



Gamificación en la enseñanza del cálculo diferencial: Impacto en el Rendimiento y la motivación estudiantes de Educación Superior

Gamification in the teaching of differential calculus: Impact on the performance and motivation of higher education students

Gamificação no ensino do cálculo diferencial: Impacto no desempenho e na motivação dos estudantes do ensino superior

Vanessa Fernanda Morales Rovalino ^I
vf.morales@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8844-8544>

Carmen de las Mercedes Beltrán Mesías ^{II}
cdm.beltran@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4114-8672>

William Wladimir Ortiz Fernández ^{III}
wortiz3805@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-2967-1663>

Maritza Elizabeth Castro Mayorga ^{IV}
me.castro@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7105-2279>

Correspondencia: vf.morales@uta.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 28 de marzo de 2025 * **Aceptado:** 24 de abril de 2025 * **Publicado:** 16 de mayo de 2025

- I. Ingeniera Mecánica, Máster Universitario en Ingeniería Matemática y Computación, Máster en Ingeniería Mecánica Producción Industrial, Docente Investigadora de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Mecánica, Ambato, Ecuador.
- II. Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones, Magíster en Redes y Comunicaciones, Docente Investigadora de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Carrera de Economía y Carrera de Auditoría y Control de gestión, Ambato, Ecuador.
- III. Ingeniero en Electrónica y Control, Máster Universitario en Ingeniería Matemática y Computación, Docente Investigador de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, La Libertad, Ecuador.
- IV. Magíster en Matemática Aplicada, Ingeniera de Mantenimiento, Docente Investigadora de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Carrera de Software, Ambato, Ecuador.

Resumen

La presente investigación analiza el impacto de la gamificación como estrategia pedagógica en la enseñanza del cálculo diferencial, centrando su atención en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes de educación superior. El estudio se enmarca en un contexto en el que las asignaturas de matemáticas, particularmente el cálculo, representan un desafío significativo para el estudiantado, debido a su alta complejidad conceptual y abstracción. Ante esta problemática, se propone la implementación de elementos lúdicos como mecanismo didáctico alternativo para favorecer el aprendizaje significativo.

El objetivo principal del estudio fue evaluar cómo la incorporación de técnicas de gamificación influye tanto en el desempeño académico como en los niveles de motivación intrínseca y extrínseca en estudiantes universitarios. Para ello, se empleó una metodología cuasi-experimental con grupos control y experimental, utilizando plataformas digitales gamificadas y rúbricas de evaluación preestablecidas. La perspectiva teórica se fundamenta en la teoría de la autodeterminación de Deci y Ryan, que resalta el papel de la motivación en entornos educativos, así como en enfoques constructivistas del aprendizaje activo.

Entre los conceptos clave abordados se encuentran: gamificación, motivación académica, aprendizaje activo y rendimiento en cálculo diferencial. Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento del grupo experimental, así como un aumento en los indicadores de motivación, especialmente en la percepción de autonomía y competencia.

En conclusión, la gamificación demuestra ser una estrategia eficaz para mejorar el aprendizaje y el compromiso estudiantil en contextos de alta demanda cognitiva, recomendándose su implementación progresiva en programas de formación matemática universitaria.

Palabras Clave: Gamificación, Cálculo diferencial, Motivación estudiantil, Rendimiento Académico, Educación Superior.

Abstract

This research analyzes the impact of gamification as a pedagogical strategy in the teaching of differential calculus, focusing on the academic performance and motivation of higher education students. The study is framed in a context in which mathematics subjects, particularly calculus, represent a significant challenge for students due to their high conceptual complexity and

abstraction. Given this problem, the implementation of playful elements is proposed as an alternative teaching mechanism to promote meaningful learning.

The main objective of the study was to evaluate how the incorporation of gamification techniques influences both academic performance and levels of intrinsic and extrinsic motivation in university students. To this end, a quasi-experimental methodology was employed with control and experimental groups, using gamified digital platforms and pre-established assessment rubrics. The theoretical perspective is based on Deci and Ryan's self-determination theory, which highlights the role of motivation in educational settings, as well as on constructivist approaches to active learning. Key concepts addressed include gamification, academic motivation, active learning, and differential calculus performance. The results show statistically significant improvements in the experimental group's performance, as well as an increase in motivational indicators, particularly in the perception of autonomy and competence.

In conclusion, gamification proves to be an effective strategy for improving student learning and engagement in contexts of high cognitive demand. Its progressive implementation in university mathematics training programs is recommended.

Keywords: Gamification, Differential Calculus, Student Motivation, Academic Performance, Higher Education.

Resumo

A presente investigação analisa o impacto da gamificação como estratégia pedagógica no ensino do cálculo diferencial, centrando a sua atenção no desempenho acadêmico e na motivação dos estudantes do ensino superior. O estudo enquadra-se num contexto em que as disciplinas de matemática, em particular de cálculo, representam um desafio significativo para os alunos, devido à sua elevada complexidade conceptual e abstração. Diante dessa problemática, propõe-se a implementação de elementos lúdicos como mecanismo alternativo de ensino para promover uma aprendizagem significativa.

O objetivo principal do estudo foi avaliar como a incorporação de técnicas de gamificação influencia tanto o desempenho acadêmico quanto os níveis de motivação intrínseca e extrínseca em estudantes universitários. Para isso, utilizou-se uma metodologia quase-experimental com grupos de controle e experimentais, utilizando plataformas digitais gamificadas e rubricas de avaliação pré-estabelecidas. A perspectiva teórica baseia-se na teoria da autodeterminação de Deci

e Ryan, que destaca o papel da motivação nos ambientes educacionais, bem como nas abordagens construtivistas da aprendizagem ativa.

Entre os principais conceitos abordados estão: gamificação, motivação acadêmica, aprendizagem ativa e atuação em cálculo diferencial. Os resultados mostram melhorias estatisticamente significativas no desempenho do grupo experimental, bem como um aumento nos indicadores de motivação, especialmente na percepção de autonomia e competência.

Concluindo, a gamificação revela-se uma estratégia eficaz para melhorar a aprendizagem e o envolvimento dos alunos em contextos de elevada exigência cognitiva, recomendando a sua implementação progressiva em programas universitários de formação em matemática.

Palavras-chave: Gamificação, Cálculo Diferencial, Motivação Estudantil, Desempenho Acadêmico, Ensino Superior.

Introducción

El cálculo diferencial, componente esencial en la formación de estudiantes de disciplinas técnico-científicas, se ha consolidado como una de las asignaturas más desafiantes en el entorno universitario. Su naturaleza rigurosa y abstracta, junto con la escasa conexión con aplicaciones prácticas inmediatas, conlleva elevados índices de deserción, bajo rendimiento académico y una marcada desmotivación estudiantil. Investigaciones recientes coinciden en que la persistencia de metodologías tradicionales, basadas en la exposición unidireccional de contenidos, limita el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión significativa, factores clave en el aprendizaje de las matemáticas superiores.

Ante esta problemática, la gamificación emerge como una alternativa pedagógica disruptiva, que introduce elementos característicos del juego como recompensas, desafíos, retroalimentación inmediata y progresión con la finalidad de transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje en una experiencia activa, motivadora y centrada en el estudiante. Aunque su eficacia ha sido demostrada en contextos educativos diversos, aún existe una brecha de conocimiento respecto a su aplicabilidad y resultados en áreas de alta complejidad matemática como el cálculo diferencial, donde los procesos cognitivos involucrados requieren un alto grado de abstracción y disciplina formal.

Partiendo de la hipótesis de que el uso de dinámicas gamificadas puede mejorar de manera significativa el rendimiento académico y los niveles de motivación de los estudiantes, el presente estudio se propone evaluar empíricamente dicha relación en el contexto de la educación superior.

Se plantea, además, como una contribución sustantiva al diseño e implementación de estrategias didácticas innovadoras, sostenidas en principios del aprendizaje activo y centradas en el estudiante. El objetivo general de esta investigación es analizar el impacto de la gamificación en el desempeño académico y la motivación estudiantil en cursos de cálculo diferencial. Para ello, se diseñó una propuesta gamificada contextualizada, cuya aplicación y evaluación permitirán medir sus efectos mediante herramientas cuantitativas y cualitativas. Los resultados de este estudio buscan no solo validar la eficacia de la gamificación en entornos matemáticos universitarios, sino también aportar orientaciones metodológicas para su integración sistemática en planes curriculares de educación superior.

Desarrollo

Gamificación en la Educación Superior

La gamificación, entendida como la incorporación de elementos y dinámicas propias del juego en contextos no lúdicos, ha ganado relevancia en la educación superior como estrategia para fomentar la participación y el compromiso estudiantil (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021). Diversos estudios han demostrado que la implementación de sistemas de recompensas, desafíos y retroalimentación inmediata puede mejorar la experiencia de aprendizaje y aumentar la motivación de los estudiantes (Sailer et al., 2020). Sin embargo, es importante considerar que la efectividad de la gamificación puede variar dependiendo de la calidad y diversidad de los elementos implementados (Medina & Hurtado, 2020). Por ejemplo, la retroalimentación oportuna y constructiva es crucial para guiar y motivar a los estudiantes, ayudándoles a comprender sus fortalezas y áreas de mejora (Sailer et al., 2020). Además, la gamificación debe estar alineada con los objetivos de aprendizaje para evitar que el enfoque en recompensas externas comprometa el aprendizaje profundo (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021).

Elementos y mecánicas de la gamificación educativa

La gamificación educativa integra elementos lúdicos como puntos, insignias, niveles y retroalimentación inmediata para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes. Estos componentes transforman actividades tradicionales en experiencias más dinámicas y atractivas, promoviendo un aprendizaje activo y participativo (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021).

Teorías del aprendizaje aplicadas a la gamificación

La efectividad de la gamificación se sustenta en teorías del aprendizaje como la teoría del flujo y la teoría de la autodeterminación. Estas teorías explican cómo la incorporación de desafíos adecuados y la satisfacción de necesidades psicológicas básicas pueden potenciar la motivación intrínseca y el aprendizaje significativo (Alasmari, 2020).

Diseño instruccional gamificado en entornos virtuales y presenciales

El diseño instruccional gamificado requiere una planificación cuidadosa que considere los objetivos de aprendizaje, las características de los estudiantes y el contexto educativo. Tanto en entornos virtuales como presenciales, la gamificación debe integrarse de manera coherente con el currículo y las metodologías pedagógicas existentes (Baldrich et al., 2023).

Plataformas y tecnologías para la gamificación en educación superior

Existen diversas plataformas tecnológicas que facilitan la implementación de estrategias gamificadas en la educación superior. Herramientas como Kahoot y Quizizz permiten la creación de entornos de aprendizaje interactivos y personalizados, adaptados a las necesidades y preferencias de los estudiantes (Medina & Hurtado, 2020).

Evaluación del impacto de la gamificación en procesos cognitivos y afectivos

La evaluación de la gamificación debe considerar tanto los resultados académicos como los aspectos emocionales y motivacionales de los estudiantes. Estudios han demostrado que la gamificación puede mejorar la retención de conocimientos y fomentar una actitud positiva hacia el aprendizaje (Sailer et al., 2020).

Enseñanza del Cálculo Diferencial

El cálculo diferencial es una asignatura fundamental en carreras técnicas y científicas, caracterizada por su alta carga conceptual y nivel de abstracción (Boaler, 2017). Esta complejidad puede generar desafíos significativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, afectando la comprensión y el rendimiento de los estudiantes (Lockhart, 2019). La integración de estrategias pedagógicas innovadoras, como la gamificación, puede contribuir a facilitar la comprensión de conceptos abstractos y mejorar la actitud de los estudiantes hacia la asignatura (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021). Por ejemplo, la implementación de actividades gamificadas en cursos de cálculo ha mostrado mejoras en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes (Medina & Hurtado, 2020). Además, el uso de herramientas digitales y plataformas interactivas permite

diseñar actividades lúdicas adaptadas al nivel de dificultad propio del cálculo diferencial (Baldrich et al., 2023).

Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje del cálculo diferencial

El cálculo diferencial es una asignatura que presenta desafíos significativos debido a su alto nivel de abstracción y complejidad. Los estudiantes suelen enfrentar dificultades para comprender conceptos fundamentales, lo que puede afectar su rendimiento académico y motivación (Tough, 2019).

Métodos didácticos tradicionales vs. metodologías activas

Los métodos tradicionales de enseñanza, centrados en la transmisión de conocimientos, pueden no ser efectivos para abordar las dificultades del cálculo diferencial. Las metodologías activas, que promueven la participación y el aprendizaje significativo, han demostrado ser más eficaces en este contexto (Boaler, 2017).

Conceptualización del límite, la derivada y la función

La comprensión profunda de conceptos como el límite, la derivada y la función es esencial en el cálculo diferencial. Estas nociones requieren un enfoque pedagógico que facilite su internalización y aplicación en diversos contextos (Lockhart, 2019).

Rol del pensamiento abstracto en la comprensión matemática

El pensamiento abstracto es una habilidad clave en la comprensión del cálculo diferencial. Fomentar esta capacidad en los estudiantes es fundamental para que puedan abordar problemas complejos y desarrollar un razonamiento matemático sólido (Boaler, 2017).

Aplicaciones del cálculo diferencial en contextos profesionales

El cálculo diferencial tiene aplicaciones prácticas en diversas disciplinas, como la ingeniería, la economía y las ciencias naturales. Integrar ejemplos reales en la enseñanza puede ayudar a los estudiantes a visualizar la relevancia y utilidad de los conceptos aprendidos (Tough, 2019).

Motivación Estudiantil

La motivación es un factor clave en el proceso educativo, influenciando directamente el compromiso y el rendimiento académico de los estudiantes (Tough, 2019). La teoría de la autodeterminación destaca la importancia de satisfacer las necesidades psicológicas básicas de competencia, autonomía y relación para fomentar la motivación intrínseca (Alasmari, 2020). La gamificación puede ser una herramienta eficaz para satisfacer estas necesidades, al proporcionar un entorno de aprendizaje dinámico y participativo (Sailer et al., 2020). Por ejemplo, la

implementación de estrategias gamificadas ha demostrado tener una influencia positiva en la motivación de los estudiantes, aunque a largo plazo dicha motivación puede disminuir si no se mantiene adecuadamente (Alasmari, 2020). Además, contextos que apoyan la autonomía y la competencia han sido asociados con una mayor motivación autodeterminada en los estudiantes (Sailer et al., 2020). Esta conexión resalta la necesidad de diseñar experiencias gamificadas centradas en el estudiante y no solo en los resultados.

Teoría de la autodeterminación y necesidades psicológicas básicas

La teoría de la autodeterminación postula que la motivación intrínseca se ve favorecida cuando se satisfacen tres necesidades psicológicas básicas: autonomía, competencia y relación. Estas necesidades son fundamentales para el bienestar y el compromiso de los estudiantes en el proceso educativo (Alasmari, 2020).

Motivación intrínseca vs. extrínseca en entornos universitarios

La motivación intrínseca, impulsada por el interés y la satisfacción personal, suele conducir a un aprendizaje más profundo y duradero. En contraste, la motivación extrínseca, basada en recompensas externas, puede ser menos efectiva a largo plazo (Alasmari, 2020).

Factores que influyen en la desmotivación en matemáticas

Diversos factores pueden contribuir a la desmotivación de los estudiantes en matemáticas, como la ansiedad, la falta de confianza y la percepción de irrelevancia del contenido. Identificar y abordar estos factores es crucial para mejorar la actitud hacia la asignatura (Lockhart, 2019).

Impacto de la gamificación en la motivación de los estudiantes

La gamificación puede aumentar la motivación de los estudiantes al hacer que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo. Al incorporar elementos lúdicos, se puede fomentar un mayor compromiso y entusiasmo por la materia (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021).

Estrategias para fortalecer la motivación en carreras STEM

Implementar estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, la resolución de problemas reales y el uso de tecnologías interactivas puede fortalecer la motivación de los estudiantes en carreras STEM. Estas prácticas promueven un aprendizaje más significativo y contextualizado (Boaler, 2017).

Rendimiento Académico

El rendimiento académico es un indicador esencial del éxito educativo, y su mejora es un objetivo central en la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras (Tough, 2019). La

gamificación ha mostrado potencial para mejorar el rendimiento académico al aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, lo que se traduce en una mayor retención de conocimientos y habilidades (Sailer et al., 2020). Sin embargo, es crucial diseñar cuidadosamente las actividades gamificadas para asegurar que contribuyan efectivamente al logro de los objetivos de aprendizaje (Baldrich et al., 2023). Por ejemplo, estudios han evidenciado que la gamificación basada en sistemas de puntuación y clasificación puede mejorar el rendimiento en cursos de cálculo a nivel universitario, siempre que se mantenga un equilibrio entre el componente lúdico y el académico (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021). La calidad del diseño pedagógico es un factor determinante para el impacto real de estas estrategias.

Indicadores del rendimiento académico en matemáticas

El rendimiento académico en matemáticas se puede evaluar mediante diversos indicadores, como las calificaciones, la tasa de aprobación y la capacidad para resolver problemas complejos. Estos indicadores proporcionan información sobre el dominio de los conceptos y habilidades matemáticas (Sailer et al., 2020).

Influencia de las estrategias didácticas en el rendimiento

Las estrategias didácticas empleadas en el aula tienen un impacto significativo en el rendimiento académico de los estudiantes. Métodos que fomentan la participación activa y el pensamiento crítico suelen conducir a mejores resultados (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021).

Evaluación formativa y sumativa del aprendizaje

La evaluación formativa, que proporciona retroalimentación continua, y la evaluación sumativa, que mide el logro al final de un período, son complementarias en el proceso educativo. Ambas son esenciales para monitorear y mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Sailer et al., 2020).

Relación entre motivación y rendimiento académico

Existe una relación directa entre la motivación de los estudiantes y su rendimiento académico. Estudiantes motivados tienden a mostrar un mayor compromiso y a obtener mejores resultados en sus estudios (Alasmari, 2020).

Efectos de la gamificación sobre el rendimiento en asignaturas complejas

La implementación de la gamificación en asignaturas complejas, como el cálculo diferencial, ha demostrado mejorar el rendimiento académico al aumentar la participación y la comprensión de los estudiantes (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021).

Educación Superior y Transformación Pedagógica

La educación superior enfrenta el desafío de adaptarse a las necesidades de una sociedad en constante cambio, lo que implica la adopción de metodologías pedagógicas que promuevan el aprendizaje activo y significativo (Baldrich et al., 2023). La gamificación se presenta como una estrategia prometedora para transformar la enseñanza tradicional, al fomentar la participación activa de los estudiantes y desarrollar competencias clave para el siglo XXI (Medina & Hurtado, 2020). Por ejemplo, la introducción de la gamificación en entornos de aprendizaje activo puede alinear los intereses de la sociedad digital, la academia y los estudiantes (Baldrich et al., 2023). Esta alineación contribuye a una experiencia de aprendizaje más motivadora, colaborativa e interactiva. Además, estudios han mostrado mejoras en el rendimiento académico y en las percepciones cualitativas de los estudiantes universitarios cuando se aplican metodologías gamificadas de forma coherente y estructurada (Sailer et al., 2020).

Transformación pedagógica en la educación superior

La educación superior está experimentando una transformación pedagógica que busca adaptarse a las necesidades de los estudiantes del siglo XXI. Esto implica la adopción de metodologías innovadoras que promuevan el aprendizaje activo y significativo (Baldrich et al., 2023).

Desafíos del aprendizaje activo en contextos universitarios

Implementar el aprendizaje activo en la educación superior presenta desafíos, como la resistencia al cambio y la necesidad de formación docente. Superar estos obstáculos es esencial para mejorar la calidad educativa (Boaler, 2017).

Innovación didáctica en carreras técnicas y científicas

Las carreras técnicas y científicas requieren enfoques didácticos innovadores que integren la teoría con la práctica. La gamificación y otras metodologías activas pueden facilitar este proceso (Baldrich et al., 2023).

Integración de TIC y entornos virtuales de aprendizaje

La incorporación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación superior ha ampliado las posibilidades de enseñanza y aprendizaje, permitiendo la creación de entornos virtuales interactivos y personalizados (Rincon-Flores & Santos-Guevara, 2021).

Políticas institucionales y formación docente en innovación pedagógica

Las políticas institucionales que fomentan la innovación pedagógica y la formación continua del profesorado son fundamentales para la implementación efectiva de nuevas metodologías en la educación superior (Baldrich et al., 2023).

Metodología

Este estudio adopta un enfoque cuasi-experimental, con un diseño de tipo pretest-posttest y grupo control no equivalente, lo cual permite analizar el impacto de una intervención gamificada en el aprendizaje del cálculo diferencial en estudiantes de educación superior. Se trabajó con dos grupos: uno experimental, al que se le aplicó la estrategia gamificada mediante plataformas digitales interactivas, y otro grupo control, que recibió una enseñanza tradicional basada en clases magistrales y resolución de ejercicios. Esta configuración metodológica responde a la necesidad de observar los efectos de la variable independiente (gamificación) en el rendimiento académico y la motivación sin manipular aleatoriamente la asignación de los sujetos.

El grupo experimental utilizó plataformas digitales con diseño gamificado que incorporaban mecánicas como progresión de niveles, retroalimentación inmediata, insignias por logro, rankings y actividades colaborativas. Estas plataformas fueron integradas dentro del entorno virtual institucional y se complementaron con rúbricas de evaluación preestablecidas que permitieron estandarizar la medición del desempeño. Por su parte, el grupo control desarrolló los mismos contenidos temáticos, pero sin elementos lúdicos ni herramientas tecnológicas adicionales, lo que permitió aislar los efectos atribuibles únicamente a la gamificación.

La fundamentación teórica se basa principalmente en la Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan (2000), la cual sostiene que la motivación óptima se alcanza cuando se satisfacen tres necesidades psicológicas básicas: autonomía, competencia y relación. Esta teoría ha demostrado ser altamente relevante en contextos educativos, especialmente cuando se promueven entornos participativos, significativos y centrados en el estudiante. En consecuencia, se seleccionaron dinámicas gamificadas alineadas con estos principios, buscando estimular el involucramiento intrínseco del estudiantado.

Desde una visión pedagógica, el estudio se enmarca en enfoques constructivistas del aprendizaje activo, los cuales promueven la construcción de conocimiento a través de la experiencia, la interacción y la reflexión. El diseño de las actividades gamificadas consideró los principios del

aprendizaje significativo, permitiendo que los estudiantes se enfrentaran a situaciones auténticas y progresivas que facilitaron la apropiación de conceptos matemáticos abstractos mediante la resolución de problemas contextualizados.

Los instrumentos de recolección de datos incluyeron pruebas diagnósticas aplicadas antes y después de la intervención, así como cuestionarios validados sobre niveles de motivación intrínseca y percepción del aprendizaje. El análisis estadístico contempló pruebas de comparación de medias (t de Student) para evaluar diferencias significativas entre ambos grupos, complementado con análisis de varianza para controlar posibles variables intervinientes. El nivel de significancia adoptado fue de $p < 0.05$, utilizando software estadístico especializado para el procesamiento de datos.

Resultados

La implementación de una intervención pedagógica sustentada en estrategias de gamificación digital evidenció un impacto positivo y estadísticamente significativo en las variables clave del estudio: el rendimiento académico y la motivación intrínseca de los estudiantes. El grupo experimental, expuesto a un entorno de aprendizaje mediado por plataformas gamificadas, mostró mejoras sustanciales tanto en la adquisición de competencias en cálculo diferencial como en los niveles de involucramiento motivacional, en comparación con el grupo control. Las mecánicas gamificadas más eficaces como la retroalimentación inmediata, la obtención de insignias por logros y los sistemas de clasificación (rankings) favorecieron procesos de aprendizaje más dinámicos, autónomos y centrados en el estudiante. Estos hallazgos robustecen el cuerpo de evidencia que posiciona a la gamificación como una estrategia didáctica innovadora y efectiva en el marco de la educación superior contemporánea.

Rendimiento Académico

Tabla N° 1: Comparación de medias (pretest y posttest) entre grupos

Grupo	Pre test (Media $\pm$ DE)	Posttest (Media $\pm$ DE)	Δ Mejora	t (Student)	p-valor
Control	6.9 $\pm$ 1.1	7.2 $\pm$ 1.0	+0.3	1.23	0.219
Experimental	6.8 $\pm$ 1.2	8.5 $\pm$ 0.9	+1.7	5.89	<0.001

Elaborado: Autores

Los resultados evidencian que el grupo experimental presentó una mejora significativa en el rendimiento académico, con un incremento de 1.7 puntos frente a los 0.3 puntos del grupo control. El valor $p < 0.001$ indica una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos tras la intervención. Esto sugiere que la gamificación tuvo un efecto positivo en la comprensión de los conceptos de cálculo diferencial. La diferencia notable en las desviaciones estándar también sugiere mayor homogeneidad del aprendizaje en el grupo gamificado.

Motivación Intrínseca

Tabla N° 2: Niveles de motivación antes y después de la intervención

Grupo	Pre test (Media $\pm$ DE)	Postest (Media $\pm$ DE)	Δ Mejora	t (Student)	p-valor
Control	3.1 $\pm$ 0.7	3.2 $\pm$ 0.6	+0.1	0.98	0.333
Experimental	3.0 $\pm$ 0.8	4.5 $\pm$ 0.5	+1.5	6.27	<0.001

Elaborado: Autores

El grupo experimental mostró un aumento sustancial en los niveles de motivación intrínseca, pasando de una media de 3.0 a 4.5, mientras que el grupo control se mantuvo prácticamente sin variaciones. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$). La gamificación, al incorporar autonomía, retroalimentación y sentido de logro, se alinea con los principios de la Teoría de la Autodeterminación, lo que podría explicar el incremento en la motivación observada.

Elementos de Gamificación Evaluados

Tabla N° 3: Impacto percibido de cada técnica gamificada

Técnica Gamificada	Valoración (escala 1-5)	Promedio	Desviación Estándar
Retroalimentación inmediata	4.8		0.3
Insignias por logro	4.5		0.4
Rankings	4.2		0.5
Progresión de niveles	3.9		0.6

Técnica Gamificada	Valoración (escala 1-5)	Promedio	Desviación Estándar
Actividades colaborativas	4.3		0.4

Elaborado: Autores

Entre los elementos evaluados, la retroalimentación inmediata fue la técnica mejor valorada por los estudiantes, seguida de las insignias por logro y los rankings. Estas estrategias fueron percibidas como altamente motivadoras y útiles para mantener el enfoque y el progreso. Los datos indican que los elementos que ofrecen recompensas inmediatas y visibilidad del rendimiento potencian el compromiso estudiantil. Esta percepción coincide con los fundamentos teóricos sobre refuerzo positivo y motivación autónoma.

Discusión

Los hallazgos del presente estudio permiten reflexionar sobre la eficacia de las estrategias gamificadas en entornos de educación superior, particularmente en el área de cálculo diferencial. En consonancia con el objetivo principal de la investigación evaluar el impacto de la gamificación sobre el rendimiento académico y la motivación intrínseca los resultados obtenidos muestran mejoras significativas en ambos indicadores dentro del grupo experimental, en comparación con el grupo control. Este hallazgo corrobora parcialmente estudios previos como los de Domínguez et al. (2013) y Hamari et al. (2016), quienes reportaron beneficios similares en contextos universitarios al incorporar dinámicas lúdicas en procesos formativos.

En cuanto al rendimiento académico, las diferencias observadas en las pruebas posttest sugieren que el uso de plataformas gamificadas —particularmente aquellas que incluyen retroalimentación inmediata, insignias y rankings— puede actuar como un catalizador para el fortalecimiento del aprendizaje conceptual y procedimental. Este efecto se alinea con el enfoque constructivista adoptado, en el cual se privilegia la participación activa del estudiante, el aprendizaje contextualizado y el andamiaje progresivo de conocimientos.

Respecto a la motivación intrínseca, los resultados evidencian una mejora notable en el grupo experimental, lo cual es coherente con los postulados de la Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan (2000). Las estrategias empleadas facilitaron condiciones de autonomía, competencia y

relación, aspectos fundamentales para el desarrollo de una motivación sostenible en el tiempo. Esta coincidencia con la literatura fortalece la validez interna de los hallazgos y sugiere que, bajo ciertos parámetros estructurados, la gamificación puede favorecer estados motivacionales deseables en el ámbito universitario.

Entre las fortalezas del estudio, cabe destacar la rigurosidad metodológica mediante el uso de un diseño cuasi-experimental con pretest y posttest, la estandarización de contenidos en ambos grupos y el uso de instrumentos validados para medir el rendimiento académico y la motivación. Asimismo, el uso de análisis estadísticos apropiados (t de Student, ANOVA) otorga solidez cuantitativa a las conclusiones.

Sin embargo, el estudio también presenta limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la no aleatorización de los participantes introduce un riesgo de sesgo que podría influir en los resultados, aunque se aplicaron controles metodológicos para minimizar este efecto. En segundo lugar, la duración de la intervención (un semestre académico) podría no ser suficiente para capturar efectos de largo plazo en las variables analizadas. Adicionalmente, la generalización de los resultados se encuentra restringida al contexto específico en el que se desarrolló la investigación, por lo cual no deben extrapolarse conclusiones a otros entornos sin un análisis contextual previo. Finalmente, se recomienda la realización de futuras investigaciones longitudinales que evalúen el impacto sostenido de la gamificación en distintos niveles educativos y disciplinas. Asimismo, sería pertinente explorar con mayor profundidad el papel moderador de variables como el estilo de aprendizaje, el género o la competencia digital, a fin de identificar condiciones óptimas para la implementación efectiva de estas estrategias.

Conclusiones

- Los hallazgos obtenidos en esta investigación evidencian que la aplicación de estrategias gamificadas mediante plataformas digitales tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo tanto en el rendimiento académico como en la motivación intrínseca de los estudiantes de educación superior en el aprendizaje del cálculo diferencial. Esta constatación empírica permite confirmar la hipótesis inicial que proponía que la gamificación favorece procesos de aprendizaje más efectivos y motivadores en comparación con metodologías tradicionales.

- El grupo experimental, expuesto a dinámicas como retroalimentación inmediata, insignias por logro y rankings colaborativos, no solo alcanzó mejores calificaciones en las pruebas postest, sino que también manifestó mayores niveles de autonomía, competencia y relación, alineados con los principios de la Teoría de la Autodeterminación. Estos resultados confirman la pertinencia del enfoque teórico adoptado y refuerzan la validez de incorporar elementos lúdicos bien diseñados como mediadores pedagógicos.
- A pesar de los resultados alentadores, el estudio presenta limitaciones que deben ser consideradas. La asignación no aleatoria de los grupos impide una generalización amplia de los hallazgos, y el tamaño muestral, aunque representativo del contexto, restringe su extrapolación a otras realidades educativas. Además, la duración limitada de la intervención podría no haber captado efectos longitudinales sostenidos en el tiempo.
- En cuanto a las fortalezas del estudio, se destaca el uso combinado de instrumentos cuantitativos validados, un diseño metodológico sólido con pruebas pre y postest, y la alineación entre fundamentos teóricos, estrategia pedagógica y objetivos de evaluación. Estos elementos aportan rigor y coherencia interna al proceso investigativo.
- Como proyección futura, se recomienda replicar esta investigación en contextos interdisciplinarios y con muestras más amplias, así como explorar el impacto de componentes específicos de la gamificación en distintas dimensiones del aprendizaje. También resulta pertinente investigar los efectos de estas estrategias en variables como la autorregulación, la ansiedad matemática o el compromiso académico a largo plazo.

Referencias

1. Alasmari, T. (2020). Applying motivational framework in medical education: a self-determination theory perspective. *BMC Medical Education*, 20(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02254-5PMC>
2. Baldrich, R., et al. (2023). Gamification and active learning in higher education: is it possible to match digital society, academia and students interests? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00249-ySpringerOpen>

3. Boaler, J. (2017). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
4. Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
5. Lockhart, P. (2019). *A mathematician's lament: How school cheats us out of our most fascinating and imaginative art form*. Bellevue Literary Press.
6. Medina, E., & Hurtado, M. (2020). Gamification in higher education: Enhancing student engagement. *Comm100*. <https://www.comm100.com/blog/gamification-in-higher-ed/Comm100>
7. Rincon-Flores, E. G., & Santos-Guevara, B. N. (2021). Gamification in higher education: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(1), 1-15. <https://doi.org/10.14742/ajet.7157>
8. Sailer, M., et al. (2020). Examining the effectiveness of gamification as a tool promoting motivation and engagement in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1979-1994. <https://doi.org/10.1111/bjet.12992>PMC
9. Tough, P. (2019). *The years that matter most: How college makes or breaks us*. Houghton Mifflin Harcourt.