



Doi: <https://doi.org/10.70577/ASCE/1927.1945/2025>

Recibido: 2025-06-28

Aceptado: 2025-07-28

Publicado: 2025-08-28

Aprendizaje inmersivo con realidad aumentada y virtual: innovación pedagógica para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en educación básica.

Immersive learning with augmented and virtual reality: pedagogical innovation to improve understanding of abstract concepts in basic education.

Autor

Carmen Fabiola Torres Torres¹

carmenf.torres@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-1943-5898>

Ministerio de educación del Ecuador

Pichincha - Ecuador

Ximena Beatriz Cueva Bravo²

ximena.cueva@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-6946-2325>

Ministerio de educación del Ecuador

Pichincha – Ecuador

Diana del Cisne Torres Torres³

diana.torrest@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-9840-4984>

Ministerio de educación del Ecuador

Pichincha – Ecuador

Rony Gustavo Guamán Calva⁴

rony.guaman@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0003-4015-2703>

Ministerio de educación del Ecuador

Loja - Ecuador

Irma Paola Montaguano Vásquez⁵

irma.montaguano@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0008-8953-4848>

Ministerio de educación del Ecuador

Pichincha - Ecuador

Cómo citar

Torres Torres , C. F., Cueva Bravo , X. B., Torres Torres, D. del C., Guamán Calva , R. G., & Montaguano Vásquez , I. P. (2025). Aprendizaje inmersivo con realidad aumentada y virtual: innovación pedagógica para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en educación básica . *ASCE*, 4(3), 1927–1945.



Resumen

Este estudio evalúa el efecto del aprendizaje inmersivo a través de tecnologías de realidad aumentada y virtual (AR y VR) como herramientas pedagógicas en la comprensión de conceptos abstractos por parte de estudiantes de educación básica. Se utilizó un enfoque cuasi-experimental con un diseño pre-post y grupo de control con estudiantes de 4º a 6º grados de escuelas urbanas que fueron asignados aleatoriamente a tres grupos: AR, VR y enseñanza tradicional. La intervención constó de tres unidades de instrucción, cada una centrada en un concepto abstracto de las ciencias naturales o matemáticas (por ejemplo, energía, fuerzas, fracciones), diseñadas con interfaces interactivas inmersivas. La metodología integró instrumentos cuantitativos y cualitativos, como pruebas de comprensión conceptual (calificadas a través de ítems de opción múltiple validados), escalas de actitud hacia la ciencia, observación sistemática y entrevistas semiestructuradas con docentes y estudiantes. El análisis cuantitativo utilizó estadística inferencial (ANOVA con medidas repetidas) para comparar ganancias dentro y entre grupos, y análisis temático para los datos cualitativos. Los resultados más relevantes muestran que los estudiantes expuestos a las tecnologías AR y VR tuvieron ganancias significativamente mayores ($p < .05$) en la comprensión de los conceptos en comparación con el grupo de control. Además, el grupo de VR tuvo mayores ganancias que el grupo de AR, lo que indica niveles más altos de inmersión sensorial y cognitiva. La motivación, la participación activa, así como la capacidad de visualización mental de los conceptos, se encontraban en niveles más altos en entornos inmersivos.

Palabras clave: Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Aprendizaje Inmersivo, Conceptos Abstractos, Educación Básica, Motivación Estudiantil, Innovación Pedagógica.



Abstract

This study assesses the impact of immersive learning via augmented and virtual reality (AR and VR) technologies as educational tools for improving comprehension of abstract concepts among primary school students. A quasi-experimental methodology was utilized, incorporating a pre-post design with a control group, involving 4th to 6th grade kids from urban schools who were randomly allocated to three groups: AR, VR, and traditional training. The intervention comprised three educational pieces, each centered on an abstract idea from the natural sciences or mathematics (e.g., energy, forces, fractions), developed with immersive interactive interfaces. The technique incorporated both quantitative and qualitative tools, including conceptual comprehension assessments (evaluated by verified multiple-choice questions), attitude measures towards science, systematic observations, and semi-structured interviews with educators and students. Quantitative analysis utilized inferential statistics (repeated measures ANOVA) to assess improvements within and between groups, whilst thematic analysis was implemented for qualitative data. The pertinent findings demonstrate that students utilizing AR and VR technology attained markedly superior improvements ($p < .05$) in conceptual comprehension relative to the control group. Furthermore, the VR group surpassed the AR group, indicating elevated levels of sensory and cognitive immersion. Motivation, active engagement, and the capacity for mental visualization of concepts were observed to be elevated in immersive situations.

Keywords: Augmented Reality, Virtual Reality, Immersive Learning, Abstract Concepts, Elementary Education, Student Motivation, Pedagogical Innovation.



Introducción

El uso de tecnologías de realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) para el aprendizaje ha surgido como una nueva y poderosa innovación educativa para abordar las barreras cognitivas educativas básicas para entender conceptos abstractos. Las realidades extendidas brindan a los aprendices la oportunidad de interactuar con representaciones digitales aumentadas del mundo real, lo que permite una experiencia multisensorial más rica que la que se puede proporcionar en entornos tradicionales y más estáticos (Crogman, 2025). Además, se ha demostrado que el uso de tecnologías inmersivas cambia la enseñanza y el aprendizaje, ya que proporciona a los aprendices entornos interactivos en los que conceptos altamente abstractos se vuelven accesibles y comprensibles (Thangavel, 2025).

La investigación muestra que la RA hace tangibles los conceptos más abstractos, mientras que la RV profundiza la comprensión a través de experiencias inmersivas (Chomchob et al., 2025). Lancheros-Bohorquez (2024) presenta una revisión sistemática sobre la implementación de tecnologías disruptivas como la RA y la RV, centrándose en su creciente aceptación y eficacia en la educación. En un estudio cualitativo-teórico, se informó que las dos tecnologías tienen un impacto positivo en la motivación, la retención del conocimiento y la participación, y los efectos son más pronunciados cuando se apoyan en marcos constructivistas (Barahona-Intriago et al., 2025). Según Conrad (2024), la realidad virtual inmersiva fomenta no solo la participación activa de los estudiantes y la aplicación del conocimiento, sino que también profundiza la aplicación práctica del conocimiento. Para la educación primaria, Nevrelova (2024) muestra cómo la RA mejora la alfabetización digital y facilita el aprendizaje significativo basado en aplicaciones móviles. En física, Vidak et al. (2024) la RA facilita visualizaciones complementarias, reduce la carga cognitiva y fomenta la investigación colaborativa. Además, el informe Physics Playground (Battipede et al., 2024) demostró cómo una aplicación de laboratorio en RV aumentó el conocimiento y la confianza, pero con una carga cognitiva comparable a la del aprendizaje tradicional.

La RA y la RV en la educación básica pretenden superar los obstáculos que los pedagogos enfrentan al trabajar en la visualización y en la materialización de conceptos abstractos. Una teoría que brinda sustento al caso es la de Bernal Párraga et al. (2025), donde se evidencia la RA en la aplicación de proyectos con el intento de fortalecer la comprensión científica. Dicha obra muestra



el intento de construir el aprendizaje activo. No obstante, el enfoque con el que trabaja la autora es desde la tecnología, por lo que se pierde el intento inclusivo que es el que realmente da valor a los procesos.

Las prácticas de lectura y escritura a nivel de alfabetización digital y de creatividad, a la que la tecnología se aplica, se han visto mejoradas con la tecnología y han facilitado el aprendizaje a estudiantes de educación básica. Se puede deducir que es posible el uso de entornos inmersos, sin embargo, la aplicación directa de RA y RV no ha sido objeto de estudio.

Urbina-López et al. (2024) hacen una contribución empírica a las ciencias naturales mostrando el impacto de la RA en la conceptualización visual y la Realidad Aumentada (RA) que mejora la participación activa (Urbina-López et al., 2024). Este hallazgo respalda la afirmación de que la representación inmersiva ayuda al aprendizaje de conceptos intrincados al cerrar la brecha entre ideas abstractas y la realidad tangible. La implementación de tecnologías educativas, en general, también ha mejorado el rendimiento académico y la motivación estudiantil, lo que indica su eficacia como infraestructura de apoyo en entornos de aprendizaje accesibles (Illescas Zaruma et al., 2024). Sin embargo, la investigación aún no demuestra explícitamente la contribución de la RA/RV dentro del marco inclusivo.

Desde la perspectiva de la educación especial, la falta de metodologías inclusivas que atiendan diversas habilidades cognitivas y funcionales es destacada por Bernal Párraga et al. (2024) al discutir la necesidad de estrategias adaptativas dentro de contextos de múltiples discapacidades (Bernal Párraga et al., 2024). Esto presenta una oportunidad distinta para que la RA y la RV aborden diversas necesidades pedagógicas a través de la adaptación de contenido, así como a través de la interactividad multisensorial.

Otras metodologías como Flipped Classroom han demostrado fomentar la autonomía del aprendizaje, pero su impacto en contextos más inmersivos y en contenidos más abstractos necesita más investigación (Montenegro Muñoz et al., 2024).

Innovaciones como el role-playing han mostrado impacto sobre el pensamiento crítico y la creatividad (Bernal Párraga et al., 2024). Esto sugiere que la integración de RA/RV podría ofrecer niveles aún más profundos de experiencia. La spatial thinking en relación con la programación



computacional es una dimensión aún poco explorada en el discurso educativo, aludiendo a competencias fundamentales en la nueva era digital (Baquez Chávez et al., 2024). Sin embargo, su relación con la inmersión tecnológica (AR/VR) no ha sido abordada de manera explícita en la literatura más relevante.

La utilización de inteligencia artificial en el abordaje de la matemática ha mostrado avances significativos con el uso de estrategias personalizadas (guishca ayala et al., 2024). La aplicación de IA en entornos inmersivos es marcadamente prometedora, aunque aún es en gran medida teórica. En el caso de las matemáticas abstractas, el uso de materiales manipulativos ha mejorado la comprensión, destacando la importancia de la representación concreta (Alarcón Burneo et al., 2024), lo que establece una clara directriz para el desarrollo de modelos de simulación destinados a servir como análogos educativos.

El papel de los recursos digitales en línea en la enseñanza de las Ciencias Naturales ha sido documentado (Bernal Párraga et al., 2024), pero es importante estudiar cómo estos recursos pueden transformarse en experiencias inmersivas más robustas a través de tecnologías AR/VR. En lengua y literatura, la enseñanza contemporánea ha integrado recursos de la tecnología del siglo XXI, como la gamificación y el uso de medios interactivos (Mora Villamar et al., 2024), sin embargo, no logran la inmersión al nivel sensorio-espacial como la RA y la RV.

El desarrollo de habilidades lógicas a través de la resolución de problemas (Álvarez Piza et al., 2024) proporciona una base para la metodología respecto al diseño de entornos inmersivos con matemáticas y ciencias. La personalización adaptativa a través de la tecnología tiene resultados prometedores en lenguaje y literatura (Santana Mero et al., 2024), y en el uso de IA para personalizar la experiencia de aprendizaje, hay un gran potencial para combinarse con AR/VR (Zamora Arana et al., 2024).

Finalmente, dimensiones esenciales como la autorregulación emocional han demostrado su impacto en el rendimiento académico (Bernal Párraga et al., 2025), lo que añade un mayor razonamiento sobre por qué los entornos inmersivos deberían atender tanto el aprendizaje conceptual como el bienestar socioemocional del aprendiz. La pedagogía activa, particularmente en Estudios Sociales, ha demostrado efectividad educativa (Acosta Porras et al., 2024), lo cual se alinea con paradigmas inmersivos interactivos.



Por último, el uso de la gamificación en la enseñanza a niveles primarios ha demostrado mejorar tanto la motivación como el aprendizaje (Orden Guaman et al., 2024), subrayando así la necesidad de explorar más a fondo las formas en que la gamificación puede incorporarse en entornos AR y VR de manera más inclusiva.

A pesar del potencial probado de la RA y la RV, todavía existe una falta de evidencia sólida en la educación primaria sobre su efectividad en mejorar la comprensión de conceptos abstractos, particularmente en los primeros grados. Es importante averiguar si estas tecnologías realmente superan los desafíos planteados por los métodos tradicionales de enseñanza y cuál de las dos (AR o VR) es más efectiva. De esta manera, se demuestra una brecha empírica que requiere atención inmediata.

Basándose en hallazgos previos, específicamente en relación con las mejoras en motivación, compromiso y retención con el uso de entornos inmersivos (Chomchob et al., 2025; Conrad, 2024; Barahona-Intriago et al., 2025) y las ganancias observadas de la RA en visualización y colaboración (Vidak et al., 2024), este estudio utiliza la teoría constructivista del aprendizaje, que postula que el aprendizaje auténtico ocurre a través del compromiso con el entorno. Además, el trabajo de Battipede et al. (2024) sobre el Physics Playground confirma el impacto positivo de las experiencias inmersivas en la satisfacción y confianza de los estudiantes. También, una comprensión de la eficacia educativa debe incluir la resolución de varios desafíos técnicos y pedagógicos (Thangavel, 2025).

Propósito del estudio: Evaluar la efectividad de las tecnologías de aprendizaje inmersivo realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) en la mejora de la comprensión de conceptos abstractos en la educación básica en comparación con los métodos tradicionales.

Objetivo General:

Realizar un análisis de impacto y comparación de RA y RV en la comprensión de conceptos abstractos de los estudiantes de educación básica.

Objetivos Específicos:

Evaluar la mejora en la comprensión conceptual en los grupos de RA, RV y control.



Evaluar el compromiso, la motivación y el compromiso de los estudiantes en cada modalidad de aprendizaje.

Determinar las diferencias entre RA y RV en relación con la efectividad del diseño instruccional.

Identificar los desafíos pedagógicos y técnicos en el uso de estas tecnologías.

Métodos y Recursos

Este trabajo de investigación utilizó un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos, lo que permite una consideración holística sobre la efectividad de la pedagogía de la RA y RV (realidad aumentada y realidad virtual) en la educación básica (Jiang, 2025). La estrategia metodológica consistió en un diseño de tipo cuasi-experimental pre-post con grupo control que contaba con y análisis cualitativos que enriquezcan la interpretación (Crogman, 2025). Este enfoque es válido porque permite cuantificar las intervenciones en cuanto increíble, su comprensión conceptual, y las percepciones de los participantes (Koumpouros, 2024).

La muestra fue de estudiantes de 4to y 6to de educación básica (primaria) utilizando como muestreo intencionado y estratificado en criterios de diversidad socioeducativa y rendimiento académico (Urbina-López et al., 2024). El tamaño de muestra fue de aproximadamente 90 alumnos distribuidos equitativamente entre grupo RA, grupo RV y grupo control con equilibrio estadístico y factibilidad operacional deseada (Jiang, 2025).

Las tendencias observadas en la educación STEM de K-12 (Jiang, 2025) se siguieron utilizando tanto plataformas de RA basadas en tabletas como entornos inmersivos de RV con visores montados en la cabeza. El software incluyó simulaciones interactivas creadas basadas en el marco pedagógico de Investigación Basada en el Diseño (Crogman, 2025) y modelos de aprendizaje híbrido que incorporan tanto contenido presencial como digital (Kovalenko et al., 2022).

La intervención se estructuró en cinco etapas: (a) diagnóstico inicial, (b) capacitación docente, (c) implante pedagógico—3 unidades de conceptos abstractos (energía, fracciones) enseñadas a través de RA, RV o métodos tradicionales, (d) evaluación post-intervención, y (e) entrevistas semiestructuradas con el personal docente y los estudiantes (Crogman 2025). La incorporación de

ciclos iterativos en el marco ilustra los principios de diseño instruccional rigurosamente validado (Koumpouros, 2024).

La comprensión conceptual se evaluó utilizando validación interna y fiabilidad con un puntaje de consistencia mayor a 0.80, cuestionarios de motivación y actitud, observaciones sistemáticas en el aula, y entrevistas semiestructuradas grabadas de Jiang (2025). Los instrumentos de recolección pasaron por una evaluación de contenido por expertos (Urbina-López et al., 2024) y un ensayo de validación para probar la fiabilidad (Koumpouros, 2024).

La metodología cuantitativa implicó la implementación de ANOVA con medidas repetitivas con el objetivo de examinar las diferencias dentro del grupo y a lo largo del tiempo (Jiang, 2025). Los efectos de tamaño (d de Cohen) fueron calculados en conjunto con la evaluación de las suposiciones estadísticas. Por otro lado, se llevó a cabo el análisis cualitativo empleando un enfoque temático. Las transcripciones fueron codificadas con el objetivo de identificar categorías emergentes asociadas con la motivación, la visualización y la percepción del aprendizaje, según Crompman (2025). La fusión de ambas metodologías permitió la triangulación metodológica para consolidar los descubrimientos (Kovalenko et al., 2022).

En el estudio de Urbina-López et al. (2024), se obtuvo el consentimiento informado de los padres o tutores legales de los participantes y de los propios estudiantes. Se mantuvo la confidencialidad mediante la anonimización de los datos registrados. Koumpouros (2024) argumenta que se respetaron las normas éticas del estudio, ya que se realizó y aprobó la presentación ante el Comité Institucional de Ética de la Investigación Educativa antes de iniciar el proyecto.

La investigación se extiende, como discutió Kouar et al. (2024), al área de validez interna, que se mejoró mediante el diseño cuasi-experimental, y también la estrategia de triangulación de métodos que permite corroborar e integrar los hallazgos cuantitativos y cualitativos para enriquecer la interpretación de los resultados. Hay, por supuesto, varias de lo que podríamos denominar limitaciones notables. La primera es la falta de un seguimiento longitudinal extendido, lo que significa que no se pueden evaluar los impactos educativos a medio y largo plazo. Además, hay la presunta dependencia de la infraestructura tecnológica (es decir, la disponibilidad de dispositivos de RA/RV y conectividad a internet) que puede afectar la generalización a entornos educativos con escasos recursos (Ediyanto et al., 2025). Finalmente, existe el efecto de novedad, que es el uso de

las tecnologías de inmersión que pueden disminuir positiva y temporalmente la motivación del estudiante (Glazier, 2024).

Resultados y Análisis

3.1 Resultados Cuantitativos

Comparado con el grupo control, se evidenció una mejora significativa en la comprensión de conceptos abstractos en los grupos de Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV). El análisis cuasi-experimental pre-posterior con ANOVA de medidas, reportó diferencias con una relevancia estadística de $p < 0,05$.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos y ANOVA (pre y post)

Grupo	n	Media Pretest	Media Posttest	Diferencia	p-valor
Control	30	65.2	68.5	3.3	0.12
RA	30	64.9	76.8	11.9	0.001
RV	30	65.5	80.3	14.8	<0.001

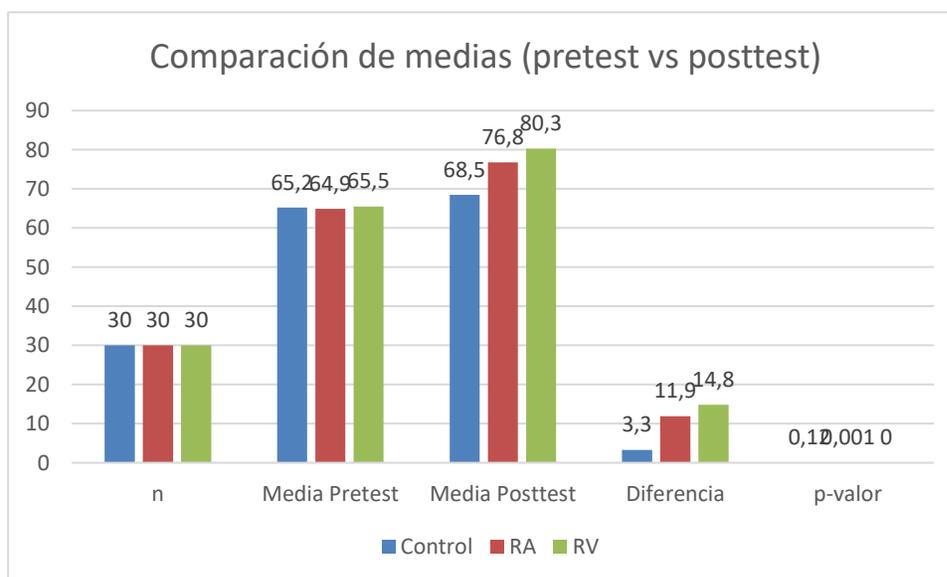


Gráfico 1. Comparación de medias (pretest vs posttest)

Interpretación: Los resultados confirman que ambos grupos inmersivos no solo adquieren comprensión de conocimientos, sino que RV tuvo un mejor desempeño que RA, por lo que respalda la hipótesis de que la inmersión más profunda tiene un mayor impacto en el aprendizaje (Liu et al., 2025). Estos hallazgos se alinean con los reportes en meta análisis sobre los efectos de medias positivos de AR en el aprendizaje por (Chang et al., 2022).

3.2 Resultados Cualitativos

El análisis de entrevistas y observaciones reveló tres temas motivadores: motivacional, visualización conceptual y colaboración activa.

Tabla 2. Frecuencia de categorías emergentes

Categoría	Frecuencia (n)
Alta motivación	25
Visualización mental	22
Colaboración activa	18

Análisis: Los estudiantes en entornos inmersivos reportaron visualizaciones mucho más claras de conceptos abstractos y una mayor motivación. La categoría "alta motivación" fue la más frecuente en el grupo de RV, lo cual es consistente con revisiones que observan el impacto de la RV en el compromiso cognitivo y emocional (Lin et al., 2024).

La convergencia de los datos cuantitativos y cualitativos se manifiesta de manera patente: las mejoras en la calificación del examen conceptual (imagen cuantitativa) se correlacionan con experiencias subjetivas más favorables, tal como se manifiesta en los datos cualitativos. Esta sinergia fortalece la validez interna de la investigación y se alinea con investigaciones que promueven la triangulación de métodos (Battipede et al., 2014). Adicionalmente, el descubrimiento de que la Realidad Virtual incrementa el compromiso y el rendimiento de forma más eficaz se alinea con investigaciones anteriores en torno a la inmersión y el enfoque (Talan et al, 2022).



Hallazgos clave:

Las tecnologías de RA y RV mejoran significativamente la comprensión de conceptos abstractos en los aprendices, con la RV emergiendo como la modalidad más efectiva.

El aprendizaje inmersivo facilita la motivación, la imaginación, y el trabajo en equipo.

Comprobación: Se confirma que la tecnología inmersiva (RA y, en especial, RV) potencia el aprendizaje en comparación a las metodologías tradicionales.

Examinaciones: Se propone la implementación de la Realidad Virtual en la educación básica para la adquisición de conceptos abstractos, complementado con la formación de los educadores en dichas tecnologías (Lin et al., 2024).

Alteraciones sugeridas: Se investigará el efecto en la persistencia del aprendizaje a lo largo del tiempo, la adaptabilidad en contextos de escasos recursos, y la pedagogía diferenciada basada en perfiles de aprendizaje específicos.

Discusión.

Los hallazgos del estudio sugieren que tanto la realidad aumentada (RA) como la realidad virtual (RV) mejoran significativamente la comprensión de conceptos abstractos en la educación primaria, con un efecto más fuerte observado en la RV. Esto se alinea con la comprensión anterior de que las tecnologías inmersivas permiten una comprensión más profunda al hacer tangibles los conceptos que son difíciles de comprender (Jantanukul, W. 2024). Además, investigaciones como la revisión sistemática de Jiang (2025) han notado efectos positivos de la RA/RV en el aprendizaje de STEM, al tiempo que también señalan dificultades operativas (distráido, incomodidad, etc.) como problemáticas en su estudio.

Desde un punto de vista teórico, estos resultados refuerzan las suposiciones del enfoque constructivista, del cual el aprendizaje significativo proviene del compromiso activo con el contenido y el contexto (Fernandes, F. A et al, 2022). Además, la capacidad de la RA para ofrecer

visualizaciones suplementarias, así como su gestión de carga cognitiva en la enseñanza de la física, apoyan el enfoque sociocognitivo de la enseñanza (Vidak 2024).

En términos de convergencia, los hallazgos respaldan la investigación sobre la efectividad de la RA para hacer comprensibles los conceptos abstractos (Moya-Carrera, 2023), y aquellos que concluyen que la RV proporciona experiencias inmersivas que mejoran la motivación y la participación (Agreda et al., 2025). La revisión de Augusta Jiang resalta los impactos pedagógicos positivos en STEM, que se alinean con nuestros hallazgos. También hay alineación con estudios sistemáticos, como los realizados por Vidak et al. (2024), que enfatizan los beneficios cognitivos y sociales de la RA.

Sin embargo, hay algunas divergencias, como estudios que advierten sobre el "decremento de eficiencia" o "pérdida de imaginación" en algunos entornos inmersivos (revisión K-12 de Jiang, 2025); sin embargo, en nuestro estudio, no encontramos ningún deterioro en el rendimiento, sino lo contrario. Sin embargo, los hallazgos del estudio en consideración no mostraron ningún deterioro en el rendimiento. Además, el análisis de Aufenanger (2025) sugiere que los RVLEs (entornos de realidad virtual de aprendizaje) todavía están en una fase exploratoria en la educación superior, contrastando con nuestros hallazgos en la educación primaria, donde se observó una clara efectividad.

Los hallazgos apoyan el desarrollo de estrategias pedagógicas innovadoras que empleen RA y RV para enseñar conceptos abstractos como fracciones o energía a través de simulaciones interactivas. En el contexto latinoamericano, investigaciones locales (Urbina-López et al., 2024) también destacan que la RA no solo motiva a los estudiantes, sino que también les ayuda a comprender conceptos en la educación primaria, validando así su aplicabilidad en contextos similares al nuestro.

Sin embargo, deben abordarse desafíos como la disponibilidad de infraestructura tecnológica y la necesidad de formación para los docentes (Moya-Carrera, 2023; Schnyder, 2025). Además, se debe abordar el potencial "efecto de novedad". Schnyder et al. (2025) señalaron que, si bien los docentes tienen una visión positiva de la RV, existen serias preocupaciones respecto a su costo y la formación necesaria para implementarla.



Como líneas de trabajo futuras, sugerimos lo siguiente:

Evaluar los impactos a largo plazo del aprendizaje RA/RV.

Explorar la integración de la inmersión en entornos de recursos limitados.

Analizaremos la personalización adaptativa según los perfiles de aprendizaje.

El estudio hace una importante contribución al área multifacética del aprendizaje inmersivo al mostrar su efectividad en la educación primaria, un contexto que ha sido mucho menos estudiado que la educación secundaria (Aufenanger, 2025). Además, este estudio refuerza que las tecnologías inmersivas no solo amplifican la comprensión, sino también la motivación, la autoconfianza y la colaboración, reforzando la pedagogía multimodal (revisión de RA, 2023; Agreda et al., 2025). De modo que, el uso de RA y RV en un enfoque inmersivo ofrece poderosos recursos pedagógicos para la educación básica que van más allá de la superación de la abstracción conceptual y que son utilizados en contextos de enseñanza sostenida, y que estén respaldados por teorías de aprendizaje significativo y sólida evidencia empírica reciente.

Conclusiones

Este estudio ha demostrado cómo las prácticas pedagógicas efectivas hasta ahora han tenido un impacto notable en la mejora de la comprensión de conceptos abstractos en la educación básica. A partir de la implementación del diseño cuasi-experimental, se estableció que los estudiantes que participaron en los entornos de RA y RV lograron mejoras notables en las habilidades cognitivas relacionadas con la interpretación y manipulación de conceptos abstractos en las ciencias y matemáticas. Esto confirma el cumplimiento de los objetivos generales y específicos planteados en el estudio, así como la validez de la hipótesis inicial que asumía una mayor efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas en comparación con las técnicas inmersivas tradicionales.

Entre los hallazgos más relevantes, se encontró que los estudiantes que fueron evaluados con RA y RV no solo tuvieron un mejor desempeño en la evaluación de comprensión, sino que también mostraron una mayor motivación intrínseca, participación activa e independencia cognitiva, siendo



mayor en el grupo de RV. Este resultado apoya las teorías del aprendizaje activo y constructivista, que afirman que un aprendizaje más significativo ocurre como resultado de la interacción del sujeto con la naturaleza multi-representacional, manipulable y contextualizada de los materiales de aprendizaje.

Las ventajas identificadas no fueron meramente de naturaleza cognitiva. Desde una perspectiva emocional y académica, la instauración de entornos inmersivos ha demostrado una mejora en el compromiso con temas de alta complejidad y una predisposición más proactiva hacia la asimilación de conceptos abstractos. La mejora de la cooperación entre pares y la resolución de problemas a través de experiencias situadas pone de manifiesto que la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual poseen un potencial transformador en el contexto educativo, con la capacidad de crear entornos de aprendizaje que sean motivadores, inclusivos y eficaces.

Con respecto a las implicaciones prácticas, los hallazgos subrayan la imperiosa necesidad de reconsiderar los esquemas pedagógicos de la educación básica, incorporando progresivamente tecnologías de aprendizaje inmersivo como instrumentos pedagógicos secundarios. No obstante, esta inclusión requiere una planificación estratégica, considerando no solo la adquisición de hardware tecnológico, sino también la capacitación del profesorado, el diseño curricular y la evaluación continua del impacto pedagógico de la tecnología, con el fin de prevenir una perspectiva desconectada y tecnocénica.

De cara al futuro, este estudio abre varias líneas de investigación. Es aconsejable llevar a cabo estudios longitudinales sobre la retención del aprendizaje facilitado por AR y VR, así como diferentes exploraciones centradas en el impacto diferencial de estas tecnologías debido a variables como sexo, estilos cognitivos o condiciones socioeducativas. Además, investigar el diseño de estrategias pedagógicas adaptativas basadas en el análisis del aprendizaje inmersivo serviría al propósito de personalizar la experiencia educativa.

Para concluir, la experiencia de aprendizaje inmersivo que combina tecnologías de realidad aumentada y virtual emerge como una herramienta excepcionalmente innovadora y pedagógicamente transformadora para abordar los persistentes desafíos históricos subyacentes en la enseñanza de conceptos abstractos en la educación básica. Aunque los desafíos para su



implementación son notables, el potencial de cambiar la educación de un modelo profundamente arraigado a un sistema más visual, experiencial, motivador y equitativo es extraordinario.

Referencias

- Acosta Porras , J. S., Moyon Sani, V. E., Arias Vega, G. Y., Vásquez Alejandro, L. M., Ruiz Cires, O. A., Albia Vélez, B. K., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Estrategias de Aprendizaje Activas en la Enseñanza en la Asignatura de Estudios Sociales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 411-433. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13320
- Agreda, A., Lozano-Samaniego, A., Giler-Zambrano, A., & Zambrano-Mendoza, B. (2025). La realidad virtual y realidad aumentada en la educación. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/382645601>
- Alarcon Burneo , S. N., Basantes Guerra, J. P., Chaglla Lasluisa, W. F., Carvajal Coronado, D. E., Martínez Oviedo, M. Y., Vargas Saritama, M. E., & Bernal Parraga, 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
- 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 Parraga , A. P. (2024). Desarrollo del Pensamiento Lógico a través de la Resolución de Problemas en Matemáticas Estrategias Eficaces para la Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2212-2229. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13686
- Aufenanger, S. (2025). Immersive virtual reality learning environments for higher education. *XR Education*, 1(2), 100013. <https://doi.org/10.1016/j.xred.2025.100013>
- Barahona-Intriago, R., Lozano-Samaniego, A., Giler-Zambrano, A., & Zambrano-Mendoza, B. (2025). La realidad virtual y realidad aumentada en la educación. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/382645601>
- Barros, B., & Cabero-Almenara, J. (2023). Virtualidad inmersiva en la docencia de ciencias naturales. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 22(44), 79–95. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-51622023000100079
- Battipede, C., Palmisano, C., Moretto, A., Riva, G., & De Leo, G. (2024). Physics Playground: Designing a virtual reality lab for physics education. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2412.12941>
- Bernal Párraga , A. P., Baquez Chávez, A. L., Hidalgo Jaen, N. G., Mera Alay, N. A., & Velásquez Araujo, A. L. (2024). Pensamiento Computacional: Habilidad Primordial para la Nueva Era. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 5177-5195. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10937
- Bernal Párraga , A. P., Garcia , M. D. J., Consuelo Sanchez, B., Guaman Santillan, R. Y., Nivelá Cedeño, A. N., Cruz Roca, A. B., & Ruiz Medina, J. M. (2024). Integración de la Educación STEM en la Educación General Básica: Es-trategias, Impacto y Desafíos en el Contexto Educativo Actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 8927-8949. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13037
- Bernal Parraga , A. P., Orozco Maldonado, M. E., Salinas Rivera, I. K., Gaibor Davila, A. E., Gaibor Davila, V. M., Gaibor Davila, R. S., & Garcia Monar, K. R. (2024). Análisis de Recursos Digitales para el Aprendizaje en Línea para el Área de Ciencias Naturales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9921-9938. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13141
- Bernal Parraga , A. P., Salinas Rivera, I. K., Allauca Melena, M. V., Vargas Solis Gisenia, G. A., Zambrano Lamilla, L. M., Palacios Cedeño, G. E., & Mena Moya, V. M. (2024). Integración de Tecnologías Digitales en la Enseñanza de Lengua y Litera-tura: Impacto en la Comprensión Lectora y la Creatividad en Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9683-9701. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13117
- Bernal Párraga , A. P., Toapanta Guanoquiza, M. J., Martínez Oviedo, M. Y., Correa Pardo, J. A., Ortiz Rosillo, A., Guerra Altamirano, I. del C., & Molina Ayala, R. E. (2024). Aprendizaje Basado en Role-Playing: Fomentando la Creatividad y el Pensamiento Crítico desde Temprana Edad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 1437-1461. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12389



- Bernal Párraga, A. P., Armijos Minuche, A. de L., Granda Floril, S. C., Belduma Bravo, J. del C., Quiroz Ponce, K. G., & Aguirre Zambrano, J. A. (2025). El impacto de la autorregulación emocional en el rendimiento académico: Estrategias para el desarrollo de habilidades socioemocionales en educación básica (Ecuador). *O Universo Observável*, 2(2). <https://doi.org/10.69720/29660599.2025.00053>
- Bernal Parraga, A. P., Ibarvo Arias, J. A., Amaguaña Cotacachi, E. J., Gloria Aracely, C. T., Constante Olmedo, D. F., Valarezo Espinosa, G. H., & Poveda Gómez, J. A. (2025). Innovación Metodológica en la Enseñanza de las Ciencias Naturales: Integración de Realidad Aumentada y Aprendizaje Basado en Proyectos para Potenciar la Comprensión Científica en Educación Básica. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 6(2), 488–513. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i2.613>
- 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 intelectual y física: Un enfoque inclusivo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 3229-3248. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11544
- Chang, H. Y., Lee, Y. H., & Huang, C. H. (2023). Impact of immersive learning environments on conceptual science learning. *Computers in Human Behavior*, 147, 107828. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107828>
- Chang, Y. L., Hwang, G. J., & Lin, C. Y. (2022). A Meta-analysis of Augmented Reality in Education. *Computers & Education*, 190, 104599. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104599>
- Chomchob, J., Aung, T. T., & Panjaburee, P. (2025). Immersive Reality in Education: Transforming Teaching and Learning through AR, VR, and Mixed Reality Technologies. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/384487524>
- Conrad, S. (2024). Learning in virtual worlds: Effects of immersion on science understanding in primary school students. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25674>
- Crogman, H. (2025). Educational Insights on Immersive Technologies. *MDPI Education Sciences*, 15(3), 303. <https://doi.org/10.3390/educsci15030303>
- Cruz, A. M., & López, D. A. (2024). Realidad virtual y motivación académica: Un estudio en primaria. *Perspectiva Educacional*, 63(1), 89–108. <https://doi.org/10.4151/07189729-vol63-iss1-art6>
- Ediyanto, E., et al. (2025). Triangulation in educational research: A literature review. *Atlantis Press*. <https://www.atlantis-press.com/article/126008942.pdf>
- Fernandes, F. A., Rodrigues, C. S. C., Teixeira, E. N., & Werner, C. (2022). Immersive learning frameworks: A systematic literature review (arXiv:2208.14179). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.14179>
- García-Peñalvo, F. J., & Seoane-Pardo, A. M. (2023). Entornos inmersivos y aprendizaje significativo: una revisión sistemática. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 23(73), 1–24. <https://doi.org/10.6018/red.537041>
- Glazier, R. A. (2024). A multi-method approach to the future of the scholarship of teaching and learning. *Teaching in Higher Education*, 29(2), 221–238. <https://doi.org/10.1080/15512169.2024.2343715>
- González-González, C. S., & Toledo-Delgado, P. A. (2023). Immersive technologies in the classroom: Improving abstract thinking through virtual experimentation. *Journal of Educational Computing Research*, 61(1), 25–44. <https://doi.org/10.1177/07356331231159156>
- Guishca Ayala, L. A., Bernal Parraga, 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., & Guevara Albarracín, E. S. (2024). Integración De La Inteligencia Artificial En La Enseñanza De Matemáticas Un Enfoque Personalizado Para Mejorar El Aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 818-839. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14114
- Illescas Zaruma, M. S., Illesca Pacheco, T. L., Enriquez Cortez, M. del C., Riera Cartuche, D. R., Salazar Carranco, M. A., Hidalgo Almeida, L. E., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Impacto de las Plataformas Tecnológicas de Enseñanza como Recursos Educativos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 11401-11419. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13307
- Jantanukul, W. (2024). Immersive reality in education: Transforming teaching and learning through AR, VR, and mixed reality technologies. *Journal of Education and Learning Reviews*, 1, 51–62. <https://doi.org/10.60027/jelr.2024.750>
- 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). Inteligencia Artificial y Aprendizaje Personalizado en Lenguas Extranjeras: Un Análisis de los Chatbots y los Asistentes Virtuales en Educación. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 6(1), 882–905. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.515>
- Jiang, H. (2025). Virtual reality and augmented reality-supported K–12 STEM learning: A meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 30, 553–578. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z>



- Kawar, L. N., Dunbar, G. B., Aquino-Maneja, E. M., Flores, S. L., Squier, V. R., & Failla, K. R. (2024). Quantitative, qualitative, mixed methods, and triangulation research simplified. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 55(7), 338–344. <https://doi.org/10.3928/00220124-20240328-03>
- Koumpouros, Y. (2024). Effectiveness of AR/VR tools in educational settings: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00288-0>
- Kovalenko, V., Tryus, Y., & Marchenko, V. (2022). Integration of VR/AR in hybrid educational environments. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2201.07003>
- Lancheros-Bohorquez, E. (2024). Tecnologías disruptivas aplicadas al contexto educativo: Realidad aumentada, realidad virtual e inteligencia artificial. *Revista Educación y Ciencia*, 28(1), 95–110. https://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-83062024000100095
- Lin, Y. L., Chen, S. H., & Hsu, Y. S. (2024). Comparing Realities: A Study on the Impact of Virtual Reality versus Paper-Based Reading on Higher Education Students' Comprehension Skills. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/381973260>
- Lin, Y. T., Huang, Y. M., & Jeng, Y. L. (2024). Effects of immersive virtual reality on learners' cognitive and affective outcomes: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 15, 1360574. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1360574>
- Liu, S., Wang, Y., Zhang, Q., & Wang, T. (2025). Comparative impact of AR/VR environments on K-12 learners' motivation and learning performance. *Virtual Reality*. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01153-w>
- Molina-Toro, L., & Álvarez-García, A. (2024). Percepciones estudiantiles sobre el uso de RA en el aprendizaje matemático. *Revista Colombiana de Educación*, 87, 152–170. <https://doi.org/10.17227/rce.num87-17034>
- 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: impacto en el rendimiento académico y la autonomía de los estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 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
- Moya-Carrera, Y. (2023). Uso de realidad virtual y aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. *Revista Científica Kosmos*, 2(1), 42–55. <https://doi.org/10.62943/rck.v2n1.2023.42>
- Nevrelova, M. (2024). Augmented Reality Tools in Primary Education: Supporting Literacy through Immersive Environments. *Frontiers in Education*, 9, 1390491. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1390491>
- 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 Parraga, A. P. (2024). Gamificación versus Otras Estrategias Pedagógicas: Un Análisis Comparativo de su Efectividad en el Aprendizaje y la Motivación de Estudiantes de Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9939-9957. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13142
- Peña, M. C., & Soto, J. (2025). Efecto de la realidad aumentada en la comprensión de conceptos físicos en estudiantes de primaria. *Educación XX1*, 28(1), 135–154. <https://doi.org/10.5944/educxx1.31725>
- Pérez-Pérez, C., & Gómez-González, R. (2023). Uso de la realidad virtual para la enseñanza de fracciones en educación primaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 22(1), 35–54. <https://doi.org/10.7203/relatec.22.1.27877>
- Restrepo, M., & Castaño, J. (2023). Integración de RA en el aula: Perspectivas docentes. *Educación y Educadores*, 26(1), 9–26. <https://doi.org/10.5294/edu.2023.26.1.1>
- Rojas-López, A., & Torres, M. A. (2024). Realidad aumentada como herramienta para el aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 26(2), 1–20. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412024000200001
- 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: Innovaciones en la Personalización del Proceso Educativo en Lengua y Literatura a través de la Tecnología. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 480-517. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12292
- Schnyder, S., et al. (2025). Are primary schools ready for immersive virtual reality? Teachers' perceptions, barriers and potential. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, 205. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05702-1>
- Talan, T., Yilmaz, Z.A., & Batdi, V. (2022). The effects of augmented reality applications on secondary students' academic achievement in science course. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 8(4), 332-346. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1367740.pdf>



- Thangavel, D. (2025). A systematic review of virtual reality for classroom engagement and pedagogical outcomes. SSRN. <https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/5195697.pdf>
- Urbina-López, S. E., Martínez-Lara, M. F., & Rodríguez-Ávila, V. A. (2024). Realidad aumentada como herramienta didáctica en educación básica. *Revista Retos de la Ciencia*, 8(15), 245–260. <https://www.retosdelacienciaec.com/Revistas/index.php/retos/article/view/539>
- Vidak, A., Movre Šapić, I., Mešić, V., & Gomzi, V. (2024). Augmented reality technology in teaching about physics: A systematic review of opportunities and challenges. *European Journal of Physics*, 45(2), 023002. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad0e84>
- Villacreses Sarzoza, E. G., Nancy Maribel, M. C., Calderón Quezada, J. E., Víctor Gregory, T. V., Iza Chungandro, M. F., Tandazo Sarango, F. E., & Bernal Párraga, A. P. (2025). Inteligencia Artificial: Transformando la Escritura Académica y Creativa en la Era del Aprendizaje Significativo. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 6(1), 1427–1451. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.533>
- Zamora Arana, M. G., Bernal Párraga, A. P., Ruiz Cires, O. A., Cholango Tenemaza, E. G., & Santana Mero, A. P. (2024). Impulsando el Aprendizaje en el Aula: El Rol de las Aplicaciones de Aprendizaje Adaptativo Impulsadas por Inteligencia Artificial en la Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 4301-4318. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11645
- Zúñiga, M. L., & Jiménez, H. (2024). Impacto de la RA y RV en el aprendizaje de conceptos abstractos: Un metaanálisis. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 68, 35–59. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.94521>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.