Academic Gamification for Verifiable Learning Achievements: A Model and Teaching Best Practices

Alfonso David Grateron-Cabarcas[1]; Alejandro Sanchez-Diaz[1]; Maria Fernanda Medina-Reyes[1]; Joaquin Lara-Sierra[1]; Jairo Serrano-Castañeda[1]
[1] Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia, *agrateron@utb.edu.co, alsanchez@utb.edu.co, mmedina@utb.edu.co, jlara@utb.edu.co, jserrano@utb.edu.co*

Abstract– ***Gamification is widely used in virtual learning environments to promote student participation, engagement, and perceived progress. However, many gamified rewards remain confined within the learning management system, have limited persistence, and are difficult to verify once the course has ended. This paper presents MeritCoin, an academic gamification model integrated with Moodle for recognizing learning achievements through a reward unit, verifiable digital badges, and a course-based marketplace. The contribution focuses on educational innovation rather than technical infrastructure. The model aligns reward mechanics with learning objectives and motivational principles derived from self-determination theory, positions the teacher as the designer of reward rules, and proposes eight teaching best practices for transparent, equitable, and competency-oriented gamification. MeritCoin allows teachers to configure hierarchical reward rules at the activity, module, or course level, while students can monitor their balance, review earned badges, redeem course rewards, and share verifiable evidence beyond the LMS. The feasibility of the model is demonstrated through a functional prototype that implements the issuance, visualization, redemption, and public verification flow of rewards, supported by automated testing and an end-to-end simulation. The work is presented as a design and implementation case and defines an agenda for future empirical evaluation with students.***

Keywords-- ***Gamification, engineering education, digital badges, verifiable credentials, learning management systems.***

Academic Gamification for Verifiable Learning Achievements: A Model and Teaching Best Practices

Alfonso David Grateron-Cabarcas[1]; Alejandro Sanchez-Diaz[1]; Maria Fernanda Medina-Reyes[1]; Joaquin Lara-Sierra[1]; Jairo Serrano-Castañeda[1]
[1] Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia, *agrateron@utb.edu.co, alsanchez@utb.edu.co, mmedina@utb.edu.co, jlara@utb.edu.co, jserrano@utb.edu.co*

Abstract*– Gamification is widely used in virtual learning environments to promote student participation, engagement, and perceived progress. However, many gamified rewards remain confined within the learning management system, have limited persistence, and are difficult to verify once the course has ended. This paper presents MeritCoin, an academic gamification model integrated with Moodle for recognizing learning achievements through a reward unit, verifiable digital badges, and a course-based marketplace. The contribution focuses on educational innovation rather than technical infrastructure. The model aligns reward mechanics with learning objectives and motivational principles derived from self-determination theory, positions the teacher as the designer of reward rules, and proposes eight teaching best practices for transparent, equitable, and competency-oriented gamification. MeritCoin allows teachers to configure hierarchical reward rules at the activity, module, or course level, while students can monitor their balance, review earned badges, redeem course rewards, and share verifiable evidence beyond the LMS. The feasibility of the model is demonstrated through a functional prototype that implements the issuance, visualization, redemption, and public verification flow of rewards, supported by automated testing and an end-to-end simulation. The work is presented as a design and implementation case and defines an agenda for future empirical evaluation with students.

***Keywords*-- Gamification, engineering education, digital badges, verifiable credentials, learning management systems.**

I. Introducción

En la educación superior, motivar la participación estudiantil sigue siendo un desafío en cursos mediados por plataformas digitales, especialmente porque los entornos de e-learning pueden presentar baja motivación, limitada interacción y disminución del compromiso académico [1], [2]. A la vez, reconocer de manera significativa los logros de aprendizaje resulta clave en procesos formativos donde no solo se evalúan contenidos, sino también avances, competencias y desempeños aplicados. Esta necesidad es especialmente relevante en la formación en ingeniería, donde competencias como resolución de problemas, creatividad, innovación y trabajo aplicado atraviesan distintas asignaturas y experiencias curriculares. En esta línea, experiencias previas de educación universitaria muestran que la creatividad es un constructo asociado al desarrollo de habilidades estudiantiles y a la resolución de problemas, y que puede abordarse desde perspectivas multidisciplinares como la psicología cognitiva, las humanidades y la economía [3]. Además, el mismo trabajo muestra que asignaturas universitarias específicas relacionadas con la creatividad y el emprendimiento fortalecen capacidades creativas e innovadoras [3]. Estas habilidades se conciben como transversales a distintas áreas de conocimiento, lo que respalda la pertinencia de modelos aplicables más allá de una sola materia o programa [3]. En paralelo, las instituciones de educación superior utilizan ampliamente plataformas de e-learning para entregar cursos y actividades académicas [1]. Sin embargo, aunque los LMS como Moodle permiten gestionar actividades, calificaciones y seguimiento académico, sus reconocimientos suelen permanecer dentro de la plataforma y rara vez pueden verificarse externamente sin acceso institucional.

La gamificación se ha propuesto como una estrategia para fortalecer la participación y el compromiso en entornos virtuales de aprendizaje. Esta se entiende como el uso de elementos de diseño de juego en contextos no lúdicos [4]. En educación superior, suele implementarse mediante puntos, insignias, niveles, tablas de clasificación y retroalimentación de progreso [1]. La evidencia muestra efectos positivos en el aprendizaje en línea, especialmente en el rendimiento académico, aunque dichos efectos dependen del contexto, del diseño de la intervención y de los elementos utilizados [5], [2].

No obstante, gamificar no implica simplemente añadir recompensas. La teoría de la autodeterminación plantea que la motivación mejora cuando las experiencias apoyan la competencia, la autonomía y la relación [6]. Por ello, puntos, insignias o certificados deberían funcionar como señales de progreso asociadas a objetivos de aprendizaje, no solo como incentivos externos. Cuando las recompensas se aplican sin diseño pedagógico claro, pueden desplazar la motivación intrínseca y premiar la actividad superficial más que el aprendizaje significativo [6], [7].

Este artículo presenta MeritCoin, un modelo de gamificación académica orientado a logros de aprendizaje verificables en entornos virtuales. El modelo conserva mecánicas familiares en LMS, una unidad de recompensa, insignias de logro y un espacio de canje por curso, pero busca que sus resultados sean persistentes y verificables más allá de la plataforma. El énfasis es educativo más que técnico: se articulan las mecánicas con objetivos de aprendizaje, se sitúa al docente como diseñador de reglas y se proponen ocho buenas prácticas aplicables a cursos de ingeniería y otras áreas de formación. La contribución integra gamificación, control docente de las reglas y logros verificables más allá del LMS,

complementados con ocho buenas prácticas y un prototipo funcional.

II. Trabajos Relacionados

A. Gamificación en entornos virtuales de aprendizaje

La gamificación se entiende como el uso de elementos de diseño de juego en contextos no lúdicos para influir en la participación, la experiencia y el comportamiento de los usuarios [4]. En educación superior mediada por plataformas digitales, los elementos más frecuentes son puntos, insignias, tablas de clasificación, niveles y retroalimentación de progreso [1]. Estudios recientes sobre LMS gamificados muestran que factores como el disfrute percibido, la facilidad de uso y el compromiso de aprendizaje influyen positivamente en la actitud de los estudiantes hacia este tipo de sistemas [8].

En ingeniería, la gamificación se ha estudiado especialmente mediante rankings o leaderboards. Ortiz-Rojas et al. [9] encontraron mejoras significativas en el desempeño de estudiantes de ingeniería en un curso introductorio de programación gamificado con leaderboards. De forma similar, Cigdem et al. [10] reportaron que la incorporación de leaderboards en evaluaciones formativas en línea se asoció con mayor logro y compromiso en un curso de ingeniería. Sin embargo, estos estudios también advierten que el efecto de la gamificación depende del diseño, del contexto y del modo en que se implementan los elementos competitivos [9],[10].

B. Motivación y aprendizaje

La teoría de la autodeterminación explica la motivación a partir de tres necesidades psicológicas básicas: competencia, autonomía y relación [6]. Desde esta perspectiva, los elementos de juego no deberían operar solo como recompensas externas, sino como recursos que apoyen la percepción de progreso, elección y participación significativa. La evidencia experimental muestra que insignias, niveles, avatares, rankings y narrativas pueden afectar de manera diferenciada la satisfacción de estas necesidades psicológicas [11].

Por ello, la gamificación requiere diseño pedagógico. La literatura sobre e-learning señala que la gamificación puede mejorar la usabilidad y la experiencia de aprendizaje cuando se integra con el diseño instruccional, pero también puede generar efectos no deseados si se limita a recompensas extrínsecas poco alineadas con los objetivos formativos [7]. En este sentido, el reto no es añadir puntos o medallas, sino diseñar mecanismos de reconocimiento que refuercen el aprendizaje sin desplazar la motivación intrínseca.

C. Insignias digitales y logros académicos verificables

Las insignias digitales y las microcredenciales amplían las formas tradicionales de reconocimiento académico, porque permiten representar aprendizajes, habilidades y competencias específicas más allá de una calificación final. En educación superior, las microcredenciales se han estudiado como mecanismos flexibles para evidenciar competencias, fortalecer la empleabilidad y responder a necesidades emergentes del mercado laboral [12].

Sin embargo, el valor educativo de estos reconocimientos depende de que puedan compartirse, interpretarse y verificarse fuera del LMS. Open Badges surgió como una respuesta a esta necesidad mediante metadatos asociados a la emisión, el receptor, los criterios y la evidencia del logro; no obstante, la literatura advierte que las insignias pueden perder validez práctica si dependen de servicios de alojamiento que dejan de estar disponibles [13]. Por ello, los enfoques basados en blockchain y registros distribuidos se han propuesto como alternativas para ofrecer persistencia, trazabilidad y verificación independiente de credenciales educativas [13]. MeritCoin se ubica en esta línea, al buscar que los logros gamificados dentro del curso sean persistentes, verificables y reutilizables como evidencia académica.

D. Evidencia y advertencias

La evidencia sobre gamificación educativa es prometedora, pero no concluyente. Revisiones y metaanálisis muestran efectos positivos en aprendizaje en línea, especialmente en rendimiento académico, aunque dichos efectos están mediados por el nivel educativo, el tipo de actividad, los elementos de juego y la duración de la intervención [2]. A la vez, la literatura crítica advierte que muchas experiencias gamificadas carecen de justificación pedagógica suficiente y que los efectos dependen fuertemente del diseño y del contexto [14].

Los estudios con elementos competitivos requieren especial cautela. Hanus y Fox [15] encontraron que una experiencia gamificada con componentes competitivos podía reducir la motivación y el desempeño frente a un grupo de control. Cigdem et al. [10] también advierten que los leaderboards pueden generar beneficios de corto plazo, pero no necesariamente sostienen la atención del estudiante a largo plazo. Estos hallazgos no invalidan la gamificación; más bien justifican la necesidad de buenas prácticas que alineen recompensas, insignias y mecanismos de verificación con objetivos de aprendizaje y principios motivacionales sólidos.

III. MeritCoin como Modelo de Gamificación Académica

MeritCoin se concibe como un modelo de gamificación académica integrado con Moodle, orientado a reconocer logros de aprendizaje mediante recompensas, insignias y evidencias verificables. La Fig. 1 resume el bucle general del modelo: una actividad académica activa una regla definida por el docente, el sistema emite el reconocimiento correspondiente, el estudiante lo consulta o utiliza dentro del curso, y la evidencia puede verificarse públicamente.

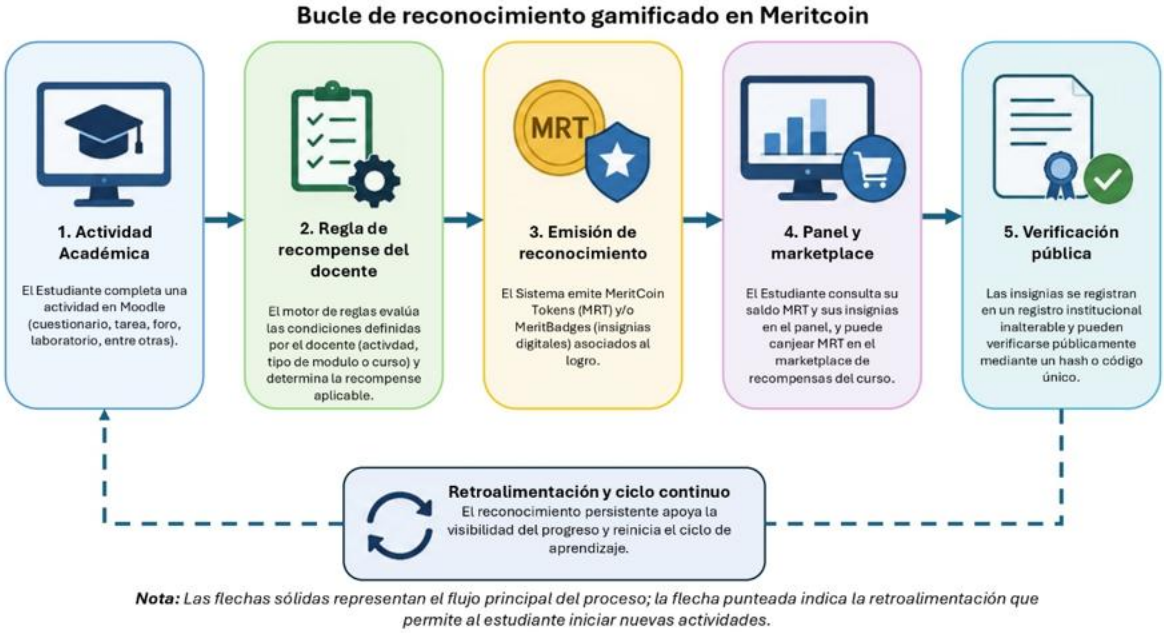


Fig 1. Bucle de reconocimiento gamificado: una actividad académica activa una regla de recompensa definida por el docente, que genera una recompensa académica y una insignia verificable.

. *A. Economía académica de recompensas*

MeritCoin organiza el reconocimiento del estudiante mediante dos elementos complementarios: el MeritCoin Token (MRT), entendido como una unidad de recompensa académica, y las MeritBadges, insignias digitales asociadas a logros específicos. En la documentación del sistema, MRT se define como un token fungible usado como moneda de recompensa académica, mientras que MeritBadge se define como una insignia digital asociada a logros concretos y verificable públicamente.

En la experiencia del estudiante, los MRT se obtienen al completar actividades académicas que cumplen reglas previamente configuradas por el docente. El saldo se muestra en un panel dentro de Moodle y puede utilizarse en un marketplace de recompensas por curso. El objetivo no es crear una moneda financiera, sino una unidad de reconocimiento que haga visible el progreso del estudiante dentro del entorno de aprendizaje.

El valor diferencial del modelo es que el reconocimiento no queda limitado al registro interno del LMS. La documentación de MeritCoin señala que el sistema aborda problemas como la baja verificabilidad externa de calificaciones, la fragilidad de certificados PDF y la pérdida de valor de la gamificación al cerrar el semestre. Para los fines de este artículo, lo relevante no es la infraestructura técnica en sí misma, sino su función educativa: convertir un logro académico en un artefacto persistente, verificable y reutilizable como evidencia de aprendizaje.

B. Reglas de recompensa jerárquicas

La semántica de las recompensas se define mediante un motor de reglas configurado por el docente. El modelo contempla tres niveles de reglas:

1. Reglas por actividad específica

Se aplican a una actividad concreta del curso, por ejemplo, un laboratorio, un cuestionario, una entrega o un proyecto particular. Este nivel permite reconocer logros puntuales que el docente considera especialmente relevantes dentro de la asignatura.

2. Reglas por tipo de módulo

Se aplican a una categoría de actividades de Moodle, como tareas, cuestionarios, foros u otros módulos. Este nivel permite definir criterios de reconocimiento para conjuntos de actividades similares, sin configurar cada una de forma individual.

3. Reglas por curso

Se aplican como criterio general cuando no existe una regla más específica para la actividad o el tipo de módulo. Este nivel permite establecer una política básica de reconocimiento para toda la asignatura.

Cuando varias reglas aplican simultáneamente, MeritCoin resuelve la recompensa por prioridad: actividad específica > tipo de módulo > curso, como se muestra en la Fig. 2. Esta jerarquía está alineada con la documentación del MVP, donde se establece que el profesor puede definir reglas de recompensa con tres alcances —actividad, tipo de actividad y curso—, y que el sistema calcula el monto MRT mediante prioridad jerárquica de reglas.

Esta estructura permite adaptar la economía académica al diseño pedagógico de cada asignatura. Una actividad específica puede recibir una recompensa distinta si representa un logro clave del curso, mientras que las reglas por tipo de módulo o por curso permiten definir criterios más generales de reconocimiento. Además, el sistema contempla una nota mínima configurable y un límite total de MRT por estudiante y curso, lo que ayuda a evitar recompensas automáticas por mera actividad o acumulación artificial.

La decisión de ubicar el cálculo de la recompensa bajo control del docente es pedagógica. En lugar de fijar una lógica uniforme para todos los cursos, MeritCoin permite que cada profesor determine qué actividades merecen reconocimiento, bajo qué condiciones y con qué valor dentro de la economía del curso. Así, el docente no solo administra recompensas, sino que diseña la estructura de incentivos que acompaña los objetivos de aprendizaje.

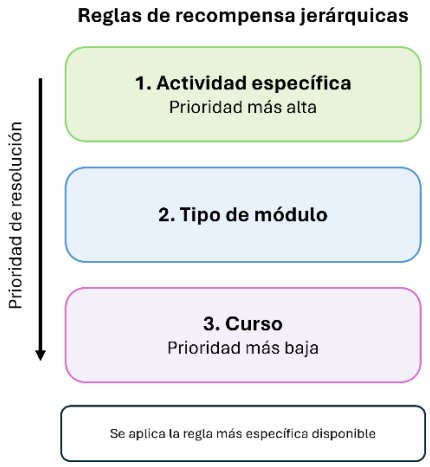


Fig 2. Reglas de recompensa jerárquicas: prevalece la regla más específica, lo que permite al docente controlar qué logros se reconocen y con cuántos MRT.

IV. Diseño Pedagógico

El valor pedagógico de MeritCoin no radica únicamente en sus mecánicas de juego, sino en la articulación intencionada de estas con el proceso de aprendizaje. Bajo este enfoque, las recompensas y las insignias digitales se vinculan con el progreso y los logros académicos, en lugar de utilizarse únicamente como mecanismos de recompensa. Esta orientación se alinea con la teoría de la autodeterminación, que sitúa la competencia, la autonomía y la relación como necesidades psicológicas básicas para favorecer la motivación [6],[11].

En MeritCoin, la dimensión de competencia se aborda mediante recompensas e insignias asociadas a logros académicos definidos por el docente. La autonomía se considera en dos niveles: por un lado, el docente conserva control pedagógico sobre qué actividades reconocer, bajo qué condiciones y con cuántos MRT; por otro, el estudiante puede visualizar su progreso, consultar sus insignias y decidir cómo utilizar sus recompensas dentro del marketplace del curso. De esta manera, los incentivos pueden alinearse con los objetivos de aprendizaje de cada asignatura, en lugar de premiar la actividad por sí misma.

La verificación pública del reconocimiento busca que la insignia pueda utilizarse más allá del aula y del período académico. Asimismo, el límite de MRT por estudiante y curso responde a un principio de equidad, al evitar acumulaciones artificiales o recompensas desproporcionadas. La decisión de mantener los datos personales fuera del registro verificable incorpora la privacidad como una restricción de diseño desde el inicio, no como un añadido posterior.

Una dimensión de la teoría de la autodeterminación queda solo parcialmente atendida: la relación o sentido de pertenencia a una comunidad de aprendizaje [6]. El modelo actual enfatiza la competencia y el progreso individual y, por diseño, evita las tablas de clasificación públicas para reducir comparaciones sociales potencialmente perjudiciales [15]. Esta decisión fortalece la equidad y reduce la presión competitiva, pero deja una dimensión social menos desarrollada. Futuras versiones podrían incorporar reconocimientos de cohorte, insignias colaborativas o validaciones entre pares, de manera que se fortalezca la pertenencia sin reintroducir dinámicas de competencia excesiva.

V. Experiencia del Estudiante y Reconocimiento Verificable

A. *Un escenario ilustrativo de aula*

Considérese un curso introductorio de programación. El docente decide que dos proyectos de laboratorio desarrollados durante la mitad del período representan logros relevantes del curso y configura reglas de nivel de actividad que otorgan MRT solo cuando la entrega alcanza una nota mínima aprobatoria. De esta manera, el sistema no premia la mera entrega de una actividad, sino el cumplimiento de un criterio académico definido por el docente.

A medida que los estudiantes aprueban cada laboratorio, reciben MRT y una MeritBadge asociada al logro alcanzado, y pueden visualizar su saldo e insignias en el panel del estudiante. Cerca del final del período, un estudiante canjea los MRT acumulados por un beneficio definido por el docente en el marketplace del curso. Tras finalizar la asignatura, ese mismo estudiante puede compartir la evidencia verificable de su insignia, por ejemplo, como parte de una postulación a una pasantía o de un portafolio académico. Un tercero puede confirmar la autenticidad del reconocimiento sin acceder al LMS institucional.

Este escenario ilustra el arco completo del modelo: una experiencia gamificada dentro del curso que genera evidencia verificable fuera de él, bajo el control pedagógico del docente.

B. *Panel del estudiante y marketplace*

El panel del estudiante muestra el saldo de MRT, el historial de recompensas y las insignias obtenidas, y permite

seguir el progreso académico gamificado sin salir del LMS. Hacer visible el progreso constituye una decisión de diseño motivacional, pues puede apoyar la percepción de competencia del estudiante, una de las necesidades psicológicas básicas planteadas por la Teoría de la Autodeterminación [6]. Además, estudios sobre gamificación educativa muestran que los elementos de diseño, como insignias, niveles o retroalimentación de progreso, pueden contribuir a la satisfacción de necesidades psicológicas cuando se integran de forma significativa al proceso de aprendizaje [11].

La Fig. 3 muestra la experiencia de MeritCoin orientada al estudiante dentro del LMS. El panel permite a los estudiantes consultar su saldo de MRT, las insignias obtenidas y el historial de recompensas, mientras que el marketplace les permite canjear los MRT acumulados por recompensas del curso definidas por el docente.

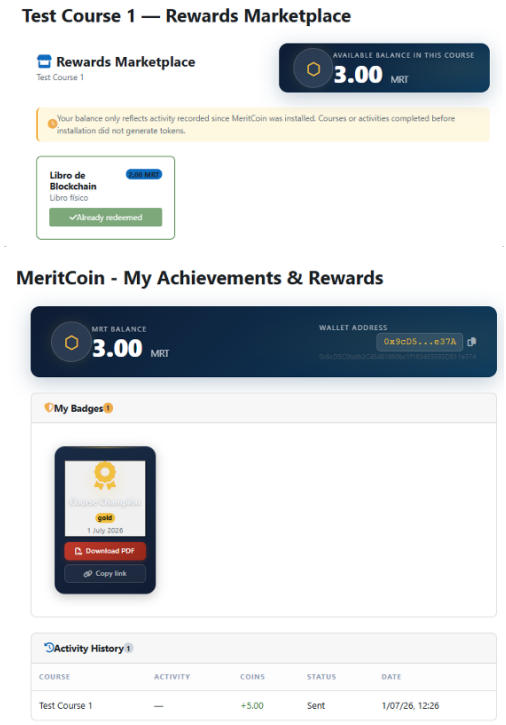


Fig 3. Experiencia de MeritCoin orientada al estudiante dentro del LMS: (a) panel del estudiante con saldo de MRT, insignia obtenida e historial de recompensas; y (b) marketplace de recompensas del curso para canjear los MRT acumulados.

El marketplace funciona como un espacio de recompensas por curso, donde los estudiantes pueden canjear MRT por beneficios definidos por el docente. El canje consume los tokens acumulados, lo que cierra el ciclo de emisión,

Fig 3. Experiencia de MeritCoin orientada al estudiante dentro del LMS: (a) panel del estudiante con saldo de MRT, insignia obtenida e historial de recompensas; y (b) marketplace de recompensas del curso para canjear los MRT acumulados.

acumulación y gasto, y mantiene acotada la economía académica del curso. En el prototipo de MeritCoin, el flujo completo valida esta lógica mediante la emisión de MRT, la emisión de una insignia, la verificación del reconocimiento y el canje de recompensa, con actualización del saldo del estudiante después del gasto.

C. *MeritBadges y verificación pública*

Las MeritBadges son insignias digitales asociadas a logros académicos verificables. Cada insignia puede consultarse públicamente mediante un hash o identificador de verificación, sin autenticarse en Moodle, de modo que un tercero, por ejemplo, un empleador, una institución o un evaluador externo, pueda confirmar la autenticidad del reconocimiento. El sistema también permite generar certificados PDF descargables e imprimibles, lo que facilita compartir la evidencia del logro en formatos familiares para contextos académicos o profesionales.

La significación educativa de este mecanismo es que el reconocimiento se vuelve portable. El estudiante puede llevar la evidencia verificable de un logro académico fuera del curso y hacerla confirmar de forma independiente. Esta característica diferencia una insignia verificable de un marcador interno del LMS. La literatura sobre insignias digitales y credenciales verificables advierte que el valor de estos reconocimientos depende de su capacidad para persistir, compartirse y verificarse más allá de la plataforma que los emitió [13]. En la misma línea, las microcredenciales en educación superior se han estudiado como mecanismos flexibles para evidenciar competencias específicas y apoyar la proyección académica o profesional de los estudiantes [12].

VI. Buenas Prácticas Docentes para la Gamificación

La lectura conjunta del diseño de MeritCoin y de la literatura permite derivar ocho buenas prácticas docentes. No constituyen una receta cerrada, sino criterios de diseño para orientar el uso de recompensas, insignias y mecanismos de reconocimiento en entornos virtuales de aprendizaje.

BP1. Alinear las recompensas con objetivos de aprendizaje, no con la actividad. La gamificación debe integrarse con el diseño instruccional y no limitarse a premiar acciones superficiales, como hacer clic o entregar una actividad sin evidenciar logro académico [7]. En MeritCoin, las reglas pueden asociarse a calificaciones y a una nota mínima configurable.

BP2. Dar control pedagógico al docente. La pertinencia de una recompensa depende del contexto, del tipo de actividad y de los objetivos de cada curso, pues los efectos de la gamificación varían según el diseño de la intervención [5]. En MeritCoin, el docente configura reglas por actividad, módulo o curso.

BP3. Equilibrar motivación intrínseca y extrínseca. Las recompensas pueden apoyar la percepción de competencia, pero también desplazar el interés si se vuelven el objetivo principal [6], [11]. En MeritCoin, el MRT funciona como

incentivo complementario y se limita mediante un tope por curso.

BP4. Hacer el reconocimiento significativo y duradero. Las insignias adquieren valor cuando representan logros específicos y pueden verificarse más allá del curso [13]. En MeritCoin, las MeritBadges pueden compartirse y verificarse más allá del período académico.

BP5. Usar la competición con cautela. La competición puede ser motivadora en algunos escenarios, pero también puede generar comparación social, presión innecesaria o desmotivación en estudiantes con menor desempeño. Por ello, MeritCoin enfatiza el progreso individual y evita tablas de clasificación públicas.

BP6. Garantizar equidad y transparencia. Las reglas claras favorecen la confianza del estudiante y reducen comportamientos estratégicos no deseados. En MeritCoin, las reglas pueden hacerse visibles y el tope por curso previene acumulaciones desproporcionadas.

BP7. Proteger la privacidad del estudiante. El reconocimiento académico no debe exponer datos personales, calificaciones ni información sensible. En MeritCoin, la evidencia pública se apoya en identificadores ofuscados o hashes, sin acceso al LMS ni a datos privados.

BP8. Evaluar de forma continua el efecto. La evidencia sobre gamificación es heterogénea y dependiente del contexto; por ello, no deben asumirse efectos positivos automáticos [14]. En MeritCoin, la trazabilidad permite futuros estudios sobre participación, desempeño, uso de recompensas y percepción estudiantil.

VII. Validación

A. Validación funcional

El prototipo implementa las funcionalidades principales requeridas por el modelo MeritCoin: captura de eventos académicos, configuración de reglas de recompensa, emisión de MRT y MeritBadges, panel del estudiante, marketplace por curso, canje de recompensas, verificación pública de insignias y generación de certificados PDF. En conjunto, estas funcionalidades permiten ejercitar el flujo general del sistema, desde el evento académico que activa una recompensa hasta la emisión de una insignia verificable.

La validación funcional se complementó con una simulación de extremo a extremo. En esta prueba, el sistema provisionó una wallet para un estudiante, emitió 5.0 MRT, generó una MeritBadge, ejecutó el canje de una recompensa por 2.0 MRT y actualizó el balance final del estudiante a 3.00 MRT. Además, el prototipo rechazó correctamente un evento duplicado mediante idempotencia y bloqueó una solicitud con firma HMAC inválida. Estos resultados muestran que el flujo de emisión, acumulación, canje y control de seguridad opera de forma consistente en el escenario evaluado.

B. Viabilidad técnica

Más allá de la cobertura funcional, la viabilidad técnica se evaluó mediante pruebas automatizadas sobre los contratos inteligentes y los servicios del backend. Los contratos fueron evaluados con Hardhat, con 19 pruebas exitosas sobre emisión de tokens, emisión de insignias, roles, eventos, pausabilidad e idempotencia. El backend fue evaluado con Pytest, con 36 pruebas exitosas asociadas a integración blockchain, procesamiento de eventos y gestión de wallets.

En total, el prototipo cuenta con 55 pruebas automatizadas exitosas, además de una simulación E2E del flujo principal. Esta validación respalda la factibilidad técnica de la implementación, pero no constituye evidencia de impacto educativo. La evaluación futura con estudiantes considerará motivación, participación, percepción de utilidad y desempeño académico, mediante instrumentos validados, registros del LMS y comparación con una condición de referencia.

El resumen de la validación técnica se presenta en la TABLA I.

TABLA I.
Resultados de validación técnica del prototipo.

Capa evaluada	***Pruebas / evidencia***	***Estado***
Contratos inteligentes	19 pruebas automatizadas	Exitosas
Backend	36 pruebas automatizadas	Exitosas
Flujo end-to-end	Simulación completa del ciclo principal	Exitosa
Total automatizado	55 pruebas	Exitosas

Estos resultados respaldan la factibilidad técnica del prototipo, aunque no constituyen todavía evidencia de impacto educativo con estudiantes reales.

VIII. Discusión y Lecciones Aprendidas

MeritCoin extiende la gamificación tradicional al transformar los logros académicos en evidencias verificables y portables. La distinción entre una insignia interna del LMS y una insignia verificable públicamente no es solo una diferencia de presentación. Mientras la primera suele operar como un marcador de progreso dentro de una asignatura, la segunda puede compartirse y ser validada por terceros sin depender del acceso al LMS. Esta característica se alinea con la literatura sobre credenciales digitales, que destaca la importancia de la persistencia, la verificabilidad y la gestión confiable de los reconocimientos académicos [13].

La principal lección del caso es que las decisiones más relevantes para el aprendizaje no son únicamente tecnológicas, sino pedagógicas. La misma infraestructura puede sostener una gamificación significativa o una que premie actividad superficial, según cómo el docente configure las reglas. Por ello, trasladar el control de las recompensas al docente no es un detalle de implementación, sino una decisión de diseño pedagógico. Esta observación coincide con estudios que advierten que los efectos de la gamificación dependen del contexto, del diseño de la intervención y de su integración con los objetivos de aprendizaje [5], [7].

El enfoque resulta pertinente para la educación en ingeniería, donde los cursos suelen involucrar laboratorios, proyectos, retos de programación y productos evaluables que

pueden asociarse a logros específicos. Una insignia verificable por completar un hito de laboratorio, resolver un reto técnico o aprobar una actividad práctica puede funcionar como evidencia complementaria al registro interno de calificaciones. Incorporar este reconocimiento en el LMS cotidiano, bajo control del docente, ofrece una vía de baja fricción hacia formas iniciales de reconocimiento verificable de logros académicos dentro de los cursos, sin reemplazar la evaluación formal ni los criterios académicos institucionales.

Estos beneficios, sin embargo, tienen límites. El prototipo valida la factibilidad funcional y técnica del modelo, pero no demuestra todavía efectos sobre motivación, participación o desempeño académico. La literatura sobre gamificación educativa muestra resultados heterogéneos y dependientes del diseño, por lo que no deben asumirse beneficios automáticos [14], [5]. Una evaluación futura debería comparar secciones gamificadas y no gamificadas de un mismo curso, medir la motivación con instrumentos validados, analizar la participación mediante registros del LMS y considerar una duración suficiente para observar si el interés se mantiene más allá del efecto de novedad. Desde la Teoría de la Autodeterminación, dicha evaluación también debería examinar si el sistema apoya la competencia, la autonomía y la relación, en lugar de limitarse a medir el uso de recompensas [6].

IX. Conclusiones y Trabajo Futuro

Este artículo presentó MeritCoin, un modelo de gamificación académica para logros verificables en entornos virtuales de aprendizaje, junto con ocho buenas prácticas docentes derivadas de su diseño y de la literatura. Un prototipo en funcionamiento lo valida de forma funcional mediante 55 pruebas automatizadas exitosas y una simulación end-to-end del flujo principal. A lo largo del trabajo, el énfasis ha sido educativo: cómo las mecánicas se conectan con objetivos de aprendizaje y con la motivación, y cómo un docente puede aplicarlas bien.

La prioridad del trabajo futuro es realizar un piloto controlado de aula con estudiantes, con medidas de motivación y desempeño, que permita convertir el presente caso de diseño, y las buenas prácticas propuestas, en una contribución con fundamento empírico.

Además, el trabajo futuro incluye:

– Medir motivación y participación
– Evaluar la percepción de utilidad
– Analizar la apropiación de competencias digitales y Web3
– Fortalecer la integración institucional
– Implementar el pinning real de metadatos Open Badges
– Ampliar la analítica educativa.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Tecnológica de Bolívar por su apoyo.

Referencias

[1] A. Khaldi, R. Bouzidi, and F. Nader, "Gamification of e-learning in higher education: A systematic literature review," Smart Learning Environments, vol. 10, no. 1, Art. no. 10, 2023, doi: 10.1186/s40561-023-00227-z.

[2] Q. Yu, K. Yu, and B. Li, "Can gamification enhance online learning? Evidence from a meta-analysis," Education and Information Technologies, vol. 29, pp. 4055–4083, 2024, doi: 10.1007/s10639-023-11977-1.

[3] P. Vázquez-Miraz, "La enseñanza de la creatividad en alumnos de psicología de la Universidad Tecnológica de Bolívar (Cartagena, Colombia)," ArtsEduca, no. 30, pp. 131–142, 2021, doi: 10.6035/artseduca.5640.

[4] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "From game design elements to gamefulness: Defining gamification," in Proc. 15th International Academic MindTrek Conference, Tampere, Finland, 2011, pp. 9–15, doi: 10.1145/2181037.2181040.

[5] J. Hamari, J. Koivisto, and H. Sarsa, "Does gamification work? — A literature review of empirical studies on gamification," in Proc. 47th Hawaii International Conference on System Sciences, Waikoloa, HI, USA, 2014, pp. 3025–3034, doi: 10.1109/HICSS.2014.377.

[6] R. M. Ryan and E. L. Deci, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being," American Psychologist, vol. 55, no. 1, pp. 68–78, 2000, doi: 10.1037/0003-066X.55.1.68.

[7] A. Ghai and U. Tandon, "Integrating gamification and instructional design to enhance usability of online learning," Education and Information Technologies, vol. 28, pp. 2187–2206, 2023, doi: 10.1007/s10639-022-11202-5.

[8] M. Younas, U. Noor, R. Menhas, Y. Jiang, and D. A. S. El-Dakhs, "Exploring university students' attitudes toward gamified learning management systems: An extended technology acceptance model approach," European Journal of Education, vol. 61, Art. no. e70531, 2026, doi: 10.1111/ejed.70531.

[9] M. Ortiz-Rojas, K. Chiluiza, and M. Valcke, "Gamification through leaderboards: An empirical study in engineering education," Computer Applications in Engineering Education, vol. 27, no. 4, pp. 777–788, 2019, doi: 10.1002/cae.12116.

[10] H. Cigdem, M. Ozturk, Y. Karabacak, N. Atik, S. Gürkan, and M. H. Aldemir, "Unlocking student engagement and achievement: The impact of leaderboard gamification in online formative assessment for engineering education," Education and Information Technologies, vol. 29, pp. 24835–24860, 2024, doi: 10.1007/s10639-024-12845-2.

[11] M. Sailer, J. U. Hense, S. K. Mayr, and H. Mandl, "How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction," Computers in Human Behavior, vol. 69, pp. 371–380, 2017, doi: 10.1016/j.chb.2016.12.033.

[12] N. T. N. Ha, N. Van Dyke, and M. Spittle, "Micro-credentials in higher education: Perceived benefits for graduate employability and interest levels in micro-credentials for training employability skills," Studies in Higher Education, 2025, doi: 10.1080/03075079.2025.2516709.

[13] M. Jirgensons and J. Kapenieks, "Blockchain and the future of digital learning credential assessment and management," Journal of Teacher Education for Sustainability, vol. 20, no. 1, pp. 145–156, 2018, doi: 10.2478/jtes-2018-0009.

[14] C. Dichev and D. Dicheva, "Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review," International Journal of Educational Technology in Higher Education, vol. 14, Art. no. 9, 2017, doi: 10.1186/s41239-017-0042-5.

[15] M. D. Hanus and J. Fox, "Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance," Computers & Education, vol. 80, pp. 152–161, 2015, doi: 10.1016/j.compedu.2014.08.019.