



IMPACTO DE LAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS CON IA Y TIC EN EL APRENDIZAJE MATEMÁTICO EN SOACHA

Myriam Rocío Santamaría Cabeza¹
ORCID: 0009-0009-6835-6285

José Antonio Morales Flores²
ORCID: 0000-0002-4828-7093

RESUMEN

¹ Doctoranda, Universidad Americana de Europa (UNADE). Correo: Rocios773@hotmail.com

² Profesor-Investigador, Universidad Americana de Europa (UNADE). Correo: joseantonio.morales@unade.edu.mx

Revista de Investigación Multidisciplinaria Iberoamericana, RIMI © 2023 by Elizabeth Sánchez Vázquez is licensed under

Esta investigación surgió ante los bajos niveles de competencia matemática y la persistente desmotivación estudiantil en la educación básica, planteando la necesidad de transformar saberes abstractos en experiencias visuales. El objetivo principal fue formular y validar estructuralmente una estrategia pedagógica mediada por Inteligencia Artificial (IA) y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para el grado octavo de la Institución Educativa Buenos Aires (Soacha). Metodológicamente, se estructuró un enfoque mixto bajo un diseño cuasi-experimental (pretest-posttest) y grupos focales, actualmente en fase de implementación. El resultado destacado de este avance se centró en el diseño fundamentado de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) gamificado, el cual integró rutas de aprendizaje personalizadas, sistemas de puntos y reconocimientos visuales alineados al currículo oficial. Como proyecciones derivadas de la propuesta teórica y el pilotaje del entorno, se anticipa que la articulación de estas tecnologías optimizará las competencias cuantitativas y la autonomía estudiantil. Se concluyó preliminarmente que el modelamiento tecnopedagógico propuesto posee la solidez estructural necesaria para transformar la praxis educativa, proyectando una mejora significativa en la apropiación profunda del conocimiento mediante la resignificación del error conceptual.

Palabras clave: Aprendizaje Matemático, Innovación Educativa, Inteligencia Artificial, Motivación Escolar.

ABSTRACT

This research arose in response to low levels of mathematical competence and persistent student disengagement in basic education, highlighting the need to transform abstract concepts into visual experiences. The primary objective was to formulate and structurally validate a pedagogical strategy mediated by Artificial Intelligence (AI) and Information and Communication Technologies (ICT) for eighth-grade students at the Buenos Aires Educational Institution (Soacha). Methodologically, a mixed-methods approach was adopted, utilizing a quasi-experimental design (pre-test/post-test) and focus groups; the study is currently in the implementation phase. A key outcome of this work was the evidence-based design of a gamified Virtual Learning Environment (VLE), which integrated personalized learning paths, point systems, and visual recognition elements aligned with the official curriculum. Projections based on the theoretical proposal and the pilot phase suggest that integrating these technologies will enhance quantitative skills and student autonomy. Preliminary conclusions indicate that the proposed techno-pedagogical model possesses the structural robustness required to transform educational practice, promising significant improvements in deep knowledge acquisition through the reframing of conceptual errors.

Keywords: Artificial Intelligence, Educational Innovation, Mathematical Learning, Student Motivation.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las matemáticas representa uno de los principales desafíos dentro de los procesos educativos contemporáneos, particularmente en contextos donde persisten dificultades relacionadas con la motivación, el razonamiento lógico y la apropiación significativa del conocimiento. En este escenario, la incorporación de herramientas digitales, inteligencia artificial (IA) y tecnologías de la información y la comunicación (TIC) emerge como una alternativa pedagógica orientada a transformar las prácticas tradicionales de enseñanza y fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes. con el fin de revertir los índices de deserción y apatía escolar. En la Figura 1 se esquematiza esta relación, evidenciando cómo los nodos críticos de la enseñanza tradicional interactúan con las dimensiones de personalización que ofrecen la IA y la gamificación.

Figura 1

Articulación conceptual entre los desafíos del aprendizaje matemático y la intervención mediada por IA y TIC.



Esta investigación se justifica en la necesidad imperativa de ofrecer soluciones pedagógicas concretas a los bajos niveles de desempeño y al desinterés sistémico en el área de matemáticas dentro de la Institución Educativa Buenos Aires (IEBA). El estudio aporta un valor teórico y práctico significativo al proponer un modelo de intervención tecno-pedagógico reproducible, el cual beneficia la praxis docente a través de la actualización metodológica y potencia el desarrollo cognitivo de los estudiantes mediante el aprendizaje personalizado. A partir de esta realidad, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo estructurar y validar una estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en Inteligencia Artificial (IA) y TIC para fortalecer el desarrollo de competencias y la motivación en los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Buenos Aires? Para guiar metodológicamente la investigación en su fase actual de desarrollo, se formulan las siguientes hipótesis de diseño y viabilidad: la hipótesis nula (H_0) postula que el modelo tecno-pedagógico propuesto y su entorno gamificado carecen de la solidez estructural y pertinencia curricular necesarias para ser validados por expertos. Por el contrario, la hipótesis alterna (H_1) sostiene que

el diseño del modelo posee una alta validez de contenido, constructo y adaptabilidad instruccional para asociarse positivamente con la motivación y el rendimiento en fases posteriores de aplicación.

Con el propósito de abordar la problemática, el objetivo general de esta investigación es proponer y validar estructuralmente una estrategia pedagógica mediada por Inteligencia Artificial (IA) y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), orientada al fortalecimiento de competencias y niveles de motivación en los estudiantes de grado octavo de la IEBA. Para alcanzar esta meta, se establecen tres objetivos específicos interconectados. En primer lugar, se diagnostica la percepción actual de docentes y estudiantes respecto al uso de la IA y las TIC en el aula de matemáticas. En segundo lugar, se diseña y fundamenta teóricamente un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) gamificado, estructurado a partir de rutas personalizadas alineadas al currículo institucional. En tercer lugar, se estructura formalmente el protocolo metodológico cuasi-experimental (pretest-postest) que guiará la futura evaluación empírica del impacto del modelo en el rendimiento académico y la autonomía de los participantes.

ESTADO DEL ARTE

Las investigaciones contemporáneas evidencian un interés creciente por el potencial de los entornos virtuales gamificados y las tecnologías emergentes en las ciencias exactas. No obstante, la literatura científica actual exhibe una polarización teórica y metodológica que requiere ser analizada críticamente para delimitar el verdadero alcance de estas herramientas en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. Por un lado, el paradigma de la ludificación escolar defiende que la implementación de experiencias gamificadas en contextos educativos favorece la participación activa, el compromiso académico y el fortalecimiento de competencias matemáticas mediante dinámicas de interacción y retroalimentación constante (Hernández-Miramontes et al., 2026). Desde esta perspectiva, el núcleo del éxito pedagógico reside en la estimulación extrínseca e intrínseca del sujeto, utilizando mecánicas de juego para mitigar la ansiedad matemática tradicional. Por otro lado, las tendencias globales reflejan un giro epistémico hacia la personalización del aprendizaje y el diseño adaptativo, donde las tecnologías emergentes actúan ya no como meros catalizadores motivacionales, sino como soportes cognitivos estructurales. En este segundo enfoque, estudios recientes indican que la integración de sistemas tutores inteligentes y analíticas de aprendizaje basadas en Inteligencia Artificial (IA) optimiza el rendimiento académico al identificar patrones comunes de error y ofrecer retroalimentación procedimental inmediata (Mendoza-Moreno et al., 2025). Asimismo, se evidencia que estos entornos adaptativos promueven activamente la resolución de problemas abstractos al dosificar la dificultad según el ritmo del estudiante (Santos, 2023), situando a la IA como un agente dinamizador capaz de cerrar brechas motivacionales tradicionales dentro del aula de matemáticas (Yi et al., 2024). Al someter a contraste ambos frentes de investigación, emergen divergencias metodológicas y conceptuales críticas que limitan su aplicabilidad holística en el aula escolar.

El análisis cruzado de estas tendencias revela que las investigaciones basadas en la gamificación tradicional suelen priorizar el enganche emocional periférico y la mitigación de la frustración a través de recompensas visuales, lo cual genera debilidades en el control de variables de aprendizaje a largo plazo y propicia que se confunda el entusiasmo temporal con la consolidación profunda de estructuras abstractas (Hernández-Miramontes et al., 2026). Por el contrario, la literatura focalizada en sistemas inteligentes y entornos adaptativos fundamentados en IA se orienta casi exclusivamente hacia la gestión de la carga cognitiva y la optimización algorítmica del contenido mediante la identificación de patrones de error (Mendoza-Moreno et al., 2025; Santos, 2023). Este último enfoque adolece de un marcado reduccionismo tecnocrático y conductista que aísla al estudiante en una interacción binaria con la máquina, omitiendo la dimensión sociocultural del aprendizaje, la gestión de la frustración en entornos no estructurados y la interpretación cualitativa de las pautas de andamiaje desde la perspectiva del propio actor educativo. Desde

una perspectiva estrictamente metodológica, la literatura sobre gamificación recurre predominantemente a diseños cuasi-experimentales de corto alcance temporal o estudios descriptivos donde la recolección de datos depende de la autopercepción de los discentes. Esta aproximación metodológica adolece de sesgos de deseabilidad social y no logra aislar el efecto de la novedad tecnológica del verdadero desarrollo de competencias cuantitativas. En contraposición, los estudios sobre IA y aprendizaje adaptativo se sustentan en metodologías cuantitativas transversales masivas o análisis de datos educativos (Educational Data Mining), los cuales, si bien aportan una alta validez interna respecto a la velocidad de resolución de algoritmos matemáticos, carecen de una aproximación ecológica al aula de clases real. Al omitir variables intervinientes exógenas como la mediación docente, el contexto socioeconómico y las interacciones entre pares, ambos enfoques metodológicos se presentan fragmentados, impidiendo la construcción de un marco explicativo integral que unifique la esfera afectiva con el procesamiento cognitivo complejo.

A partir de estas limitaciones y contradicciones metodológicas identificadas, se detecta un vacío científico bidimensional en el estado del arte actual, el cual constituye el núcleo justificatorio del presente estudio. En primer lugar, se evidencia una brecha de integración teórico-práctica derivada de la fractura epistemológica entre los entornos virtuales que solo gamifican la superficie de la tarea y los sistemas basados en IA que solo optimizan la ruta del contenido. La literatura científica actual no detalla con suficiencia cómo coexisten e interactúan los estímulos afectivo-motivacionales de la gamificación con los andamiajes cognitivos personalizados de la IA dentro de una misma estrategia didáctica integrada para las ciencias exactas. En segundo lugar, se identifica una brecha metodológica de triangulación debido al predominio de estudios empíricos de diseño puramente cuantitativo y de corte transversal que reportan indicadores macro aislados, existiendo una marcada escasez de diseños que logren articular la medición de variables duras con la comprensión cualitativa de las trayectorias de aprendizaje individuales dentro del ecosistema del aula de educación básica.

La presente propuesta de intervención atiende directamente este vacío científico en el área de la educación matemática al proponer un modelo pedagógico que unifica la potencia motivacional de la gamificación con la precisión adaptativa de las tecnologías de IA y TIC. Al plantearse bajo una mirada integradora, esta investigación trasciende la mera medición superficial del rendimiento académico aislado. Su valor doctoral radica en su capacidad para fundamentar cómo la convergencia de estas herramientas tecnológicas optimiza la apropiación del conocimiento y el desarrollo de competencias complejas en entornos escolares reales, ofreciendo un marco teórico robusto que supera las limitaciones fragmentadas de los estudios precedentes.

MARCO TEÓRICO

El desarrollo del pensamiento lógico-matemático se construye a través de la interacción activa del estudiante con su entorno, lo cual permite la consolidación progresiva de estructuras cognitivas mediante procesos de asimilación y acomodación (Piaget, 1947). En este proceso, el sujeto no adopta un rol pasivo, sino que transforma la información del medio al integrarla en sus esquemas previos, modificándolos cuando la realidad exige un nivel superior de abstracción y equilibrio cognitivo. Bajo esta perspectiva constructivista, el uso de herramientas tecnológicas y entornos virtuales de aprendizaje favorece experiencias significativas que facilitan la apropiación de conceptos abstractos. Las plataformas digitales actúan como laboratorios conceptuales interactivos donde el estudiante manipula variables en tiempo real, lo que acelera el tránsito desde la representación concreta y pictórica hacia la formalización matemática pura. Asimismo, el aprendizaje matemático se vincula estrechamente con funciones cognitivas como la atención, la memoria, la percepción y la motivación, elementos fundamentales para el razonamiento (Ramírez y Castillo, 2020). La resolución de problemas matemáticos complejos impone una alta carga cognitiva que demanda la activación

selectiva de la atención orientada a la tarea y el uso eficiente de la memoria de trabajo para procesar operaciones secuenciales. De igual forma, la autopercepción de autoeficacia y la motivación intrínseca actúan como motores afectivos que sostienen el esfuerzo cognitivo ante la frustración inherente al error. En este sentido, la mediación de la Inteligencia Artificial (IA) y las TIC contribuye directamente al incremento del interés estudiantil y al fortalecimiento de procesos de aprendizaje autónomos y autorregulados. Al proporcionar andamiajes cognitivos personalizados a las necesidades de cada usuario, estos recursos tecnológicos mitigan la saturación mental y optimizan la atención focalizada. Como resultado, la tecnología no reemplaza la actividad mental del estudiante, sino que expande su zona de desarrollo próximo al ofrecer retroalimentación inmediata, guiando la metacognición y permitiendo que el propio estudiante gobierne su ritmo y su trayectoria de aprendizaje.

METODOLOGÍA

Diseño y Enfoque Metodológico

El estudio se desarrollará bajo un enfoque mixto con un diseño secuencial integrativo (Creswell & Plano Clark, 2018), articulando de manera sistemática procedimientos cuantitativos y cualitativos que permitan obtener una comprensión más amplia del fenómeno investigado. La fase cuantitativa posibilitará medir las variaciones en el desempeño académico y la motivación de los estudiantes antes y después de la implementación de la estrategia tecnológica, mientras que la fase cualitativa permitirá interpretar las percepciones, experiencias y dinámicas observadas durante el proceso de intervención. La integración secuencial de ambos enfoques favorecerá la triangulación de la información, incrementando la solidez, credibilidad y consistencia de los hallazgos al contrastar los resultados obtenidos desde diferentes fuentes e instrumentos

El alcance de la investigación es de nivel explicativo-causal y correlacional, ya que no solo busca identificar la existencia de relaciones entre el uso de la tecnología y el desempeño académico, sino también comprender cómo la implementación de recursos tecnológicos incide en los procesos de aprendizaje y en las variaciones observadas en los resultados de los estudiantes. Este tipo de diseño resulta pertinente cuando se pretende explicar las posibles relaciones de causalidad entre variables en contextos educativos reales donde no es posible controlar completamente todas las condiciones experimentales, configurándose bajo un diseño cuasi-experimental con grupo de control no equivalente y mediciones pretest/posttest con grupos intactos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). La estrategia tecnológica se configura como una intervención pedagógica intencional, fundamentada en el conectivismo y el aprendizaje mediado por entornos digitales. La intervención tendrá una duración estricta de 10 semanas de ejecución efectiva durante el primer semestre del año escolar 2027, estructurada en una intensidad horaria de cuatro horas semanales acopladas al currículo oficial de matemáticas de la Institución Educativa Buenos Aires. El diseño didáctico operará mediante un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) que integrará un sistema tutor inteligente basado en IA para el aprendizaje adaptativo junto con secuencias gamificadas en plataformas dinámicas orientadas específicamente a la resolución de problemas algebraicos y geométricos complejos, transitando desde la abstracción guiada hasta el trabajo colaborativo autónomo. La implementación de la intervención se desplegará de manera sistemática a través de cuatro fases consecutivas que garantizan la trazabilidad del proceso: Fase 1: Diagnóstico y Familiarización (Semana 1): Dedicada a la administración del pretest de conocimientos y la escala Likert de motivación a ambos grupos, junto con una inducción técnica breve para que los estudiantes del grupo experimental dominen la interfaz de las herramientas digitales. Fase 2: Modelado e Interacción Guiada (Semanas 2 a 4): El docente introducirá las unidades temáticas articulando la instrucción directa con la mediación tecnológica, andamiando el proceso de apropiación de los recursos. Fase 3: Autonomía y Aprendizaje Adaptativo (Semanas 5 a 9): Los estudiantes resolverán desafíos matemáticos complejos en entornos virtuales de forma autónoma y colaborativa. El algoritmo de IA del EVA

dosificará la dificultad de los ejercicios en tiempo real según el patrón de aciertos y errores de cada estudiante, proveyendo retroalimentación procedimental inmediata y promoviendo la co-evaluación en equipos de trabajo. Fase 4: Evaluación de Cierre y Triangulación (Semana 10): Espacio final reservado para la aplicación del postest cuantitativo y los instrumentos cualitativos (entrevistas, grupos focales), con el fin de consolidar la matriz de datos mixta.

Área de Estudio

La investigación se está llevando a cabo en la sede principal de la Institución Educativa Buenos Aires (IEBA), ubicada en el municipio de Soacha, Cundinamarca, Colombia. El proceso se ejecutará durante el primer semestre del año escolar 2027.

Población y Muestra

La población está constituida por los estudiantes de grado octavo (8°) y los docentes del área de matemáticas de la institución descrita. La muestra se estructura de manera diferenciada según el componente del diseño mixto: Muestra Cuantitativa: Se selecciona dos grupos intactos de grado octavo (un grupo experimental y un grupo control) que suman un total de 70 estudiantes, distribuidos de forma equivalente en cada aula.

Submuestra Cualitativa (Estudiantes): Se selecciona una muestra no probabilística por criterios de conveniencia de 10 estudiantes, elegidos a partir de los contrastes y variaciones extremas reflejadas en el postest.

Muestra Cualitativa (Docentes): Se incluye a un total de 5 docentes de matemáticas adscritos a la institución.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Para la fase cuantitativa se aplicarán dos pruebas pedagógicas de conocimientos en matemáticas, configuradas como pretest y postest. Estos instrumentos miden el rendimiento académico antes y después de la intervención tecnológica. Adicionalmente, se administra una escala tipo Likert para evaluar la motivación estudiantil.

Para la fase cualitativa se utiliza tres técnicas con sus respectivos instrumentos: guiones de entrevista semiestructurada dirigidos a los docentes, fichas de observación de campo para las sesiones de clase y una guía de actividades propuestas para el desarrollo de grupos focales con los estudiantes.

El rigor psicométrico de los instrumentos cuantitativos se garantiza mediante procesos secuenciales de validación de contenido y estimación de la consistencia interna. Para las pruebas pedagógicas de conocimientos en matemáticas (pretest y postest), la validez de contenido se determina a través del método de juicio de expertos, involucrando a un comité de jueces especialistas en didáctica de la matemática y evaluación educativa, quienes evalúan la pertinencia, claridad, relevancia y nivel de complejidad de los reactivos mediante el coeficiente V de Aiken. Este procedimiento asegura que los ítems representen adecuadamente el dominio conceptual y las competencias curriculares estipuladas para el grado octavo, alineándose con los estándares de evaluación sugeridos por Muñiz (2018). Por su parte, la confiabilidad de estas pruebas de conocimiento, al constar de reactivos dicotómicos (correcto/incorrecto), se calcula mediante el coeficiente Kuder-Richardson (KR-20). Un valor piloto igual o superior a 0.75 será el umbral para determinar que el instrumento posee la estabilidad temporal y la homogeneidad interna necesarias para registrar variaciones reales en el desempeño académico de los estudiantes, minimizando el error de medición.

Para la escala tipo Likert orientada a evaluar la motivación estudiantil, se ejecuta un procedimiento diferenciado adaptado a variables de naturaleza psicométrica latente. La validez de constructo se evalúa inicialmente a nivel teórico mediante la correspondencia con las dimensiones de la teoría de la

autodeterminación (Ryan & Deci, 2017) y se valida empíricamente mediante un análisis factorial exploratorio (AFE) en una muestra piloto homóloga pero independiente. La consistencia interna de esta escala ordinal se estima a través del coeficiente Alfa de Cronbach (o en su defecto, el coeficiente Omega de McDonald, debido a la naturaleza politómica de los ítems). Siguiendo los criterios de George y Mallery (2020), se indexan como aceptables y robustos aquellos valores de Alfa superiores a 0.80, lo que garantiza que las subescalas de motivación intrínseca y extrínseca miden de forma consistente el constructo psicológico sin distorsiones por fatiga o ambigüedad en la redacción de las afirmaciones.

Análisis de Datos

Los datos cuantitativos obtenidos a partir del pretest y posttest serán procesados mediante estadística inferencial, utilizando el Análisis de Covarianza (ANCOVA) como técnica estadística principal. El ANCOVA permitirá incorporar las puntuaciones del pretest como covariable, con el propósito de controlar estadísticamente las diferencias basales en los niveles previos de conocimiento entre el grupo control y el grupo experimental (Tabachnick & Fidell, 2019). Este procedimiento analítico se ejecuta para aislar el posible efecto de las diferencias iniciales en los grupos y evaluar si existen variaciones estadísticamente significativas en los respectivos indicadores de rendimiento académico y motivación tras el periodo de intervención. Previo al cálculo inferencial, se verificarán los supuestos paramétricos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas a través del test de Levene. Por su parte, la información cualitativa proveniente de las entrevistas y grupos focales será analizada mediante la técnica de análisis de contenido temático asistido por el software ATLAS.ti. Para ello, se empleará el modelo de codificación inductiva-deductiva (Braun & Clarke, 2019), el cual se estructurará a partir de las dimensiones operacionales de las variables de estudio, permitiendo simultáneamente la emergencia de categorías relacionadas con las percepciones y experiencias de los participantes durante el proceso pedagógico.

RESULTADOS

Resultados esperados y protocolo de análisis

Debido al estado en desarrollo de la investigación, los resultados consolidados se plantean formalmente bajo el enfoque de hipótesis de trabajo y proyecciones de variables analíticas, evitando asunciones causales concluyentes de forma apriorística. El estudio no anticipa de manera concluyente los efectos sobre la motivación, el rendimiento o la autonomía de los participantes antes de que finalice la intervención en el aula de clases. Por el contrario, el diseño metodológico centra esta sección de manera exclusiva en la delimitación de los indicadores tecnológicos que serán evaluados dentro del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) y en la ruta metodológica estructurada para el procesamiento de los datos recolectados. Desde una perspectiva conceptual, la propuesta de intervención instruccional del EVA gamificado se fundamenta en la necesidad de dinamizar el proceso educativo a partir de los postulados de la Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan y la Teoría del Flujo de Csikszentmihalyi. Para evaluar objetivamente el comportamiento y la persistencia digital del usuario dentro de la plataforma sin caer en especulaciones de impacto educativo temprano, se operativizan cuatro indicadores métricos clave de interacción en la base de datos del sistema. El primer indicador corresponde al porcentaje de completitud de las rutas adaptativas gobernadas por el algoritmo de Inteligencia Artificial; el segundo mide la frecuencia de aciertos logrados por el discente inmediatamente después de recibir la retroalimentación procedimental automática ante un error conceptual; el tercer indicador cuantifica la cantidad de reconocimientos simbólicos y recompensas visuales acumuladas; y el cuarto registra de forma automatizada el tiempo de permanencia efectivo del estudiante dentro de la interfaz.

El análisis posterior buscará evaluar si este sistema de incentivos y retroalimentación instantánea opera eficazmente como un reforzador de la experiencia digital o si las trayectorias adaptativas logran asimilarse

correctamente a los ritmos individuales de aprendizaje de la educación básica. El plan de procesamiento y análisis de datos estadísticos para estos indicadores prevé un tratamiento descriptivo e inferencial estructurado de manera sistemática, cuyos futuros hallazgos se presentarán analíticamente mediante texto explicativo, tablas de contingencia y gráficos de barras comparativos. Para realizar la contrastación formal del rendimiento académico antes (pretest) y después (postest) de la intervención gamificada, el protocolo prevé el empleo de pruebas de hipótesis paramétricas o no paramétricas según la distribución de normalidad de las puntuaciones, la cual se verificará previamente mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Si los datos demuestran un comportamiento y simetría paramétrica, se implementará el Análisis de Covarianza (ANCOVA) como técnica estadística principal para comparar los promedios del postest, utilizando las notas del pretest como covariable para controlar rigurosamente las diferencias basales entre los grupos intactos de grado octavo. Complementariamente, se aplicará la prueba para muestras relacionadas con el fin de evaluar las variaciones internas de desempeño. En caso de registrarse desviaciones significativas en la normalidad de los datos, la contrastación de las medianas se ejecutará mediante la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon, garantizando el rigor psicométrico en la determinación de diferencias estadísticas significativas.

Figura 2

Integración de IA y TIC en educación matemática.

Integración de IA y TIC en Educación Matemática



DISCUSIÓN

Al contrastar el modelamiento del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) propuesto con la literatura científica contemporánea, se evidencia que el principal hallazgo de este estudio radica en la superación de la polarización teórica existente en la educación matemática actual. Mientras que los enfoques

fundamentados en la gamificación tradicional priorizan el enganche emocional periférico descuidando el control de variables cognitivas a largo plazo (Hernández-Miramontes et al., 2026), y los sistemas tutores basados en Inteligencia Artificial (IA) tienden a un reduccionismo tecnocrático que aísla al estudiante (Mendoza-Moreno et al., 2025; Santos, 2023), el presente modelo unifica ambas dimensiones de forma sinérgica. Esta integración conceptual encuentra su sustento en la noción de andamiaje dinámico derivado de la Zona de Desarrollo Próximo (Vygotsky, 1978), donde el entorno tecnológico no opera como un simple repositorio de ejercicios, sino como un mediador activo que ajusta el desafío cognitivo al nivel real del estudiante.

Al articular las métricas de persistencia digital y reconocimientos simbólicos de la Teoría de la Autodeterminación con algoritmos de IA orientados a la retroalimentación inmediata post-error, el entorno propuesto se distancia de las plataformas comerciales homogéneas, configurándose como un sistema integral que respeta los ritmos individuales de asimilación sin omitir la dimensión motivacional indispensable para mitigar la ansiedad matemática en la educación básica. No obstante, en estricto apego al principio de falsabilidad empírica y debido al estado en curso de la investigación, el estudio reconoce limitaciones metodológicas y operativas críticas que condicionan el alcance de sus proyecciones actuales. La principal limitación técnico-pedagógica se centra en la falta de datos empíricos definitivos derivados de la aplicación de campo en el aula, lo que supedita la validación de las hipótesis alternas de impacto cognitivo y motivacional a la recolección final del postest. Asimismo, las condiciones de infraestructura tecnológica de la Institución Educativa Buenos Aires, específicamente en lo que respecta a la estabilidad y velocidad de la conectividad a internet en el municipio de Soacha, representan una variable exógena interviniente que puede alterar la experiencia del usuario o interrumpir la fluidez del algoritmo adaptativo del EVA. El reconocimiento explícito de estas restricciones estructurales evita asunciones causales apriorísticas y metodológicamente descontextualizadas, delimitando el valor actual del manuscrito a la robustez de su diseño instruccional y a la rigurosidad de su protocolo de análisis inferencial mediante la técnica de covarianza.

CONCLUSIONES PRELIMINARES Y PROYECCIONES:

La integración conceptual de la Inteligencia Artificial (IA) y las dinámicas de gamificación se perfila como una alternativa pedagógica robusta para mitigar la abstracción matemática en la educación media. A nivel teórico, se concluye que el diseño del EVA propuesto resuelve la fragmentación de la literatura actual al unificar el soporte cognitivo adaptativo (IA) con el soporte afectivo-motivacional (gamificación). Metodológicamente, la estructura cuasi-experimental parametrizada y el control de amenazas a la validez interna (como el análisis de covarianza ANCOVA proyectado y el control del efecto Hawthorne) garantizan la viabilidad y réplica del protocolo en contextos escolares vulnerables. La principal limitación actual radica en la ausencia de datos empíricos definitivos; sin embargo, el pilotaje técnico en curso permitirá refinar los instrumentos antes de la recolección masiva de datos en el primer semestre de 2027.

REFERENCIAS

- Braun, V., & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 11(4), 589-597. doi.org
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.

- Hernández-Miramontes, J., Soberanes-Martín, A., & Martínez-Reyes, M. (2026). Ambientes virtuales de aprendizaje gamificados en la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Innovación Educativa*, 18(1), 45-59.
- Mendoza-Moreno, M. A., González-Sanabria, J. S., & Cárdenas-García, M. F. (2025). Analítica de aprendizaje y sistemas tutores basados en inteligencia artificial: un enfoque para la educación matemática. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 30(104), 112-135.
- Piaget, J. (1947). *La psicología de la inteligencia*. Editorial Psique.
- Ramírez, J. C., & Castillo, M. A. (2020). Funciones cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas: una revisión teórica. *Revista de Psicología y Educación*, 15(2), 120-134.
- Santos, R. E. (2023). Entornos adaptativos mediados por inteligencia artificial para la resolución de problemas abstractos en secundaria. *Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 7(1), 89-104.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using Multivariate Statistics* (7th ed.). Pearson.
- Yi, S., Zhang, L., & Wang, X. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic review of generative and adaptive tools (2020-2024). *Journal of Educational Technology & Society*, 27(3), 215-231.