltiples nodos. Esta arquitectura elimina la necesidad de intermediarios centralizados y garantiza que una vez registrada una transacción, no pueda ser alterada o eliminada (Cram-Martos et al., 2025).

En el contexto educativo, los contratos inteligentes permiten automatizar procesos como la emisión de credenciales, el registro de calificaciones o, como en este caso, la distribución de recompensas por participación. La tokenización es el proceso de representar digitalmente un activo mediante un token en blockchain (Medina et al., 2024). En el ámbito educativo, se han explorado diversas aplicaciones de tokenización, desde la emisión de microcredenciales académicas hasta la creación de sistemas de créditos intercambiables entre instituciones (Cambarieri, et al., 2024).

Los tokens educativos pueden clasificarse según su naturaleza: tokens de utilidad, que otorgan acceso a servicios, tokens de recompensa, que reconocen logros, o tokens de representación, que equivalen a créditos académicos (Ocheja et al., 2022). CriptoClase se enmarca en la categoría de tokens de recompensa, con un diseño específico para gamificación pedagógica.

3 Trabajos relacionados

3.1 Sistemas de recompensas tokenizadas en entornos de aprendizaje formal

Diversas investigaciones han abordado la implementación de sistemas basados en tokens para incentivar la participación estudiantil. En esta línea, Queiroz, Westphall y Martina (2024) presentan un estudio sobre el uso de insignias como herramienta de gamificación en educación superior mediante tokenización, explorando cómo los

estándares de tokens no fungibles (NFT) pueden representar logros académicos verificables.

Por su parte, Bless, Denzler, Karras y Auer (2024) desarrollaron un sistema de reputación para contribuciones científicas basado en una economía de tokens. Aunque su contexto de aplicación es el ámbito de la investigación académica —reconociendo tareas como revisión por pares y participación en comités—, la arquitectura propuesta presenta similitudes significativas con los sistemas de recompensas educativas, particularmente en el uso de tokens no monetizables como mecanismo de acreditación verificable.

3.2 Gamificación blockchain en contextos no formales y especializados

El potencial de la tecnología blockchain para potenciar experiencias de gamificación ha sido explorado más allá del aula tradicional. El proyecto GENERA, documentado en la conferencia IEEE de 2024, combina blockchain y “serious gaming” —juegos que integran diversión más un propósito educativo— para la educación en energías renovables. Este trabajo implementa un juego de cartas multijugador donde los activos del juego se representan como NFT y las recompensas como tokens ERC-20.

En una dirección similar, Stefansson et al. (2024) presentan una experiencia notablemente diferente al implementar un sistema de recompensas basado en SmileyCoin para entornos de alta vulnerabilidad, específicamente, barrios marginales y campamentos de refugiados en Kenia.

El desarrollo de plataformas más ambiciosas desde el punto de vista tecnológico se evidencia en EduVerse, una plataforma metaverso 3D construida sobre la blockchain Aptos que integra aulas virtuales inmersivas, recompensas basadas en tokens y misiones interactivas. Esta propuesta representa una evolución significativa en la complejidad técnica, incorporando elementos como avatares 3D, sistemas de clasificación y tiendas virtuales. Sin embargo, su ambición tecnológica plantea interrogantes sobre la curva de aprendizaje requerida tanto para docentes como para estudiantes, así como sobre los requisitos de infraestructura necesarios para su implementación a escala.

Los resultados indican que cada esquema puede diseñarse para cubrir contenidos específicos del curso, optimizando así los incentivos no solo para fomentar la finalización de cursos sino también para mejorar el rendimiento académico.

3.3 Análisis crítico: ventajas y desventajas de los antecedentes frente a CriptoClase

La revisión de los trabajos relacionados permite identificar fortalezas y limitaciones en las propuestas existentes, las cuales contextualizan y justifican las decisiones de diseño adoptadas en CriptoClase.

Se identificaron las siguientes ventajas en los mencionados trabajos:

- **Diversidad de contextos de aplicación:** Los trabajos revisados demuestran la versatilidad de los sistemas de recompensas blockchain, desde entornos de alta vulnerabilidad (Stefansson et al., 2024) hasta plataformas tecnológicamente sofisticadas como EduVerse.
- **Rigor metodológico en estudios de adopción:** La aplicación de modelos de aceptación tecnológica (UTAUT extendido) proporciona un marco empírico sólido para comprender los factores que determinan el éxito de estos sistemas.

- Optimización basada en simulación: El trabajo sobre esquemas de distribución de tokens introduce un enfoque de optimización que permite ajustar los parámetros del sistema antes de su implementación a gran escala.
- Integración con “serious gaming”: Proyectos como GENERA demuestran el potencial sinérgico de combinar blockchain con mecánicas de juego complejas, más allá de la simple transferencia de tokens.

Sin embargo, también se reconocen las limitaciones y desventajas relevantes de estos sistemas de recompensas educativas:

- Alta complejidad técnica y curva de aprendizaje: Tanto EduVerse como GENERA presentan arquitecturas tecnológicamente ambiciosas que, si bien demuestran el potencial de la tecnología, imponen una barrera de entrada significativa para docentes y estudiantes no familiarizados con el ecosistema blockchain.
- Dependencia de infraestructura externa: Varias propuestas (EduVerse, Campus ID) dependen de redes blockchain públicas o de soluciones de capa 2 que requieren el pago de comisiones (“gas fees”) en criptomonedas nativas, lo que introduce fricciones económicas y barreras de implementación por costo.
- Falta de consideraciones regulatorias explícitas: Ninguno de los trabajos revisados aborda de manera sistemática las implicaciones regulatorias de emitir tokens transferibles, incluso cuando estos son explícitamente no monetizables. Exceptuando el sistema de reembolso implementado por Stefansson et al. (2024), la mayoría de las propuestas no incorporan mecanismos técnicos o contractuales explícitos para prevenir la creación de mercados informales de tokens.
- Escasa atención a la gobernanza a largo plazo: Los trabajos revisados no especifican mecanismos claros para la administración sostenible de los contratos inteligentes ante situaciones como la ausencia del administrador original, la resolución de disputas o la finalización del ciclo lectivo.

Frente a estas limitaciones, CriptoClase introduce innovaciones distintivas. En primer lugar, su implementación sobre una red blockchain privada con Polygon, elimina las barreras económicas asociadas al pago de comisiones y permite un control granular sobre los participantes. En segundo lugar, el diseño deliberado del token como no transferible en mercados externos, aborda proactivamente las consideraciones regulatorias que otros trabajos eluden. En tercer lugar, la metodología de modelado empleada, basada en casos de uso y patrones de eventos, proporciona un nivel de especificación estructural que facilita la replicabilidad del sistema en diferentes contextos institucionales.

No obstante, CriptoClase también presenta limitaciones en comparación con algunos antecedentes: la focalización exclusiva en el reconocimiento de participación en aula —frente a propuestas más ambiciosas como EduVerse— reduce su alcance pero, paradójicamente, constituye una fortaleza al permitir un diseño más simple, focalizado y susceptible de adopción inmediata. El desafío central, como señalan los estudios de aceptación, reside menos en la potencia técnica del sistema que en su capacidad para ofrecer una experiencia de usuario que abstraiga la complejidad

subyacente —una lección que CriptoClase incorpora en su diseño de capas y en la proyección de wallets institucionales como trabajo futuro.

4 Metodología de trabajo

La metodología de trabajo para elaborar el Modelado Conceptual del token de gamificación pedagógica es una propia, desarrollada por el laboratorio al que pertenecen los autores de este trabajo, que se denomina “Modelado de contratos inteligentes dirigido por casos de uso”. Es un método específico de modelado de sistemas de tecnologías blockchain basado en la reutilización del conocimiento a partir de los casos de uso de los contratos inteligentes, para lo cual se emplean patrones de negocio y patrones de eventos. La estrategia es partir del proceso de negocio que incorpora blockchain para modelar activos, participantes y contratos inteligentes. A continuación se detalla el modelado de este sistema de recompensas educativas basada en blockchain.

4.1 Proceso de negocio

El proceso central de CriptoClase es la promoción de la participación en clase mediante un juego digital de recompensas. El sistema implementa un mecanismo de gamificación pedagógica donde los docentes premian con tokens CCL a los estudiantes que participan activamente en las clases. Los tokens representan un reconocimiento simbólico de participación, sin valor económico ni posibilidad de intercambio en mercados externos.

4.2 Activo representado

El activo representado es un token digital fungible denominado CCL. Cada token equivale simbólicamente a una participación reconocida en clase. Las características principales del activo son:

- Fungibilidad: todos los tokens son idénticos e intercambiables.
- Transferibilidad: pueden transferirse entre wallets, billeteras digitales, autorizadas.
- No monetizable: no poseen valor económico fuera del ecosistema educativo.
- No intercambiable: no pueden listarse en exchanges de criptomonedas.

4.3 Participantes

Se identifican dos tipos de participantes con roles claramente diferenciados:

- Docente: actúa como administrador del contrato inteligente. Sus funciones incluyen la emisión de tokens (minting), la transferencia a estudiantes como reconocimiento de participación, la validación de canjes y la entrega de premios. El docente posee permisos exclusivos para ejecutar operaciones administrativas sobre el contrato.
- Estudiante: receptor principal de los tokens. Sus funciones son recibir tokens por participación, acumular tokens a lo largo del tiempo, y transferir tokens al docente cuando desea canjearlos por beneficios académicos. Los estudiantes interactúan con el sistema a través de billeteras digitales.

4.4 Contrato inteligente

El contrato inteligente se denomina CriptoClaseToken, implementa el estándar ERC-20 con las siguientes especificaciones:

- Nombre: CriptoClaseToken
- Símbolo: CCL
- Caso de uso: Fan token educativo / Fidelización
- Decimales: 0 (recomendado para tokens educativos)
- Supply máximo: configurable por el docente.

El desarrollo final aún no está terminado pero se implementó el proceso temporalmente de forma manual en dos cursos de educación superior con alta aceptación de los estudiantes.

Las funciones principales del sistema se enumeran en la Tabla 1:

Tabla 1. Funciones principales de CCL.

Función	Descripción	Permisos
mintToken()	Emite nuevos tokens	Docente
transfer()	Transfiere tokens entre wallets	Docente Estudiante
balanceOf()	Consulta saldo de una wallet	Docente (sólo de sus Estudiantes) Estudiante (sólo su cuenta)
redeemToken()	Inicia proceso de canje	Estudiante
burnToken()	Destruye tokens canjeados	Docente

4.5 Patrón de eventos

El ciclo de vida de los tokens en el sistema se modela a partir de un patrón de eventos para el caso de uso. Cada token CCL transita por los siguientes estados.

1. Creado: estado inicial cuando se emiten nuevos tokens mediante la función de minting. En este punto, los tokens residen en la wallet del docente y están disponibles para ser otorgados como reconocimiento. Permanece en este estado hasta que el docente decide transferirlos a un estudiante.
2. Transferido (a estudiante): estado alcanzado cuando el docente ejecuta una transferencia hacia la wallet de un estudiante. El registro de esta transacción queda inmutablemente almacenado en blockchain.
3. Acumulado (por estudiante): tokens que el estudiante ha recibido y mantiene en su wallet. Pueden acumularse a lo largo del tiempo como evidencia verificable de participación.
4. Enviado (al docente para canje): estado intermedio cuando el estudiante transfiere tokens de vuelta al docente para canjearlos por un beneficio académico.
5. Canjeado: estado final alcanzado cuando el docente valida el canje y destruye los tokens mediante la función de burn, cerrando el ciclo de vida.

Para ilustrar el funcionamiento del sistema, consideremos una clase donde:

1. Un estudiante responde correctamente una pregunta.
2. El docente ejecuta en una interfaz web3.0 transferir 1 CCL al estudiante.
3. Después de varias clases, el estudiante acumula 10 CCL en su wallet.

4. El estudiante decide canjear 10 CCL por un bonus seleccionado del catálogo de beneficios académicos vigente.
5. El estudiante transfiere los tokens al docente.
6. El docente valida el canje y entrega el beneficio académico al estudiante.

4.6 Plataforma blockchain

Para la implementación de CriptoClase se utiliza una red blockchain privada Ethereum compatible, con las siguientes características:

- Permissionada: permite controlar qué participantes pueden interactuar con el contrato
- Bajo costo: elimina la necesidad de pagar gas en criptomonedas nativas
- Escalable: puede adaptarse a las necesidades específicas de la institución.

4.7 Lenguajes de desarrollo

El contrato inteligente se desarrolla sobre la plataforma Polygon. (Polygon) es una solución de capa 2 que tiene como objetivo escalar las redes Ethereum compatibles mejorando sus velocidades de transacción, reduciendo las comisiones y proporcionando una mejor experiencia para los desarrolladores.

Para el frontend se construye una interfaz web 3 para interactuar con el contrato inteligente mediante las funcionalidades de conexión con la wallet, visualización de saldo y registro de transferencias.

La capa de middleware comunica el frontend con el backend empleando Web3.js – Ether.js y Node.js – Express.js; y se desarrolla con Web3.js – Express.js los oráculos para la gestión de almacenamiento off-chain. Esta capa de servicios y orquestación interactúa con los contratos inteligentes, sirve datos a las interfaces de usuario, gestiona la identidad y proporciona APIs para la integración con sistemas y almacenamientos externos.

4.8 Arquitectura del sistema

El sistema se estructura en las siguientes capas (ver Fig. 1):

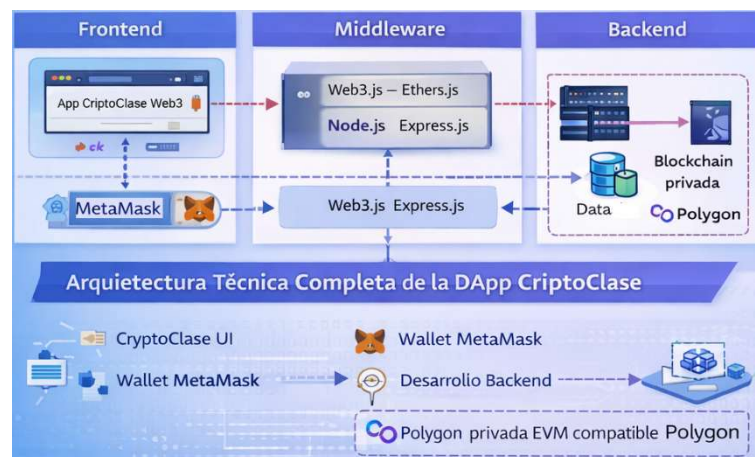


Fig. 1. Diagrama de arquitectura de token CCL.

- Capa de backend: implementa la lógica de negocio en Polygon sobre una red blockchain privada.
- Capa de middleware: servicios de integración y APIs.
- Capa de frontend: interfaz web para interacción de usuarios y conexión con wallets como MetaMask para firma de transacciones.

5 Resultados

Se identifican como resultados de esta experiencia innovaciones introducidas por el sistema de recompensas educativas CriptoClase respecto al proceso tradicional y los beneficios para cada uno de los participantes.

5.1 Innovaciones introducidas por CriptoClase

En los sistemas educativos tradicionales, el reconocimiento de participación enfrenta múltiples limitaciones:

- Subjetividad: la valoración de la participación depende del criterio del docente sin mecanismos objetivos de registro.
- Falta de trazabilidad: no existe un historial verificable de participaciones acumuladas.
- Pérdida de información: los registros en sistemas centralizados pueden perderse o alterarse.
- Incentivos efímeros: las recompensas no se acumulan ni tienen permanencia en el tiempo.

CriptoClase aborda estas limitaciones mediante:

- Registro inmutable: cada transferencia de tokens queda permanentemente registrada en blockchain, creando un historial inalterable de participaciones.
- Sistema transparente: todas las transacciones son visibles y verificables por los participantes, eliminando asimetrías de información.
- Incentivo gamificado: los estudiantes pueden acumular tokens a lo largo del tiempo, generando motivación sostenida.
- Acumulación verificable: el saldo de tokens en la wallet de cada estudiante constituye una prueba objetiva de su participación acumulada.

5.2 Beneficios para los participantes

Se considera que este sistema tiene beneficios tanto para los estudiantes, como para los docentes, pero también para la institución educativa.

Los beneficios para los estudiantes son:

- Incentivo tangible: el token constituye una representación concreta del reconocimiento obtenido.
- Reconocimiento público: la posesión de tokens es visible dentro del ecosistema.
- Acumulación de logros: permite construir un historial verificable de participación a lo largo del curso.

Los beneficios para los docentes son:

- Herramienta motivacional: proporciona un instrumento efectivo para incentivar la participación estudiantil.

- Registro automático: elimina la necesidad de llevar registros manuales de participación.
- Sistema transparente: los estudiantes pueden verificar que las recompensas se distribuyen equitativamente.

Y la institución educativa tiene estos beneficios:

- Innovación pedagógica: incorpora tecnologías emergentes en prácticas educativas.
- Trazabilidad académica: genera registros inmutables del compromiso estudiantil.
- Adopción tecnológica: familiariza a estudiantes y docentes con tecnologías blockchain.

5.3 Aportes desde la perspectiva CTS: alfabetizaciones emergentes y transformación de la práctica áulica

Más allá de los beneficios instrumentales vinculados a la gamificación y la trazabilidad de recompensas, la implementación de CriptoClase en el aula introduce dimensiones de análisis propias del campo de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

En primer lugar, se considera que la incorporación de una tecnología de registro distribuido en el aula no constituye un mero reemplazo instrumental de un sistema de puntos analógico por uno digital. Implica, por el contrario, la introducción de una nueva racionalidad tecnológica que desafía concepciones arraigadas sobre la naturaleza del reconocimiento académico.

En segundo lugar, la adopción de CriptoClase promueve formas incipientes de lo que podría denominarse alfabetización en tecnologías descentralizadas. Esta alfabetización no se reduce a la adquisición de habilidades operativas (manejo de wallets, firma de transacciones, consulta de saldos), sino que implica el desarrollo de una competencia crítica para comprender los supuestos subyacentes a las arquitecturas tecnológicas.

Desde la perspectiva del docente, CriptoClase también promueve una alfabetización específica. El docente no solo opera el sistema, sino que debe diseñar las reglas de emisión, definir el catálogo de beneficios y administrar el ciclo de vida de los tokens. Esta responsabilidad implica comprender las implicancias de sus decisiones sobre la emisión y sobre la gobernanza. El docente se convierte, de este modo, en un diseñador de incentivos y en un administrador de una microeconomía áulica, roles que requieren reflexión explícita sobre la justicia distributiva, la equidad y la transparencia en el aula.

Sin embargo, desde una perspectiva CTS, es necesario también señalar los riesgos y limitaciones de esta transformación. La introducción de tecnologías blockchain en el aula no está exenta de reproducir lógicas tecnocráticas. Existe el peligro de que el sistema reduzca la riqueza de la participación educativa a una métrica cuantitativa (número de tokens acumulados), desatendiendo dimensiones cualitativas como la profundidad del aporte o la colaboración entre pares.

En síntesis, el desafío pedagógico no es solo técnico (que el sistema funcione), sino fundamentalmente formativo: que docentes y estudiantes desarrollen la capacidad de usar críticamente estas herramientas, comprendiendo tanto sus potencialidades como sus limitaciones y riesgos.

6 Discusión

Los resultados obtenidos a partir del modelado conceptual y desarrollo del sistema CriptoClase permiten reflexionar sobre múltiples dimensiones que abarcan aspectos técnicos, pedagógicos, regulatorios y de adopción.

Es fundamental establecer explícitamente que el token CCL no posee valor económico. El contrato inteligente incluye en su documentación y en la interfaz de usuario una declaración clara indicando:

- El token no tiene valor en ningún exchange, mercado de valores o instrumento financiero.
- Es exclusivamente una ficha de gamificación pedagógica sin respaldo en activos del mundo real.
- No genera obligaciones legales, económicas ni financieras para usuarios ni creadores.
- Su uso se limita estrictamente al ecosistema educativo donde fue emitido.

Esta declaración no es un mero formalismo, sino un requisito jurídico necesario para evitar que el sistema sea interpretado como una oferta de valores financieros o como un instrumento de inversión. En jurisdicciones como Estados Unidos (regulado por la SEC) o la Unión Europea (regulado por MiCA), la emisión de tokens transferibles con expectativa de lucro puede quedar sujeta a regulaciones financieras. Por lo tanto, el diseño de CCL incorpora deliberadamente mecanismos que impiden su comercialización: ausencia de mercado secundario, inexistencia de mecanismos de fijación de precio, y términos de uso que prohíben explícitamente su intercambio por valor económico.

No obstante, incluso con estas salvaguardas, persiste el riesgo de que usuarios malintencionados intenten crear mercados informales (por ejemplo, mediante acuerdos privados) para intercambiar tokens CCL. Este fenómeno, observado en sistemas de puntos comerciales y monedas virtuales de juegos, sugiere la conveniencia de complementar las restricciones técnicas con cláusulas contractuales claras y monitoreo de plataformas externas.

Además, se identificaron los siguientes desafíos para su implementación y replicabilidad:

- Adopción tecnológica: Tanto docentes como estudiantes requieren familiarizarse con wallets digitales (MetaMask), conceptos de blockchain (direcciones, transacciones, “gas fees”, etc.) y procedimientos de seguridad (respaldo de frases semilla).
- Experiencia de usuario: la complejidad inherente a las interacciones con blockchain debe ser abstraída por una interfaz intuitiva.
- Gobernanza: es necesario definir mecanismos claros para la administración del contrato a largo plazo. Se define que el docente actúe como único administrador con capacidad de emitir tokens (minting) y quemarlos (burning).
- Escalabilidad: el sistema debe diseñarse considerando posibles expansiones a múltiples cursos e instituciones.

Es pertinente situar a CriptoClase en el contexto de otras iniciativas de tokenización educativa. Mientras que proyectos como EduCTX (Rachmawati et al.,

2023) se enfocan en la representación de créditos académicos intercambiables entre instituciones, o Blockcerts (Cambarieri et al., 2024) en la emisión de credenciales verificables, CriptoClase aborda un nicho diferente: la gamificación de la participación cotidiana en el aula. En comparación con sistemas de puntos tradicionales, CriptoClase ofrece ventajas distintivas: inmutabilidad (los puntos no pueden ser alterados retroactivamente por el docente), transparencia (todos los estudiantes pueden auditar las transferencias) y portabilidad (los tokens residen en wallets personales, no en una base de datos institucional). Sin embargo, estas ventajas tienen un costo en complejidad técnica y curva de aprendizaje, que debe ser justificado por el valor pedagógico añadido.

7 Conclusiones y trabajo futuro

Este artículo ha presentado el diseño conceptual de CriptoClase, un sistema de recompensas educativas basado en blockchain que transforma el reconocimiento de participación estudiantil en un activo digital verificable y acumulable. El sistema aborda las limitaciones de los mecanismos tradicionales mediante la aplicación de principios de inmutabilidad, transparencia y automatización proporcionados por los contratos inteligentes.

La implementación de un token ERC-20 permite a docentes emitir y otorgar tokens como reconocimiento de participación, y a estudiantes acumular y canjear estos tokens por beneficios académicos. El registro inmutable de cada transacción garantiza la trazabilidad de todas las operaciones, mientras que la naturaleza descentralizada elimina la posibilidad de manipulación de registros.

Se desarrolló un modelo conceptual para la tokenización de recompensas educativas que integra principios de gamificación, diseño de contratos inteligentes y consideraciones regulatorias. Este modelo puede ser replicado por otras instituciones que busquen implementar sistemas similares, adaptándolo a sus contextos específicos. Para lo cual, se ha aplicado la metodología de "Modelado de contratos inteligentes dirigido por casos de uso", demostrando su eficacia para el diseño de sistemas blockchain en contextos educativos. La utilización de patrones de eventos ha permitido una especificación clara y estructurada del comportamiento del token CCL.

El sistema propuesto busca proporcionar una herramienta motivacional efectiva, que también familiarice a estudiantes y docentes con tecnologías blockchain en un contexto pedagógico controlado. La experiencia adquirida con CriptoClase puede servir como base para explorar aplicaciones más complejas de tokenización en entornos educativos, como la emisión de credenciales académicas verificables o sistemas de créditos intercambiables entre instituciones.

Las siguientes líneas de trabajo se identifican como extensiones naturales del proyecto agrupadas en tres horizontes temporales.

A corto plazo, en los próximos 12 meses, se continuará trabajando con la primera versión del sistema agregando las siguientes funcionalidades:

- Integración con sistemas institucionales: conexión con sistemas de gestión académica existentes
- Mecanismos de reputación: incorporación de sistemas de reputación basados en tokens acumulados

- Canjes automatizados: implementación de catálogos digitales para canje automático de tokens
- Análisis de datos: generación de métricas de participación a partir de los registros en blockchain.

A largo plazo, es deseable avanzar en otros desarrollos educativos relacionados, como por ejemplo:

- Wallets institucionales: Desarrollo de billeteras de custodia gestionadas por la institución educativa, que simplifiquen la experiencia de usuario y eliminen la necesidad de que los estudiantes gestionen claves privadas.
- Credenciales académicas verificables: Extensión del sistema hacia la emisión de microcredenciales y insignias digitales basados en blockchain, interoperables con estándares como credenciales abiertas y verificables por empleadores u otras instituciones.
- Créditos intercambiables: Exploración de sistemas de créditos académicos tokenizados que permitan el reconocimiento y transferencia de logros entre instituciones, facilitando la movilidad estudiantil y el aprendizaje a lo largo de la vida.
- DAO educativa: Investigación de modelos de gobernanza descentralizada (Organizaciones Autónomas Descentralizadas) para la administración colaborativa del sistema por parte de docentes, estudiantes y autoridades.
- Interoperabilidad multi-institucional: Diseño de una red blockchain compartida entre múltiples instituciones educativas que permita el reconocimiento mutuo de tokens y la construcción de un ecosistema de credenciales verificables a nivel regional o nacional.

El sistema propuesto, no solo proporciona una herramienta motivacional efectiva, sino que también familiariza a estudiantes y docentes con tecnologías blockchain en un contexto pedagógico controlado y de bajo riesgo. La experiencia adquirida con CriptoClase puede servir como base para explorar aplicaciones más complejas de tokenización en entornos educativos, como la emisión de credenciales académicas verificables, sistemas de créditos intercambiables entre instituciones, o incluso la creación de mercados internos de reconocimiento donde los estudiantes puedan "invertir" sus tokens en proyectos o actividades especiales.

Los primeros resultados obtenidos, aunque preliminares, permiten avanzar en la validación de una propuesta de recompensas educativas basada en blockchain, contribuyendo a la motivación y participación de los estudiantes en clase mediante el recurso de la gamificación pedagógica. Se espera que este trabajo inspire nuevas investigaciones y desarrollos en el campo de la tokenización educativa, un área con enorme potencial aún inexplorado.

En definitiva, CriptoClase representa un paso inicial hacia la construcción de un ecosistema educativo más transparente, motivador y alineado con las tecnologías que definirán el futuro del aprendizaje y el reconocimiento académico.

Nota 1: Para la elaboración de las figuras y la revisión del artículo se empleó el modelo LLM (DeepSeek).

Nota 2: El autor agradece a U.T.N., por medio del Centro CIDS y a CYTED, por medio de la Red RIBCI, por el apoyo financiero que hizo posible la realización de

este proyecto de investigación y la vinculación internacional de su equipo de investigadores respectivamente.

Referencias

- Almeida, A., Kalinowski, M., Uchoa, A., & Feijó, A. (2023). Negative effects of gamification in education: A systematic mapping study. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107142>.
- Ayala Hidalgo, S. A., Mosquera Hidalgo, P. M., Mejía Tanguila, O. C., Alvarado Diaz, M. L., & Quinzo Guevara, J. I. (2025). Gamificación como Estrategia para Mejorar la Motivación y el Rendimiento Académico en Estudiantes de Secundaria: Una Revisión Sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 3305-3323. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.18985.
- Bless, C., Denzler, A., Karras, O., & Auer, S. (2024). A reputation system for scientific contributions based on a token economy. *Lecture Notes in Computer Science*, 41-61.
- Cambarieri, M., Viadana, A., Rached Galera, S., Jauge, M., García Martínez, N. (2024). Explorando el potencial de las microcredenciales y la tecnología Blockchain para la Transformación Digital en la Educación Superior. Libro de Actas de 30° Congreso Argentino de Ciencias de la Computación - CACIC 2024, 1416-1424.
- Cram-Martos, V., González, J., Ramírez, L.M., Arteaga, J. (2025). El uso potencial de cadenas de bloques (blockchain) en el comercio internacional y su facilitación. Ed. CEPAL.
- DeepSeek AI. (s.f.). DeepSeek. Recuperado el 10 de junio de 2026, de <https://www.deepseek.com>.
- EduVerse. (2024). EduVerse: 3D Metaverse platform with Aptos blockchain rewards [GitHub repository]. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://github.com/NeonKazuhu/EduVerse>
- Medina, O. C., Marciszack, M. M., Romero, R. A., Meloni, B. E., Strub, A. M., Romero, M. S., Morardo, D., & Nájera Gibert, J. I. (2024). Una aproximación al uso de patrones de eventos para el modelado de contratos inteligentes. *Realidad Empresarial*, (19), Edición Especial. Universidad UCA El Salvador.
- Ocheja, J. O., Agbo, F. J., Oyelere, S. S., Flanagan, B., & Ogata, H. (2022). Blockchain in education: A systematic review and practical case studies. *IEEE Access*, 10, 99525-99540.
- Polygon. (s.f.). Polygon technology. Recuperado el 10 de junio de 2026, de <https://polygon.technology>.
- Rachmawati, A., Adji, T. B. & Setiawan, N. A. (2023). Improved Credit Document Blockchain System Using EduCTX Platform with Decentralized Storage Filecoin. *International Conference on Information Technology and Computing (ICITCOM)*, Yogyakarta, Indonesia, 2023, pp. 169-174.
- Queiroz, B. A., Westphall, J., & Martina, J. E. (2024). Badges as a gamification tool in higher education through tokenization. In *2024 IEEE ARGENCON* (pp. 1-6). IEEE.
- Stamatakis, D., Kogias, D. G., Leligou, H. C., Karkazis, P. A., & Penalvo, E. (2024). GENERA card game: Serious gaming with blockchain for renewable energy education. In *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1-8). IEEE.
- Stefansson, G., Jonsdottir, A. H., Gunnarsson, B., & Lentin, J. (2024). On-chain services for education in slums and refugee camps. *International Journal of Learning Technology*, 10(6), 697-702.
- Xue, J., Li, G., & Dmitry Ivanov, D. (2025). Digital transformation in the blockchain era: Balancing efficiency and resilience in operations management. *International Journal of Production Economics*, Volume 282, 109525. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109525>.