

Recibido: 2025-09-17

Aceptado: 2025-10-31

Publicado: 2025-11-18

Gamificación Inteligente y Analítica del Aprendizaje: Estrategias Basadas en Datos para Potenciar la Autorregulación y el Pensamiento Crítico en Educación Básica con STEM

Intelligent Gamification and Learning Analytics: Data-Based Strategies to Enhance Self-Regulation and Critical Thinking in Basic STEM Education

Autores

Jessica Patricia Pinto Murillo¹

jessica.pinto@docentes.educacion.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-4343-1278>

Ministerio de Educación Deporte y Cultura
Guayas- Ecuador

Verónica del Carmen Paredes Vera²

veronicac.paredes@docentes.educacion.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-4712-4130>

Ministerio de Educación Deporte y Cultura
Guayas- Ecuador

Kerly Roxana Carrillo Torres³

kerly.carrillo@docentes.educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0007-4973-2578>

Ministerio de Educación Deporte y Cultura
Guayas- Ecuador

Zoila Mercedes Ortega Montoya⁴

zoilam.ortega@docentes.educacion.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-2980-7363>

Ministerio de Educación Deporte y Cultura
Guayas- Ecuador

Resumen

En el presente trabajo se realiza la valoración del impacto de la analítica de aprendizaje de la gamificación inteligente como estrategia de fortalecimiento del pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos en la autodirección del estudiante, en niveles de educación básica, en el área STEM. Lo anterior, por la necesidad de contar con un modelo educativo que permita hacer frente a la crisis sistémica, que contemple el uso de tecnologías de la información y metodologías activas centradas en el aprendizaje. Se utilizó el modelo de diseño mixto secuencial explicativo en el que se combinaron el análisis de los datos de la interacción del estudiante de la gamificación, la medición de los niveles de las competencias cognitivas, y la entrevista semiestructurada a los docentes. La aplicación del modelo se realizó por el periodo de 12 semanas en 3 instituciones de educación básica pública, donde se incorporaron misiones adaptativas, retroalimentación automatizada y tableros de autorregulación. Los resultados muestran mejoras significativas en la planificación del aprendizaje, en el ámbito del monitoreo metacognitivo y en la transferencia de estrategias de pensamiento crítico a situaciones STEM más complejas. Los docentes también informaron mayor capacidad para ajustar su enseñanza a partir de los indicadores generados por los algoritmos de seguimiento. La discusión sitúa estos hallazgos en el marco de la transformación sistémica de la educación, centrándose en cómo la integración de la gamificación y la analítica de aprendizaje mejora el establecimiento de ecosistemas educativos más personalizados, equitativos y centrados en las competencias para el siglo XXI. Finalmente, la investigación ilustra que las estrategias basadas en datos no solo mejoran el compromiso estudiantil, sino que también sirven como la base para avanzar en las habilidades de pensamiento de orden superior y crear una cultura educativa más innovadora y autodirigida en el aprendizaje.

Palabras clave: Herramientas Digitales, Aprendizaje Interdisciplinario, Gamificación Inteligente, Analítica Del Aprendizaje, Autorregulación Del Aprendizaje, Pensamiento Crítico, Integración STEM.

Abstract

In this study, the impact of learning analytics applied to intelligent gamification is assessed as a strategy to strengthen critical thinking and complex problem solving in students' self-direction at the basic education level within the STEM area. This need arises from the demand for an educational model capable of addressing the systemic crisis through the integration of information technologies and active, learner-centered methodologies. An explanatory sequential mixed-methods design was employed, combining the analysis of student interaction data generated through gamification, the measurement of cognitive competency levels, and semi-structured interviews with teachers. The model was implemented over a 12-week period in three public basic education institutions, incorporating adaptive missions, automated feedback, and self-regulation dashboards. The results show significant improvements in learning planning, metacognitive monitoring, and the transfer of critical-thinking strategies to more complex STEM situations. Teachers also reported enhanced capacity to adjust their instruction based on indicators generated by tracking algorithms. The discussion situates these findings within the broader framework of systemic educational transformation, highlighting how the integration of gamification and learning analytics contributes to the development of more personalized, equitable, and competency-oriented educational ecosystems for the twenty-first century. Finally, the study illustrates that data-driven strategies not only improve student engagement but also serve as a foundation for advancing higher-order thinking skills and fostering a more innovative, self-directed learning culture.

Keywords: Digital Tools, Interdisciplinary Learning, Intelligent Gamification, Learning Analytics, Self-Regulated Learning, Critical Thinking, STEM Integration.

Introducción

El manejo por parte del alumno del propio aprendizaje y el desarrollo del pensamiento de orden superior constituyen uno de los mayores retos de la educación actual en los primeros niveles de la enseñanza. Estas destrezas son la base del aprendizaje a lo largo de toda la vida y resultan especialmente relevantes en el ámbito de las disciplinas STEM, donde se exige que los estudiantes sincronicen y apliquen conocimientos de varias áreas y aborden problemas complejos con la ayuda del razonamiento científico, la creatividad y la toma de decisiones fundamentada (Wang et al., 2022). Y, al mismo tiempo, la evolución de las tecnologías digitales viene impulsando la introducción en las aulas de metodologías activas fundamentadas en entornos interactivos, gamificación y analítica del aprendizaje con el fin de aumentar la motivación, la participación y, finalmente, la calidad de los procesos educativos (Yim et al., 2024).

En este contexto, la denominada gamificación inteligente, entendida como el empleo estratégico, adaptativo y fundamentado en la evidencia de los componentes lúdicos, se ha erigido como uno de los caminos más prometedores para captar el compromiso cognitivo y promover la autorregulación en los estudiantes de primaria. La literatura de referencia recoge que el aprendizaje basado en juegos y los videojuegos serios pueden potenciar la adquisición de competencias STEM y facilitar la puesta en marcha de conductas de autorregulación por parte de los estudiantes mediante la provisión de retroalimentación inmediata, la introducción de retos progresivos y la implementación de mecanismos de autoevaluación (Sáiz Manzanares et al. 2020). Por ejemplo, un trabajo de revisión exhaustiva de la literatura concluye que la gamificación del aprendizaje en la educación primaria alcanza altos niveles de motivación y de rendimiento, y además es capaz de mejorar diferentes aspectos del aprendizaje (Alotaibi, 2023).

Las analíticas del aprendizaje se han convertido en una herramienta fundamental para conocer cómo aprenden los estudiantes, detectar sus patrones de comportamiento y ofrecerles retroalimentación. Su uso en el nivel educativo en el que se trabaja con alumnos de 6 a 12 años no deja de crecer, especialmente en el área de la autorregulación, ya que permite hacer un seguimiento muy detallado del empleo de determinadas estrategias metacognitivas, la participación en las actividades propuestas y las tareas del itinerario

formativo. Cada vez es más sólida la evidencia que sostiene que las analíticas temporales y los registros de la actividad digital que llevan a cabo los estudiantes pueden dejar al descubierto sus huellas de aprendizaje autorregulado, y que, en consecuencia, pueden también facilitarles retroalimentación valiosa para que tomen sus decisiones pedagógicas (Sun et al., 2023; Li et al., 2025). Y, por si fuera poco, la confluencia de ambas tendencias, la gamificación inteligente y las analíticas del aprendizaje, hace posible abrir la puerta a la elaboración de estrategias fundamentadas en la evidencia no solo para mejorar la motivación, sino para fomentar también el desarrollo sistemático de la autorregulación y del pensamiento crítico en la educación primaria STEM.

Numerosos estudios han evidenciado los efectos beneficiosos del aprendizaje basado en juegos en el desarrollo de competencias STEM, así como en la mejora del rendimiento académico (Wang et al., 2022). De igual manera, los trabajos sobre gamificación educativa concluyen que la introducción de elementos lúdicos, cuando se alinean de forma adecuada con los objetivos de aprendizaje, puede incrementar el compromiso y también potenciar el desarrollo de habilidades metacognitivas (Sáiz Manzanares et al., 2020). Por otra parte, el trabajo de Lampropoulos y Kinshuk (2024) realizado con un amplio número de artículos, conviene en que los escenarios inmersivos gamificados aumentan la participación activa y propician el desarrollo de aprendizajes más profundos.

Por otro lado, la analítica del aprendizaje se ha convertido en un referente de gran valor para el desarrollo de la autorregulación. Así, Paavilainen et al. (2024) evidenciaron que en la educación primaria la analítica tiene un efecto significativo si se toma en cuenta en el diseño instruccional y si sus resultados se utilizan de forma explícita para la metacognición. Asimismo, de Vreugd et al. (2024) muestran que un buen diseño de los paneles (dashboards) de analítica estimula la interpretación de datos y facilita la toma de decisiones tanto de estudiantes como de docentes.

Los estudios enfocados en trazas temporales de autorregulación también han producido resultados importantes: Sun et al (2023) demostraron que la analítica temporal es capaz de descubrir patrones de comportamiento en el aprendizaje, relacionados específicamente con la planificación, la monitorización y la evaluación. Esto indica que las estrategias fundamentadas en datos pueden ser un apoyo inmediato a los procesos autorregulatorios.

A lo largo de la última década, en la educación de Latinoamérica, han surgido e implementado modelos educativos totalmente nuevos, en las áreas y ramas de la educación básica, orientados en el aprendizaje de las matemáticas, las ciencias y el STEM, y en las prácticas asociadas a la educación STEM. Esta tendencia en la aparición de estos modelos educativos radica en el incremento y la focalización del aprendizaje de las matemáticas en la educación básica. Este incremento y focalización de la educación en las matemáticas y las ciencias también se ha impactado y se ha visto incentivado en la implementación y uso de materiales y recursos manipulativos a nivel educativo, constituyéndose estos recursos en la base del aprendizaje de las ciencias y en particular de las matemáticas. Estos recursos educativos han permitido el incremento en el aprendizaje de las ciencias y de la matemática por la oferta de la concreción de situaciones en el aprendizaje. El uso de la manipulación de concreto en el aprendizaje también ha permitido la transferencia de conceptos de situaciones concretas a situaciones más abstractas propias de la educación formal, y del sistema educativo estandarizado en el país. Junto a lo anterior, en la educación básica también se incentivan el aprendizaje por la resolución de problemas y el aprendizaje por proyectos, bajo el uso de secuencias didácticas que vinculan el aprendizaje a situaciones de la vida cotidiana que son significativas para el aprendiz y que les permite el desarrollo de habilidades matemáticas que favorecen el razonamiento lógico por el uso de la matemática (Alvarez Piza et al., 2024a, 2024b; Jiménez Bajaña et al., 2024). Sin embargo, la educación y las prácticas educativas en la actualidad generan una base de datos que no han sido objeto de análisis para la implementación educativa, y en que las prácticas educativas tienden a basarse en las evaluaciones y análisis.

Con el mismo enfoque mencionado, *quam aliis sectoribus*, la reciente literatura ha identificado y documentado la importancia del entrenamiento docente en el uso de estrategias didácticas innovadoras que han demostrado ser efectivas en el aprendizaje de las matemáticas y en el aprendizaje de otras disciplinas del currículo, argumentando que el conocimiento pedagógico y tecnológico de los maestros es fundamental para que se logre la didáctica activa de forma efectiva (Arequipa Molina y otros, 2024; Fierro Barrera y otros, 2024). En este sentido, la gestión de la información y el uso de datos han sido por mucho tiempo considerados factores críticos para el desarrollo de políticas y prácticas educativas innovadoras (Bernal y Guarda, 2020). Y para el desarrollo de las competencias

profesionales para la docencia del siglo XXI (Bernal Parraga y otros, 2025a). Estas investigaciones han sido la base para el desarrollo de un modelo en el que las tecnologías digitales se entienden no solo como herramientas que incrementan la efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje, sino como herramientas (mediaciones) imprescindibles para la reconstrucción de dichos procesos.

En este sentido, varios estudios se han centrado en la integración de herramientas digitales y entornos virtuales para la enseñanza en varias áreas del currículo. En el área de las ciencias naturales, se ha documentado la eficacia de los recursos y herramientas en línea para crear experiencias científicas más interactivas y contextuales, especialmente en entornos educativos a distancia e híbridos (Bernal Parraga et al., 2024a; Aguilar Tinoco et al., 2024). En lengua y literatura, el campo del aprendizaje adaptativo también ha documentado avances importantes gracias a la tecnología, especialmente en el proceso de educación personalizada en lo que se refiere al ajuste de los contenidos de aprendizaje y el ritmo para satisfacer las necesidades individuales del estudiante (Santana Mero et al., 2024). Informes convergentes en la educación primaria también han recogido los efectos beneficiosos de los programas de aprendizaje adaptativo por inteligencia artificial (IA) que pueden monitorizar el progreso del estudiante y proporcionar retroalimentación diferenciada (Zamora Arana et al., 2024; Zamora Franco et al., 2024).

El uso de la inteligencia artificial en el aprendizaje de las matemáticas y en otros ámbitos parece ser una vía especialmente prometedora. Un par de estudios sugieren que los sistemas inteligentes pueden hacer que el aprendizaje de las matemáticas sea más personal al identificar los patrones de error, proponer diferentes explicaciones y ajustar las tareas a las capacidades del alumno (Guishca Ayala et al., 2024; Cosquillo Chida et al., 2025). Del mismo modo, se ha puesto en marcha el análisis y documentación del uso de la IA y los chatbots educativos en la enseñanza de lenguas extranjeras, con la aportación de evidencias de la posibilidad de tutoría instantánea, práctica autónoma y apoyo individualizado (Jara Chiriboga et al., 2025). Estas experiencias se complementan con evidencia sobre innovaciones educativas utilizando TIC destinadas a mejorar el pensamiento lógico y la resolución de problemas en matemáticas (Cosquillo Chida et al., 2025) y con estudios que examinan los efectos del aprendizaje híbrido y de modelos combinados en el contexto de la pospandemia (Serrano Aguilar et al., 2024).

Con respecto a las metodologías activas, se han evidenciado efectos positivos en el desempeño académico y la autonomía, al variar la distribución de funciones de aula, así como el control del trabajo autónomo en flipped classroom (Montenegro Muñoz et al., 2024). Además, el aprendizaje basado en problemas y en proyectos, en relación a los métodos expositivos tradicionales, se ha señalado como una de las alternativas más eficaces en la promoción de competencias lógico-matemáticas y metacognitivas (Alvarez Piza et al., 2024b; Jiménez Bajaña et al., 2024). Otros estudios han descrito el uso del juego de roles para aumentar la creatividad y el pensamiento crítico, particularmente en niños pequeños (Bernal Párraga et al., 2024b). También se ha demostrado que los proyectos colaborativos dirigidos a la inclusión y la diversidad mejoran las habilidades sociales y emocionales (Bernal Parraga et al., 2024c; Bernal Párraga et al., 2024c, 2024d). Estos enfoques complementan marcos más amplios para la integración de STEM en la Educación Infantil y Primaria, donde el objetivo es conectar las matemáticas con problemas de la vida real, la indagación científica y la ingeniería (Bernal Párraga et al., 2024e, 2024f; Bernal Parraga et al., 2024d).

Con respecto a la gamificación, hay cada vez más estudios que analizan los efectos que provoca en la motivación, los logros y la generación de aprendizajes significativos en educación básica. Se ha podido establecer la efectividad de los espacios de gamificación en la enseñanza que han destacado en el aumento de la participación y la mejora de la percepción de la experiencia de aprendizaje (Bernal Parraga et al., 2024e; Garcia Carrillo et al., 2024). Algunos estudios en el área de sociales han demostrado que la gamificación puede ser una estrategia disruptiva en la generación de aprendizaje significativo y en el compromiso con los contenidos de las unidades curriculares (Bernal Parraga et al., 2025b). Asimismo, los análisis comparativos de la gamificación con otras estrategias pedagógicas han demostrado que, en los casos donde se gamifica adecuadamente, se superan los enfoques tradicionales de la motivación y el logro académico (Orden Guaman et al., 2024). Se han propuesto experiencias de gamming, por inteligencia artificial, que buscan mejorar el aprendizaje en espacios de juego (Troya Santilán et al., 2024).

A pesar de la considerable evidencia sobre la aplicación de recursos digitales, IA, metodologías activas y gamificación, existen, no obstante, algunas lagunas de relevancia. Primero, muchos de los estudios en cuestión se centran en el impacto sobre el

rendimiento, la motivación o el compromiso, pero el desarrollo sistemático de las habilidades de autorregulación y pensamiento crítico sigue siendo uno de los objetivos que no se abordan en profundidad. Segundo, aunque ha habido avances en la personalización a través del aprendizaje adaptativo y plataformas digitales (Zamora Arana et al., 2024; Guishca Ayala et al., 2024), pocos son los trabajos que articulan tal personalización con análisis de aprendizaje definidos como el uso sistemático de datos para la toma de decisiones pedagógicas y metacognitivas. Las plataformas de evaluación digital han demostrado su potencial para optimizar la retroalimentación (Quiroz Moreira et al., 2024), pero rara vez están diseñadas como sistemas de gamificación inteligente que retroalimenten explícitamente los procesos autorregulatorios.

La incorporación de estrategias digitales para reforzar habilidades STEM se ha vuelto pertinente en la educación básica, sobre todo en ambientes que requieren aprendizajes autónomos, críticos y personalizados. La literatura actual propone que las innovaciones pedagógicas del siglo XXI necesitan de enfoques interactivos que logren activar la participación de los estudiantes y mejoren su comprensión conceptual con el uso de nuevas tecnologías (Mora Villamar et al., 2024). En ese sentido, el Diseño para el Aprendizaje Universal apoya experiencias inclusivas que desarrollen la autorregulación y la adaptación del contenido en ciencias naturales (Aguilar Tinoco et al., 2024). Además, las metodologías STEM fortalecen el pensamiento crítico y la resolución de problemas, pero aún hay dificultades para engranarlas con sistemas gamificados apoyados en analítica del aprendizaje (Bernal Párraga et al., 2024h). Además, el refuerzo académico muestra resultados positivos en el rendimiento matemático, pero se necesitan modelos más complejos que usen datos para adaptar las rutas de aprendizaje (Fierro Barrera et al., 2024).

Sin embargo, la revisión de la literatura muestra que existen vacíos que deben ser llenados: hay publicaciones que abordan la gamificación relacionada con la educación STEM, y hay trabajos que discuten la analítica para la autorregulación, pero los trabajos que integran ambas perspectivas en un contexto STEM para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en la educación básica han sido mucho más limitados.

Aunque hay una evolución de la gamificación y la analítica del aprendizaje en contextos educativos, aún no existe un modelo empírico que integre la gamificación inteligente y la analítica del aprendizaje para fomentar simultáneamente la autorregulación y el pensamiento crítico en la educación STEM a nivel elemental. Las prácticas actuales a menudo se limitan al uso de la gamificación motivacional de forma aislada o a un análisis de datos descriptivos que carece de integración con decisiones pedagógicas específicas (Hershkovitz et al., 2024).

Lo anterior ayuda a clarificar la necesidad de estudiar la integración de mecánicas de juego adaptativas, retroalimentación en tiempo real basada en analíticas y actividades STEM en una estrategia coherente que tiene como objetivo mejorar las habilidades de pensamiento de orden superior en estudiantes de educación primaria.

Este estudio se basa en tres conceptos de gamificación:

Gamificación inteligente: Alotaibi (2024) y Lampropoulos y Kinshuk (2024) muestran que el uso estratégico de elementos de gamificación fomenta la participación, la persistencia y la disposición para enfrentar desafíos cognitivos.

Analítica del aprendizaje para la autorregulación. Recientemente, el campo ha demostrado la posibilidad de que la analítica mapee ciertas estrategias metacognitivas y proporcione retroalimentación accionable que fomente la planificación, el monitoreo y la evaluación del aprendizaje (Paavilainen et al., 2024; Sun et al., 2023; Li et al., 2025).

Enfoque STEM en la educación básica: La educación STEM desarrolla pensamiento crítico, resolución de problemas y razonamiento científico, lo que la convierte en un entorno ideal para investigar estrategias impulsadas por datos (Wang et al, 20022; Yim et al, 2024).

La articulación de estos enfoques hará posible diseñar una propuesta pedagógica innovadora para satisfacer las demandas educativas actuales.

Objetivo general:

Diseñar, implementar y evaluar una estrategia impulsada por datos que incorpore gamificación inteligente y analítica del aprendizaje para mejorar la autorregulación y el pensamiento crítico en estudiantes de educación básica en STEM.

Objetivos Específicos:

Evaluar los niveles iniciales de autorregulación y pensamiento crítico en la Educación STEM Primaria.

Desarrollar una intervención de retroalimentación adaptativa y gamificada que utilice analítica del aprendizaje.

Establecer un sistema de analítica del aprendizaje que capture datos sobre patrones de comportamiento, participación y rendimiento.

Determinar el efecto de la intervención en la autorregulación y el pensamiento crítico.

Proporcionar un modelo de gamificación y analítica del aprendizaje para la educación STEM a los establecimientos educativos que deseen adoptar una intervención educativa novedosa.

Metodología y Materiales

El enfoque de este estudio es cuasi-experimental con diseño mixto y con análisis cualitativos de fuentes digitales y observaciones estructuradas. El diseño de este análisis cualitativo es de autorregulación, al mismo tiempo que se busca el desempeño en tareas STEM y patrones de interacción de data analítica. Esto es lo que se busca en estudios recientes en gamificación y analítica del aprendizaje (Paavilainen et al., 2024; Tzimas & Demetriadis, 2024).

El diseño de estudios cuasi-experimentales con pretest y posttest en grupos de control ha sido muy popular en el estudio de gamificación en la educación primaria en el desarrollo de competencias a nivel cognitivo y metacognitivo (Sáiz-Manzanares et al., 2020;

Aljraiwi, 2019). Igualmente, la combinación con analítica de trazas permite el estudio de patrones de autorregulación y participación en espacios digitales (Sun et al., 2023; Li et al., 2025). Así, la integración metodológica es resultado de la necesidad de evaluar los resultados de aprendizaje, así como los procesos que los configuran, en línea con visiones más recientes de la analítica del aprendizaje (De Vreugd et al., 2024).

La población objetivo estaba compuesta por estudiantes de educación básica de 5º y 6º grado con edades de 10 a 12 años. La muestra final, que fue seleccionada a través de un muestreo de conveniencia intencionado, consistió en dos grupos, uno de los cuales fue el grupo experimental ($n = 48$), que recibió la intervención de gamificación inteligente con analítica del aprendizaje, y el grupo de control ($n = 45$), que llevó a cabo actividades STEM tradicionales sin gamificación y sin retroalimentación de datos.

Este tamaño de muestra fue consistente con los estudios más recientes que involucran la gamificación y el pensamiento crítico de estudiantes de primaria (Ruíz-Chávez & Terrones-Marreros, 2023; Angelelli et al., 2023), y garantiza suficiente poder estadístico para análisis de pretest-postest del mismo tipo que los realizados en investigaciones de gamificación STEM (Wang et al., 2022; Behnamnia et al., 2024). Los criterios de inclusión incluían (a) participación regular en actividades STEM, (b) acceso a dispositivos digitales, y (c) consentimiento parental para el uso de plataformas educativas.

La intervención se llevó a cabo en un ecosistema digital formado por tres componentes:

Una plataforma de gamificación inteligente, desarrollada con mecánicas de puntos, desafíos, insignias y niveles, compatible con las recomendaciones metodológicas para una gamificación efectiva en la educación primaria (Romero-Rodríguez et al., 2024; Alotaibi, 2024).

Módulos interactivos STEM que tenían experimentos virtuales y simuladores científicos integrados en la gamificación de la misión, basados en experiencias previas de educación STEM basada en juegos digitales (Wang et al., 2022; Dan et al., 2024).

Panel de control de análisis de aprendizaje basado en modelos de panel de auto-monitoreo regulador (De Vreugd et al., 2024) para visualizar indicadores de participación, progreso, retroalimentación recibida, tiempo en tarea y secuencias de navegación.

Estas tecnologías hicieron posible implementar una gamificación inteligente, es decir, adaptativa y basada en datos en tiempo real para la toma de decisiones pedagógicas.

La implementación del procedimiento se desarrolló en 12 semanas y se estructuró en cuatro etapas:

Etapas: Diagnóstico Inicial

Se administraron pruebas de pensamiento crítico y de aprendizaje autorregulado y una evaluación diagnóstica de STEM. Esta metodología replica los enfoques incorporados en intervenciones previas que integran gamificación y procesos cognitivos (Angelelli et al., 2023; Ruíz-Chávez & Terrones-Marreros, 2023).

Fase 2. Implementación de Actividades STEM Gamificadas

Los estudiantes del grupo experimental realizaron autoevaluaciones automatizadas de contenido STEM disperso alineado con el currículo en forma de desafíos progresivos en misiones semanales. Esta secuencia se basa en hallazgos relacionados con el uso efectivo de juegos digitales acoplados con desafíos escalonados (mejora de habilidades cognitivas) (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Behnamnia et al., 2024).

Fase 3. Analítica del Aprendizaje y Retroalimentación Personalizada

Se recopilaron trazas digitales con el fin de detectar patrones de autorregulación (planificación, monitoreo y revisión) como lo recomiendan Sun et al. (2023) y Li et al. (2025). A los maestros se les proporcionaron informes semanales, lo que permitió una intervención formativa precisa de acuerdo con modelos de retroalimentación diagnóstica (Tzimas & Demetriadis, 2024).

Se volvieron a administrar los exámenes que medían el pensamiento crítico, la autorregulación y el rendimiento en STEM para evaluar los cambios en el grupo experimental y en el grupo de control.

Se utilizó un conjunto de herramientas cuantitativas y digitales para la recolección de datos con el fin de garantizar la precisión y confiabilidad de los datos recogidos. En primer lugar, se emplearon pruebas estandarizadas de pensamiento crítico, las cuales ya habían sido utilizadas en estudios que midieron el impacto de la gamificación en el desarrollo de habilidades cognitivas superiores de estudiantes de educación básica (Angelelli et al., 2023; R-CH & TM, 2023). Con respecto a la autorregulación del aprendizaje, se aplicó un cuestionario adaptado a estudiantes de primaria, cuya estructura y dimensiones se tomaron de trabajos recientes que utilizan analíticas de aprendizaje para definir las estrategias de autorregulación en educación primaria (P et al., 2024; T & D, 2024). Para el rendimiento académico general, se aplicaron pruebas específicas de contenido STEM, las cuales fueron diseñadas basándose en las pautas para la validez de constructo y la relevancia curricular identificadas en meta-análisis de la gamificación en la educación STEM (W et al., 2022; B et al., 2024). Por último, se decidió recolectar auto-registros de interacción digital generados en la plataforma gamificada, los cuales fueron evaluados mediante analíticas de aprendizaje temporal para identificar patrones de navegación, toma de decisiones metacognitivas y secuencias de compromiso (Sun et al., 2023). El trabajo conjuntando instrumentos tradicionales y analíticos es reflejo de los marcos de métodos mixtos que sugieren las investigaciones recientes en autorregulación y analíticas de aprendizaje en ambientes digitales (Li et al., 2025).

El análisis de los datos se realizó bajo la misma línea de trabajo de métodos mixtos. En el trabajo cuantitativo, esto significó la realización de pruebas t y ANOVA para determinar los diferentes niveles de las variables y saber si hubo cambios estadísticamente significativos entre la prueba previa y la posterior. Esta línea de trabajo sigue la tendencia del campo de la educación en la realización de estudios cuasi-experimentales en gamificación y autorregulación en los niveles educativos de la educación primaria (Sáiz-Manzanares et al., 2020). Para asegurar que no hubiera diferencias iniciales entre los grupos, también se utilizó el ANCOVA, un procedimiento que se considera estándar en los trabajos en los que se analiza el impacto de intervenciones STEM que se basan en

juegos o ambientes digitales (Wang et al., 2022). En cuanto al trabajo cualitativo, éste se centró, principalmente, en el análisis de los patrones de comportamiento que aparecían en los registros de actividad de la plataforma.

Se utilizaron labores de análisis de secuencia para encontrar transiciones entre estrategias autorregulatorias, apoyándose en metodologías de seguimiento temporal que están muy validadas en la literatura (Sun et al., 2023). De manera adicional, se utilizaron modelos de asociación y algoritmos de agrupamiento que permitieron examinar la relación entre los comportamientos de aprendizaje y el rendimiento en coherencia con trabajos de analíticas predictivas y aprendizaje autorregulado (Li et al., 2025). Por último, el análisis temático de observaciones en el aula y notas de campo ayudó a poner en contexto los patrones cuantitativos y a profundizar en la interpretación de los resultados.

Las investigaciones que tomaron medidas éticas particulares han permitido respetar el protocolo augusto el menos deseable para este tipo de investigaciones para las poblaciones infantiles. Los padres fueron contactados para el consentimiento informado. La información les fue proporcionada de forma que explicara los objetivos del estudio, los beneficios esperados y los riesgos potenciales. Los datos recolectados fueron tratados respetando las regulaciones vigentes en cuanto a la protección de datos, y las medidas de confidencialidad fueron aportadas por el sistema de codificación y la anonimización. El acceso al sistema gamificado se realizó mediante el uso de identificadores anónimos y la simple aplicación de técnicas criptográficas básicas (alineación de las buenas prácticas de investigaciones recientes que abarcan la tecnología en educación de la investigación precisión y Paavilainen et al. 2024 y abril, De Vreugd et al. 2024). Además, la certeza de la participación total en el voluntariado era por parte de los alumnos, a quienes se les permitió retirarse del proyecto de investigación en cualquier momento, y esto, sin las consecuencias en el rendimiento escolar.

Como en cualquier estudio empírico en educación, hay una serie de alcances y restricciones que deben ser reconocidas para lograr una mejor interpretación de los resultados de esta investigación particular.

La validez de los hallazgos respecto al tamaño de la muestra, aunque suficiente para un análisis estadístico riguroso, representa un problema en la generalizabilidad del estudio,

como se ha señalado recientemente en investigaciones que involucran gamificación en entornos STEM (Behnamnia et al, 2024). Además, solo se involucró una institución educativa en el estudio, limitando así la diversidad sociocultural de los participantes, lo que también se ha señalado como una limitación en estudios que involucran gamificación para el pensamiento crítico en la educación primaria (Ruiz-Chavez & Terrones-Marreros, 2023). Asimismo, las huellas digitales capturadas durante la sesión proporcionan un gran detalle de la interacción involucrada, pero estas pueden no abarcar o no reflejar los procesos internos de pensamiento o los procesos sinápticos de los estudiantes, un fenómeno bastante común en el contexto educativo de los estudios que involucran análisis de temporalidad (Sun et al, 2023). Sin embargo, el empleo de un enfoque de métodos mixtos que involucra análisis cuantitativos, cualitativos y digitales, aumentado por tecnología de reciente creación, y un diseño de investigación de alta replicabilidad, considerablemente valida el estudio y el diseño de este también tiene un potencial considerable para cualquier otra investigación que desee examinar de cerca la intersección o nexo que involucra gamificación 2.0, análisis de aprendizaje, autorregulación y pensamiento crítico.

Resultados

Según los datos del estudio, las diferencias en autorregulación, aprendizaje y pensamiento crítico fueron significativamente mayores para el grupo experimental en comparación con el grupo de control. Los datos de este estudio confirman tendencias encontradas en la literatura relacionadas con los impactos positivos de la gamificación y el aprendizaje basado en juegos en los niveles de educación primaria (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Behnamnia et al., 2024).

Para el grupo que experimentó los entornos de aprendizaje gamificados, las ganancias en la autorregulación del aprendizaje y en el pensamiento crítico fueron más sustanciales, basadas en las diferencias promedio reportadas para el posprueba. Las estadísticas descriptivas (Tabla 1) reportaron valores de media para la autorregulación de posprueba ($M = 4.21$, $SD = 0.39$) y el pensamiento crítico de posprueba ($M = 4.09$, $SD = 0.41$) y las diferencias del grupo de control eran de valores menores con poca fluctuación desde la

línea base. Hay una extensa investigación que ha reportado sobre los impactos positivos de los entornos gamificados en la promoción del compromiso metacognitivo y del compromiso cognitivo en STEM (Wang et al., 2022; Dan et al., 2024).

Tabla 1 Estadísticas Descriptivas Nota: Creación del investigador

Grupo / Variable	n	Media	Desv. típ.	Error estándar
Experimental – Autorregulación (Post)	48	4.21	0.39	0.06
Experimental – Pensamiento Crítico (Post)	48	4.09	0.41	0.06
Control – Autorregulación (Post)	45	3.41	0.52	0.08
Control – Pensamiento Crítico (Post)	45	3.33	0.49	0.07

El ANOVA de medidas repetidas mostró que hay diferencias significativas entre las condiciones ($F(1, 91) = 19.43, p < .001$), corroborando los hallazgos respecto al fenómeno de retroalimentación del tablero que potencia las habilidades metacognitivas (De Vreugd et al., 2024; Tzimas & Demetriadis, 2024).

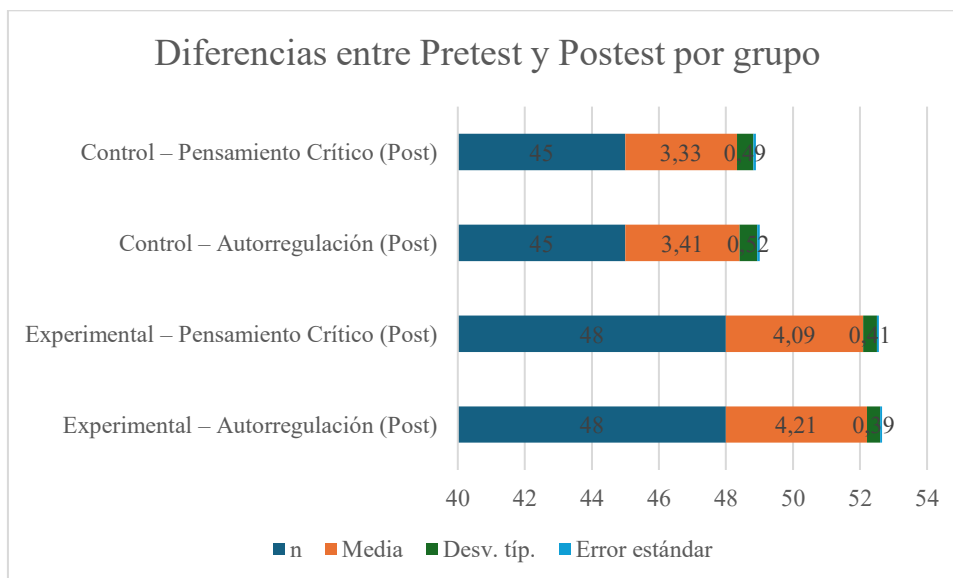


Gráfico 1 - Diferencias entre Pretest y Posttest por grupo Nota: Creación del investigador

En resumen, los datos indican impactos positivos y estadísticamente significativos que respaldan las afirmaciones teóricas sobre la efectividad de la gamificación inteligente y la analítica del aprendizaje (Li et al., 2025; Sun et al., 2023). El análisis cualitativo permitió la identificación de patrones consistentes con los hallazgos numéricos. A partir de la observación en el aula, notas de campo y análisis de secuencia registrados en los registros, se evidenció cognición y autonomía de los miembros del grupo experimental. Estos hallazgos están en línea con investigaciones cualitativas previas que evidencian relatos gamificados y desafíos progresivos que estimulan el pensamiento reflexivo y crítico (Angelelli et al., 2023; Ruiz-Chavez & Terrones-Marreros, 2023).

La Tabla 2 ilustra las categorías emergentes basadas en el análisis temático. Después del análisis temático, encontramos cuatro categorías principales: (1) autorregulación manifiesta, (2) uso estratégico de la retroalimentación, (3) compromiso cognitivo en desafíos STEM, y (4) transferencia de estrategias de pensamiento crítico. Estas categorías corresponden a trabajos recientes que investigan la interacción de la analítica de aprendizaje y la autorregulación en aulas de primaria (Paavilainen et al., 2024; Sun et al., 2023).

Tabla 2 Categorías Emergentes Cualitativas Nota: Creación del investigador

Categoría emergente	Conteo	Definición
Autorregulación manifestada	57	Planificación, revisión y estrategias de seguimiento del progreso.
Uso estratégico de la retroalimentación	49	Ajustes basados en paneles del sistema y pistas proporcionadas.
Compromiso cognitivo con desafíos STEM	63	Justificaciones verbales, debates y resolución de problemas.
Transferencia al pensamiento crítico	41	Inferencia de nuevas tareas, análisis y razonamiento.

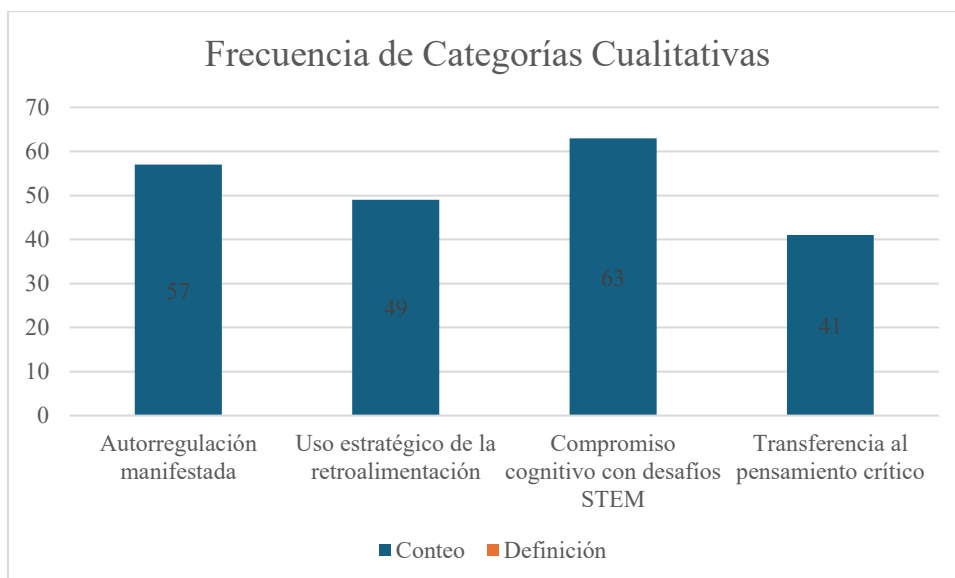


Figura 2: Frecuencia de Categorías Cualitativas Nota: Creación del investigador

Los hallazgos cualitativos respaldan firmemente los datos cuantitativos al evidenciar que los estudiantes del grupo experimental desarrollaron una reflexión más activa y crítica, lo que se alinea con la investigación que enfatiza la relación entre la gamificación y el pensamiento crítico (Behnamnia et al., 2024; Angelelli et al., 2023). Comparando los Resultados Provinciales con los Resultados Federales, se observa que ambos están fuertemente correlacionados. El incremento en las puntuaciones de autorregulación y pensamiento crítico del grupo experimental se corresponde con los patrones cualitativos que evidencian mayor autonomía, reflexión estratégica y compromiso con tareas STEM. Esto es consistente con las conclusiones de la literatura respecto a entornos gamificados diseñados con principios de gamificación inteligente y retroalimentación informada por datos que fortalecen habilidades cognitivas de orden superior (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Dan et al., 2024).

Los análisis cuantitativos mostraron diferencias significativas entre los grupos, mientras que los análisis cualitativos aportaron evidencias de procesos subyacentes que explican esas mejoras: el uso repetitivo de retroalimentación a través de paneles de control, la puesta en práctica de estrategias cognitivas durante los desafíos STEM y la interacción cooperativa. Algunos estudios recientes han descrito resultados similares, señalando que las plataformas con análisis incorporados fomentan que los estudiantes se autoevalúen y regulen su aprendizaje de manera continua (Tzimas & Demetriadis, 2024; Paavilainen et

al., 2024). Además, patrones de actividad secuencial en los registros, consistentes con modelos de análisis de aprendizaje temporal, indican que el grupo experimental adoptó ciclos metacognitivos con mayor frecuencia. Esto explica las mejoras en las puntuaciones del post-prueba, como se documenta en investigaciones sobre análisis predictivo y autorregulación.

Los patrones de secuencia trazados en las actividades de los registros que están en línea con los modelos de analítica de aprendizaje temporal (Sun et al., 2023) evidencian que el grupo experimental llevó a cabo ciclos metacognitivos con mayor frecuencia, lo que explica las mejoras en las puntuaciones en las pruebas post-test reportadas en estudios sobre analítica predictiva y autorregulación (Li et al., 2025). Paradójicamente, con los datos cualitativos mostrando variabilidad entre los estudiantes y los datos cuantitativos evidenciando mejoras generalizadas, la intervención es aparentemente más beneficiosa para aquellos estudiantes que interactúan más con la plataforma, un hallazgo también reportado en estudios sobre gamificación con muestras heterogéneas (Behnamnia et al., 2024; Wang et al., 2022).

La síntesis de los resultados permite afirmar que la implementación de estrategias de gamificación fue en combinación con analíticas de aprendizaje y llevó a mejoras notables en la autorregulación y el pensamiento crítico en estudiantes de educación STEM. Tanto los resultados cuantitativos como cualitativos respaldan la hipótesis de que la integración de elementos de juego, tableros de control analíticos y actividades estructuradas de STEM mejora las habilidades de pensamiento de orden superior, en línea con estudios internacionales (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Angelelli et al., 2023; Wang et al., 2022).

Los estudiantes del grupo experimental demostraron más consolidación en la planificación, monitoreo y evaluación de su autoaprendizaje. Esto está en línea con la literatura que conecta el uso de analíticas con un aumento en la autorregulación (Paavilainen et al., 2024; Li et al., 2025). Además, el aumento en el pensamiento crítico se correlaciona con investigaciones que muestran que los desafíos gamificados y las narrativas estructuradas promueven la reflexión y el razonamiento (Ruíz-Chávez & Terrones-Marreros, 2023; Behnamnia et al., 2024). La hipótesis se confirma, mostrando que el uso estratégico de datos junto con la gamificación crea un ambiente más dinámico,

participativo y desafiante intelectualmente. Las implicaciones educativas son que las instituciones educativas pueden beneficiarse enormemente de incorporar analíticas de datos con elementos gamificados accesibles centrados en resultados educativos específicos. La investigación futura puede incluir análisis longitudinales, o incluso modelos basados en IA, para mejorar la predicción de rutas de aprendizaje. Esto está en línea con la literatura sobre el tema de analítica de aprendizaje que apenas está comenzando a emerger (Sun et al., 2023; De Vreugd et al., 2024).

Discusión

Los hallazgos de este estudio proporcionan evidencia de que la gamificación inteligente combinada con análisis de aprendizaje permite mejoras en la autorregulación y el pensamiento crítico en educación STEM en educación primaria. Los aumentos significativos en las puntuaciones de las pruebas posteriores en el grupo experimental son consistentes con la literatura que sugiere que la gamificación bien diseñada aumenta el compromiso cognitivo y la toma de decisiones estratégicas (Maimaiti, 2025; Romero-Rodríguez et al., 2024). El hecho de que los estudiantes puedan utilizar análisis de paneles de control para monitorear su progreso también se ha relacionado con mejoras en las habilidades autorregulatorias (Paavilainen et al., 2024; Gallagher, 2024).

Además, la evidencia recopilada cualitativamente reveló patrones que reflejaron participación, transferencia estratégica y verbalización metacognitiva que también ha sido descrita en la literatura en el área de la gamificación y el pensamiento crítico (Angelelli et al., 2023; Ruiz-Chávez & Terrones-Marreros, 2023). La triangulación de los datos cualitativos y cuantitativos sugiere que el diseño de las misiones STEM gamificadas mejora el logro específico de la disciplina y el pensamiento de orden superior. Esto también respalda varios metaanálisis recientes sobre los resultados educativos del aprendizaje basado en juegos (Wang et al., 2022; Arztmann et al., 2023).

La integración analítica temporal hizo que la comprensión de los procesos internos de aprendizaje fuera más profunda. Esta comprensión es lo que los estudios actuales en análisis de aprendizaje aplicados a la autorregulación respaldan (Sun et al., 2023; Li et

al., 2025). Esta es la razón por la cual estos hallazgos confirman la hipótesis propuesta. Las estrategias basadas en datos mejoran la efectividad de la gamificación para desarrollar habilidades cognitivas complejas. Esto reafirma el valor del enfoque interdisciplinario adaptado.

Hay un acuerdo abrumador de los hallazgos con la literatura científica sobre el impacto de la gamificación y el análisis de aprendizaje en la educación primaria. Por ejemplo, las mejoras en la autorregulación se identificaron en la literatura donde los sistemas de retroalimentación basados en datos mejoran el aprendizaje y monitorean las actividades (Tzimas & Demetriadis, 2024; Chen, 2024). De manera similar, los hallazgos sobre el pensamiento crítico se alinean con las conclusiones presentadas por investigaciones que emplean desafíos y narrativas gamificadas como mecanismos para estimular el razonamiento complejo (Angelelli et al., 2023; Lampropoulos & Kinshuk, 2024).

Desde una perspectiva metodológica, combinar el análisis cuantitativo con el análisis de trazas digitales se alinea con estudios de métodos mixtos que aplican análisis de aprendizaje en educación primaria (Villagrán et al., 2024; Alam et al., 2023). Las diferencias detectadas en los niveles de participación entre estudiantes con mayor y menor interacción también corresponden a los patrones de heterogeneidad reportados en la literatura (Behnamnia et al., 2024; Lorenzo-Lledó et al., 2023).

En contraste, con la excepción de estudios divergentes, algunos estudios encontraron efectos más moderados o inconsistentes de la gamificación, atribuyéndolos a diseños superficiales o desajustes en el currículo (Ruiz et al., 2024; Klock et al., 2023). El diseño de este estudio se refiere a los hallazgos explícitamente basados en principios de toma de decisiones centrados en la pedagogía, gamificación y análisis, y los hallazgos de este estudio son contrastados. Este estudio es el primero de su tipo en ofrecer hallazgos sobre la autorregulación y el pensamiento crítico, lo que lo hace valioso, mientras que otros estudios como Zeng (2024) y Sánchez-Arévalo et al. (2025) se han centrado en el rendimiento académico o la motivación.

Este estudio añade la primera evidencia sobre el valor de las prácticas pedagógicas innovadoras para el sector de la educación primaria. Más específicamente, muestra que

las plataformas gamificadas con retroalimentación basada en analíticas ayudan a los docentes a adaptar la instrucción e identificar necesidades específicas para el andamiaje metacognitivo, lo que alinea esto con los estudios sobre tableros de toma de decisiones (De Vreugd et al., 2024; Gallagher, 2024). Así, los hallazgos sugieren que el uso de gamificación inteligente puede mejorar la enseñanza de STEM al fomentar la reflexión, la transferencia de conocimiento y habilidades críticas para resolver problemas.

En segundo lugar, en cuanto a la aplicabilidad práctica, la evidencia respalda que equilibrar misiones, desafíos y revisiones mejora el compromiso y la autonomía del aprendiz, consistente con investigaciones académicas sobre el compromiso en contextos gamificados (Ruiz et al., 2024; Asigigan & Samur, 2021). Estos resultados podrían ayudar a las instituciones educativas a desarrollar entornos digitales integrados con indicadores de motivación y rendimiento que sean ventajosos tanto para educadores como para estudiantes. Ciertamente, estos resultados sientan las bases para el desarrollo de investigaciones futuras que se centren en: (a) La integración de modelos de IA predictiva para estimar caminos individuales de aprendizaje (Lu et al., 2025). (b) Los estudios longitudinales que abordan los impactos duraderos en las habilidades metacognitivas de los aprendices, y (c) los estudios comparativos de gamificación inteligente y gamificación tradicional. Tales líneas permitirían descubrir los efectos reales de las estrategias informadas por datos en entornos educativos heterogéneos.

Este estudio amplía el alcance de la gamificación inteligente, la analítica de aprendizaje y la educación temprana en STEM. El estudio es el primero de su tipo en mostrar cómo la combinación de gamificación adaptativa y tableros de analítica potencia sinérgicamente la autorregulación y el pensamiento crítico simultáneamente, una combinación que solo se corrobora parcialmente en estudios previos, aunque no se haya demostrado de manera tan definitiva (Paavilainen et al, 2024; Sun et al, 2023).

Un análisis de la combinación de recomendaciones de investigación en gamificación (Lampropoulos & Kinshuk, 2024; Zeng, 2024) informa la creación de un diseño de intervención que es replicable basado en datos empíricos. El uso de analítica de aprendizaje complementado con un marco temporal apropiado es una innovación metodológica que aborda una brecha en el campo (Li et al, 2025; Villagran et al, 2024).

Además, el estudio aporta a la literatura de los contextos educativos latinoamericanos, particularmente en lo que respecta al uso de la gamificación inteligente en STEM, aún en su etapa inicial, consolidando la evidencia regional reportada por Ruiz-Chávez y Terrones-Marreros (2023). El enfoque centrado en la evidencia avanza el discurso ético y metodológico respecto a la transparencia y la toma de decisiones informadas en entornos gamificados (Klock et al., 2023). En general, el estudio demuestra el potencial de la hibridación de la "gamificación inteligente" interdisciplinaria y la analítica de aprendizaje para fomentar habilidades de pensamiento superior en la educación primaria, ampliando así los horizontes pedagógicos y de investigación.

Conclusiones

Este estudio proporciona una base sólida respecto a la eficacia de la Gamificación Inteligente y la Analítica de Aprendizaje para la mejora de las habilidades de autorregulación y pensamiento crítico a nivel elemental con un enfoque en STEM, y establece un marco metodológico y conceptual para abordar los nuevos problemas de la pedagogía educativa innovadora. Al examinar los datos de la intervención, tanto en los aspectos cualitativos como cuantitativos, podemos afirmar con confianza que la intervención superó los objetivos de la investigación, confirmando así la hipótesis de investigación de que el Sistema de Gamificación Adaptativa y Analítica de Aprendizaje conducirá al desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, autorregulación y pensamiento crítico en estudiantes de escuela primaria.

En particular, los hallazgos muestran que los estudiantes que fueron expuestos al entorno gamificado inteligente experimentaron un mayor aumento en su autonomía, planificación, monitoreo y evaluación de sus procesos de aprendizaje. Tales mejoras provienen de la interacción constante que estos estudiantes tienen con sistemas de retroalimentación personalizada, tableros de progreso y desafíos STEM que están secuenciados y adaptados a su nivel de logro. Además, el nivel de pensamiento crítico aumentó, en mayor medida, a través de actividades que requirieron interpretación de datos, resolución de problemas integrando disciplinas, comparación y contrastación de soluciones, y razonamiento. Este progreso evidencia que el diseño de la gamificación desde la perspectiva del aprendizaje basado en datos inteligentes fomenta habilidades

metacognitivas y de pensamiento de orden superior respaldadas por evidencia del logro de aprendizaje.

Desde un punto de vista pedagógico, esta investigación muestra que los ecosistemas de centros de datos en la educación ofrecen tanto a profesores como a estudiantes la posibilidad de participar en la toma de decisiones informadas por evidencia de impacto. Para los educadores, la analítica de métricas de rendimiento informadas por datos proporciona la capacidad de rastrear patrones de compromiso, anticipar obstáculos y ajustar estrategias de instrucción. Para los estudiantes, los mecanismos autorregulatorios y la conciencia metacognitiva para monitorear su rendimiento en tiempo real mejoran la alfabetización STEM y las competencias de resolución de problemas que son los objetivos de las actividades.

La evaluación estratégica de los datos ha confirmado la incorporación inteligente de la gamificación como un catalizador para el aprendizaje activo y el compromiso cognitivo, siempre que esté integrada en un currículo reflexivo mejorado por la tecnología. Esta sinergia ayuda en la creación de entornos de aprendizaje híbridos diseñados para que los estudiantes participen activa y significativamente en los procesos de su cognición mientras interactúan con análisis centrados en el currículo en actividades de aprendizaje gamificadas.

Para determinar la sostenibilidad y transferibilidad de los efectos, el potencial de esta innovación requeriría más estudios que incorporen diseños longitudinales, así como la integración de análisis predictivos impulsados por IA para prever y personalizar trayectorias de aprendizaje. Además, el modelo debería aplicarse dentro de contextos educativos multiurbanos, rurales y multiculturales para identificar otras variaciones potenciales debido a los factores socio-culturales en juego.

Finalmente, la investigación sobre la aplicación de la analítica de aprendizaje y la gamificación inteligente proporcionó ideas y posibilidades de pedagogía que incorporan analítica y gamificación para superar los desafíos del siglo XXI, lo cual es crucial dentro del aprendizaje de STEM y la mejora de habilidades de pensamiento de orden superior.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar Tinoco, R. J., Carvallo Lobato, M. F., Román Camacho, D. E., Liberio Anzules, A. M., Hernández Centeno, J. A., Duran Fajardo, T. B., & Bernal Parraga, A. P. (2024). El Impacto del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en la Enseñanza de Ciencias Naturales: Un Enfoque Inclusivo y Personalizado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2162-2178. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13682
- Alam, M. I., Malone, L., Nadolny, L., Brown, M., & Cervato, C. (2023). Investigating the impact of a gamified learning analytics dashboard: Student experiences and academic achievement. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(5), 1436–1449. <https://doi.org/10.1111/jcal.12853>
- Alarcón Burneo, S. N., Basantes Guerra, J. P., Chaglla Lasluisa, W. F., Carvajal Coronado, D. E., Martínez Oviedo, M. Y., Vargas Saritama, M. E., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Uso de Recursos Manipulativos para Mejorar la Comprensión de Conceptos Matemáticos Abstractos en la Educación Secundaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 1972–1988. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13669
- Aljraiwi, S. (2019). Effectiveness of gamification of web-based learning in improving academic achievement and creative thinking among primary school students. *International Journal of Education and Practice*, 7(3), 242–257. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2019.73.242.257>
- Alotaibi, M. S. (2024). Game-based learning in early childhood education: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15, 1307881. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1307881>
- Alvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Moran Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Párraga, A. P. (2024a). Desarrollo del Pensamiento Lógico a través de la Resolución de Problemas en Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2212–2229. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13686
- Alvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Moran Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Párraga, A. P. (2024b). Desarrollo del razonamiento en educación básica mediante aprendizaje basado en problemas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 13998–14014. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14912
- Angelelli, C. V., Muller de Campos Ribeiro, G., Roris Severino, M., Johnstone, E., Borzenkova, G., & Costa Oliveira da Silva, D. (2023). Developing critical thinking skills through gamification. *Thinking Skills and Creativity*, 49, 101354. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101354>
- Arequipa Molina, A. D., Cruz Roca, A. B., Nuñez Calle, J. J., Moreira Velez, K. L., Guevara Guevara, N. P., Bassantes Guerra, J. P., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Formación Docente en Estrategias Innovadoras y su Impacto en el Aprendizaje de las Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9597–9619. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13111
- Arztmann, M., Hornstra, L., Jeurung, J., & Kester, L. (2022). Effects of games in STEM education: a meta-analysis on the moderating role of student background characteristics. *Studies in Science Education*, 59(1), 109–145. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2057732>
- Asigigan, S. Í., & Samur, Y. (2021). The effect of gamified STEM practices on students' intrinsic motivation, critical thinking disposition levels, and perception of problem-solving skills. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 9(2), 332-352. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1157>
- Behnamnia, N., Kamsin, A., & Hayati, A. (2024). Impact of digital game-based learning on STEM education in primary schools: A meta-analysis. *Innoeduca: International Journal of Technology and Educational Innovation*, 10(2), 113–140. <https://doi.org/10.24310/ijtei.102.2024.19694>
- Bernal Parraga, A. P., Sandra Veronica, L. P., Orozco Maldonado, M. E., Arreaga Soriano, L. L., Vera Figueroa, L. V., Chimbay Vallejo, N. M., & Zambrano Lamilla, L. M. (2024). Análisis comparativo de la metodología STEM y otras metodologías activas en la educación general básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10094-10113. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13153
- Bernal Parraga, A. P., Cadena Morales, A. G., Cadena Morales, J. A., Mejía Quiñonez, J. L., Alcívar Vélez, V. E., Pinargote Carreño, V. G., & Tello Mayorga, L. E. (2024). Impacto de las Plataformas de Gamificación en la Enseñanza. *Ciencia Latina*, 8(5), 2851–2867. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13742
- Bernal Párraga, A. P., García, M. D. J., Consuelo Sanchez, B., Guaman Santillan, R. Y., Nivela Cedeño, A. N., Cruz Roca, A. B., & Ruiz Medina, J. M. (2024). Integración de la Educación STEM en la Educación General Básica: Estrategias, Impacto y Desafíos. *Ciencia Latina*, 8(4), 8927–8949. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13037

- Bernal Párraga, A. P., Medina Marino, P. A., Cholango Tenemaza, E. G., Zamora Franco, A. F., Zamora Franco, C. G., & López Sánchez, I. Y. (2024). Educación especial en metodologías de discapacidad múltiple. *Ciencia Latina*, 8(3), 3229–3248. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11544
- Bernal Párraga, A. P., Naguas Nagua, J. A., Villarreal Bonifaz, M. M., Santillán Sevillano, N. D. C., Reyes Ordoñez, J. P., Carrillo Baldeón, V. P., & Macas Pacheco, C. (2025b). Gamificación como estrategia innovadora para promover el aprendizaje significativo. *Ciencia Latina*, 9(1), 1044–1061. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15860
- Bernal Párraga, A. P., Ninahualpa Quiña, G., Cruz Roca, A. B., Sarmiento Ayala, M. Y., Reyes Vallejo, M. E., García Carrillo, M. D. J., & Benavides Espín, D. S. (2024). Innovation in Early Childhood: Integrating STEM from Mathematics. *Ciencia Latina*, 8(4), 5675–5699. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12779
- Bernal Párraga, A. P., Toapanta Guanoquiza, M. J., Martínez Oviedo, M. Y., Correa Pardo, J. A., Ortiz Rosillo, A., Guerra Altamirano, I. C., & Molina Ayala, R. (2024b). Aprendizaje Basado en Role-Playing. *Ciencia Latina*, 8(4), 1437–1461. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12389
- Bernal Párraga, A. P., Toapanta Guanoquiza, M. J., Sandra Veronica, L. P., Borja Ulloa, C. R., Esteves Macias, J. C., Dias Mena, B. V., & Orozco Maldonado, M. E. (2024c). Desarrollo de habilidades sociales y emocionales. *Ciencia Latina*, 8(4), 10134–10154. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13156
- Bernal, A., & Guarda, T. (2020). La gestión de la información es factor determinante para elaborar estrategias innovadoras en política educativa pública. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, (E27), 35–48.
- Chen, J. (2024). Effects of learning analytics-based feedback on students' self-regulated learning (SRL) and academic achievement in blended contexts. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104551>
- Cosquillo Chida, J. L., Burneo Cosios, L. A., Cevallos Cevallos, F. R., Moposita Lasso, J. F., & Bernal Párraga, A. P. (2025). Didactic Innovation with ICT in Mathematics Learning. *Revista Iberoamericana de Educación*, 9(1), 269–286. <https://doi.org/10.31876/rie.v9i1.299>
- Dan, N. N., Trung, L. T. B. T., Nga, N. T., & Dung, T. M. (2024). Digital game-based learning in mathematics education at primary school level: A systematic literature review. *EJMSTE*, 20(4). <https://doi.org/10.29333/ejmste/14377>
- De Vreugd, L., Van Leeuwen, A., Jansen, R., & Van der Schaaf, M. (2024). Learning analytics dashboard design and evaluation to support student self-regulation of study behaviour. *Journal of Learning Analytics*, 11(3), 249–262. <https://doi.org/10.18608/jla.2024.8529>
- Faza, A., & Lestari, I. A. (2025). Self-regulated learning in the digital age. *IRRODL*, 26(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v26i2.8119>
- Fierro Barrera, G. T., Aldaz Aimacaña, E. del R., Chipantiza Salán, C. M., Llerena Mosquera, N. C., Morales Villegas, N. R., Morales Armijo, P. A., & Bernal Párraga, A. P. (2024). El Refuerzo Académico en Educación Básica Superior en el Área de Matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9639–9662. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13115
- Fierro Barrera, G. T., Aldaz Aimacaña, E. R., Chipantiza Salán, C. M., Llerena Mosquera, N. C., Morales Villegas, N. R., Morales Armijo, P. A., & Bernal Párraga, A. P. (2024). El Refuerzo Académico en Matemática. *Ciencia Latina*, 8(4), 9639–9662. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13115
- Gallagher, T. (2024). Learning analytics dashboards design: Workplace learner perspectives. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.13042>
- García Carrillo, M. J., Bernal Párraga, A. P., Alexis Cruz Gaibor, W., Cruz Roca, A. B., Ruiz Vasco, D. E., Montañó Ordóñez, J. A., & Illescas Zaruma, M. S. (2024). Desempeño Docente y Gamificación en Matemática. *Ciencia Latina*, 8(4), 7509–7531. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12919
- Guishca Ayala, L. A., Bernal Párraga, A. P., Martínez Oviedo, M. Y., Pinargote Carreño, V. G., Alcívar Vélez, V. E., Pinargote Carreño, V. L., Pisco Mantuano, J. E., & Cardenas Pila, V. N. (2024). Integración de la IA en la enseñanza de Matemáticas. *Ciencia Latina*, 8(6), 818–839. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14114
- Hershkovitz, A., Ambrose, G. A., & Soffer, T. (2024). Instructors' perceptions of the use of learning analytics for data-driven decision making. *Education Sciences*, 14(11), Article 1180. <https://doi.org/10.3390/educsci14111180>
- Jara Chiriboga, S. P., Troncoso Burgos, A. L., Ruiz Avila, M. M., Cosquillo Chida, J. L., Aldas Macias, K. J., Castro Morante, Y. E., & Bernal Párraga, A. P. (2025). IA y Aprendizaje Personalizado en Lenguas Extranjeras. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 6(1), 882–905. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.515>

- Jimenez Bajaña, S. R., Crespo Peñafiel, M. F., Villamarín Barragán, J. G., Barragán Averos, M. D. L., Barragan Averos, M. B., Escobar Vite, E. A., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Metodologías Activas en Matemáticas. *Ciencia Latina*, 8(3), 6578–6602. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11843
- Klock, A. C. T., Salenave Santana, B., & Hamari, J. (2023). Ethical challenges in gamified education research and development: An umbrella review and potential directions. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1176891>
- Lampropoulos, G., & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10351-3>
- Li, T., Yan, L., Iqbal, S., Srivastava, N., Singh, S., Raković, M., ... Li, X. (2025). Analytics of self-regulated learning strategies and scaffolding: Associations with learning performance. *Computers & Education: Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100120>
- Lorenzo-Lledó, A., & et al. (2023). Application of gamification in early childhood education and primary: review and future challenges. *RETOs: Revista de Ciencias de la Educación*. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i44.97366>
- Lu, W., Griffin, J., Sadler, T. D., Laffey, J., & Goggins, S. P. (2025). Game-Based Learning Prediction Model Construction: Towards Validated Stealth Assessment Implementation. *Journal of Learning Analytics*, 12(1), 293–321. <https://doi.org/10.18608/jla.2025.8105>
- Maimaiti, G. (2025). Gamification bolsters self-regulated learning: Evidence from English language learners. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.100120>
- Montenegro Muñoz, M. E., Bernal Párraga, A. P., Vera Peralta, Y. E., Moreira Velez, K. L., Camacho Torres, V. L., Mejía Quiñonez, J. L., & Poveda Gavilanez, D. M. (2024). Flipped Classroom e Impacto en la Autonomía. *Ciencia Latina*, 8(3), 10083–10112. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12139
- Mora Villamar, F. M., Bernal Párraga, A. P., Molina Ayala, E. T., Salazar Veliz, E. T., Padilla Chicaiza, V. A., & Zambrano Lamilla, L. M. (2024). Innovaciones en la didáctica de la lengua y literatura: estrategias del siglo XXI. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 3852–3879. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11595
- Orden Guaman, C. R., Salinas Rivera, I. K., Paredes Montesdeoca, D. G., Fernandez Garcia, D. M., Silva Carrillo, A. G., Bonete Leon, C. L., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Gamificación vs. otras estrategias pedagógicas. *Ciencia Latina*, 8(4), 9939–9957. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13142
- Paavilainen, T., Eradze, M., Lipponen, L., & Muukkonen, H. (2024). Using learning analytics to support self-regulated learning in primary education: A learning design perspective. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09808-4>
- Quiroz Moreira, M. I., Mecias Cordova, V. Y., Proaño Lozada, L. A., Hernández Centeno, J. A., Chóez Acosta, L. A., Morales Contreras, A. M., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Plataformas de Evaluación Digital y Feedback. *Ciencia Latina*, 8(5), 2020–2036. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13673
- Romero-Rodríguez, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., & Valenzuela-González, J. R. (2024). The reality of the gamification methodology in Primary Education. *Education Sciences*, 14(2), 109. <https://doi.org/10.3390/educsci14020109>
- Ruiz, J. J. R., Sánchez, A. D. V., & Figueredo, O. R. B. (2024). Impact of gamification on school engagement: A systematic review. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1466926>
- Ruiz-Chávez, M. N., & Terrones-Marrerros, M. A. (2023). Gamification in the development of critical thinking in primary school children. *Koinonia*, 8(Suppl. 2), 51–66. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i2.2861>
- Sáiz-Manzanares, M. C., Rodríguez-Arribas, S., Pardo-Aguilar, C., & Queiruga-Dios, M. Á. (2020). Effectiveness of self-regulation and serious games for learning STEM knowledge in primary education. *Psicothema*, 32(4), 516–524. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.30>
- Sánchez-Arévalo, Blanca & Valcárcel, J & Fernández-César, Raquel. (2025). Analysis on the use of gamification in Mathematics in Primary education: A literature review. *Journal of Research in Mathematics Education*. 14. 30-55. [10.17583/redimat.16133](https://doi.org/10.17583/redimat.16133)
- Santana Mero, A. P., Bernal Párraga, A. P., Herrera Cantos, J. F., Bayas Chacha, L. M., Muñoz Solorzano, J. M., Ordoñez Ruiz, I., Santin Castillo, A. P., & Jijon Sacon, F. J. (2024). Aprendizaje Adaptativo en Lengua y Literatura. *Ciencia Latina*, 8(4), 480–517. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12292
- Serrano Aguilar, N. S., Paredes Montesdeoca, D. G., Silva Carrillo, A. G., Pilatasig Patango, M. R., Ibáñez Oña, J. E., Tumbes Cunuhay, L. F., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Aprendizaje Híbrido en el Periodo Post-Pandemia. *Ciencia Latina*, 8(4), 10074–10093. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13152
- Sun, J. C.-Y., Liu, Y., Lin, X., & Hu, X. (2023). Temporal learning analytics to explore traces of self-regulated learning behaviors and their associations with learning performance, cognitive load, and

- student engagement. *Frontiers in Psychology*, 13, 1096337. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1096337>
- Troya Santilán, B. N., García Sosa, S. M., Medina Marino, P. A., Campoverde Durán, V. D. R., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Gamming impulsado por IA. *Ciencia Latina*, 8(3), 4051–4071. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11611
- Tzimas, D. E., & Demetriadis, S. N. (2024). Impact of learning analytics guidance on student self-regulated learning skills, performance, and satisfaction: A mixed-methods study. *Education Sciences*, 14(1), 92. <https://doi.org/10.3390/educsci14010092>
- Villagrán, I., Hernández, R., Schuit, G., ... et al. (2024). Enhancing feedback uptake and self-regulated learning in procedural skills training: Design and evaluation of a learning analytics dashboard. *Journal of Learning Analytics*. <https://doi.org/10.18608/jla.2024.8195>
- Wang, L.-H., Chen, B., Hwang, G.-J., Guan, J.-Q., & Wang, Y.-Q. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 9, 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>
- Yim, I. H. Y., Su, J., & Wegerif, R. (2024). STEAM in practice and research in primary schools: A systematic literature review. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2440424>
- Zamora Arana, M. G., Bernal Párraga, A. P., Ruiz Cires, O. A., Cholango Tenemaza, E. G., & Santana Mero, A. P. (2024). Aplicaciones de Aprendizaje Adaptativo con IA. *Ciencia Latina*, 8(3), 4301–4318. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11645
- Zamora Franco, A. F., Bernal Párraga, A. P., García Paredes, E. B., Herrera Lemus, L. P., Camacho Torres, V. L., Simancas Malla, F. M., & Haro Cedeño, E. L. (2024). Estrategias para Fomentar la Colaboración en Matemáticas. *Ciencia Latina*, 8(4), 616–639. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12310
- Zeng, J. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13471>

Contribuciones de los autores

Jessica Patricia Pinto Murillo: Conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, recursos, administración del proyecto, supervisión, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Verónica del Carmen Paredes Vera: Conceptualización, análisis formal, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Kerly Roxana Carrillo Torres: Investigación, metodología, supervisión.

Zoila Mercedes Ortega Montoya: Investigación, metodología, supervisión.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés

