



Doi: <https://doi.org/10.70577/ASCE/140.162/2025>

Recibido: 2025-08-29

Aceptado: 2025-09-29

Publicado: 2025-10-03

Integración de metodologías activas y tecnologías inmersivas en la enseñanza de Ciencias Naturales

Integration of active methodologies and immersive technologies in the teaching of Natural Sciences

Autores

Edwin Javier Tapia Pinguil¹

edwinleo16@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3256-9678>

Independiente

Canar-Ecuador

Jenniffer Elizabeth García Vera²

jenniffer.garcia@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0000-8320-2887>

Ministerio de Educación del Ecuador

Manabi-Ecuador

Rosmery Silvana Ulloa Vanegas³

silvana.ulloav@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-8954-8155>

Ministerio de Educación del Ecuador

Azuay-Ecuador

Tamay Tamay Segundo Alejandro⁴

segundo.tamay@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-1402-618X>

Ministerio de Educación del Ecuador

Quito-Ecuador

Karina Elizabeth Cevallos López⁵

karinae.cevallosl@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0005-1958-7627>

Ministerio de Educación del Ecuador

Cotopaxi -Ecuador

Cómo citar

Tapia Pinguil, E. J., García Vera, J. E., Ulloa Vanegas, R. S., Tamay Tamay, S. A., & Cevallos López, K. E. (2025). Integración de metodologías activas y tecnologías inmersivas en la enseñanza de Ciencias Naturales. *ASCE MAGAZINE*, 4(4), 140–162.

Resumen

Este documento investiga la aplicación de metodologías activas y tecnologías inmersivas en la enseñanza de la Ciencia como una estrategia transformadora en respuesta a los desafíos de la enseñanza en el siglo XXI.. Este estudio se basa en la suposición de que es necesaria una reestructuración de las prácticas pedagógicas tradicionales para abordar la creciente complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje en los contextos de diversidad, tecnologías que aceleran y la demanda de habilidades cognitivas de orden superior. Utilizando un enfoque metodológico mixto, se empleó un diseño cuasi-experimental con análisis cualitativo adicional para evaluar el impacto de la integración del aprendizaje basado en proyectos, la indagación científica y la gamificación con herramientas de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) en la comprensión conceptual, la motivación y el compromiso de los estudiantes en Ciencias Naturales. Los hallazgos indican que se observaron mejoras sustanciales en la retención, la participación activa y la adquisición de habilidades transversales en los grupos experimentales en comparación con los grupos que emplearon metodologías tradicionales. El estudio también identificó contribuciones críticas a la resolución de problemas complejos a través de la simulación de fenómenos naturales y la experimentación inmersiva, lo que mejora las capacidades para construir un conocimiento situado y significativo. Todos estos aspectos combinados sugieren la necesidad de cambios fundamentales. Sin duda, estos hallazgos transforman nuestras nociones y conceptualizaciones existentes sobre el valor estratégico de utilizar tecnología. Estas integraciones tecnológicas, marcadas por cambios intencionados y pedagógicamente significativos, transforman el enfoque del sistema hacia la enseñanza y el aprendizaje, empoderando al sistema para abordar la innovación pedagógica que refuerza la necesidad de equidad en todo el sistema en la estructura del aprendizaje y la personalización de la experiencia de aprendizaje. Basta con afirmar que este único enfoque lleva dentro de sí los mecanismos transformadores fundamentales que responden a los cambios mencionados previamente para abordar las preocupaciones pedagógicas con respecto a la enseñanza de las ciencias, mejorando la alfabetización científica, así como la capacidad de respuesta a las preocupaciones apremiantes del sistema..

Palabras clave: Metodologías Activas, Tecnologías Inmersivas, Ciencias Naturales, Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Resolución De Problemas Complejos, Transformación Educativa Sistémica.



Abstract

This paper examines the utilization of active methodologies and immersive technologies in scientific education as a revolutionary approach to address the difficulties of 21st-century pedagogy. The study posits that a reformation of conventional educational methods is essential to tackle the increasing intricacy of teaching and learning in diverse contexts, advancing technology, and the necessity for elevated cognitive skills. A mixed-methods approach utilizing a quasi-experimental design, supplemented by qualitative analysis, was implemented to assess the effects of incorporating project-based learning, scientific inquiry, and gamification through augmented reality (AR) and virtual reality (VR) tools on students' conceptual understanding, motivation, and engagement in Natural Sciences. The results demonstrate significant enhancements in retention, active engagement, and the development of transversal abilities in experimental groups relative to those employing conventional methods. The research identified significant contributions to complex problem-solving via the simulation of natural events and immersive experimentation, hence augmenting students' ability to generate contextually relevant and meaningful knowledge. These integrated factors indicate the necessity for profound transformation. These findings unequivocally alter our current understandings and perceptions on the strategic significance of technology utilization. These technological integrations, characterized by deliberate and pedagogically significant modifications, transform the system's methodology for teaching and learning, enabling it to promote pedagogical innovation that underscores the necessity for equity throughout the educational framework and individualizes the learning experience. This singular strategy encompasses the fundamental transformative mechanisms necessary to tackle the previously listed obstacles, enhance scientific literacy, and effectively handle the system's most urgent educational issues..

Keywords: Active Methodologies, Immersive Technologies, Natural Sciences, Augmented Reality, Virtual Reality, Complex Problem Solving, Systemic Educational Transformation.

Introducción

El paradigma educativo actual requiere la incorporación de metodologías centradas en el estudiante que fomenten la participación activa, la experimentación y el aprendizaje significativo, particularmente en áreas como las Ciencias Naturales, donde los fenómenos pueden ser abstractos o difíciles de observar directamente (Lampropoulos, 2024; Rosero Benavides, Herrera-Granda & Herrera Granda, 2021). Igualmente, las tecnologías inmersivas, como la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR) y las simulaciones interactivas, están demostrando ser herramientas valiosas para visualizar fenómenos complejos, mejorar la comprensión espacial, reducir los costos y riesgos de la experimentación física y aumentar la motivación de los estudiantes (Tene et al., 2024; Matovu et al., 2023).

Una revisión sistemática reciente encontró que la integración de tecnologías inmersivas en la educación STEM tuvo efectos positivos en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes, siendo la AR la tecnología más utilizada, seguida por la VR (Tene et al., 2024). De manera similar, Lampropoulos (2024) encontró que el uso de AR en la enseñanza de Ciencias Naturales a aprendices tempranos mejora el aprendizaje y el compromiso emocional.

En el caso de América Latina, Rosero Benavides et al. (2021) informaron sobre una experiencia en una institución primaria en Ecuador, donde el uso de AR mejoró la comprensión de los conceptos de ciencias naturales y ayudó a mejorar la motivación. Sánchez-Obando et al. (2023) también demostraron que estas tecnologías pueden ser efectivas en contextos rurales, siempre que haya un apoyo pedagógico adecuado.

En otro caso, Matovu et al. (2023) realizaron una revisión de 64 estudios sobre VR educativa y concluyeron que su efectividad está determinada por los niveles de inmersión, el diseño pedagógico y la duración de la experiencia. Un meta-análisis de Faria y Miranda (2024) corroboró que el uso de AR y VR mejora la retención de información y aumenta la comprensión de fenómenos complejos en Biología.

En relación con la convergencia con metodologías activas, AlAli et al. (2025) mostraron que la combinación de AR y estrategias de pensamiento creativo mejora el compromiso productivo de los aprendices a niveles cognitivos más altos. Según Serrano-Ausejo et al. (2024), los principales

obstáculos para el uso efectivo de estas tecnologías son la formación de los docentes, la infraestructura disponible y la integración en el currículo.

La pedagogía actual en torno a las Ciencias Naturales tiene vacíos que necesitan ser abordados con mucho más detalle de lo que se ha hecho anteriormente. Esto es especialmente cierto en cuanto a la fragmentación del conocimiento, un tema relevante para mantener el pensamiento crítico y fomentar una mayor comprensión de los fenómenos naturales, lo que ha suscitado interés en el desarrollo de metodologías integrales que combinen tecnología moderna y aprendizaje activo.

Los estudios muestran que las metodologías de aprendizaje activo, específicamente el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo y la gamificación, se correlacionan positivamente con un mejor rendimiento académico y ayudan a enseñar las habilidades necesarias del siglo XXI (Acosta Porras et al, 2024; Jimenez Bajaña et al, 2024; Bernal Párraga et al, 2024). Estas metodologías están diseñadas para mejorar la motivación, el compromiso y la autonomía de los estudiantes, que son cruciales en el aprendizaje de la ciencia, especialmente para comprender conceptos complejos y abstractos (Guerrero Carrera et al., 2024).

Igualmente, el impacto de la tecnología en la educación ha provocado una reconsideración de las herramientas digitales como facilitadores del aprendizaje significativo. En este sentido, el uso de recursos digitales, como plataformas interactivas, simuladores, realidad aumentada (AR) y aprendizaje adaptativo, ha sido particularmente efectivo en el campo de las Ciencias Naturales (Bernal Parraga et al., 2024; Bernal Parraga, Ibarvo Arias et al., 2025). Por ejemplo, el uso de AR, junto con metodologías activas, ha ayudado a los estudiantes a comprender procesos como la fotosíntesis o el ciclo del agua, ya que pueden interactuar con modelos tridimensionales que mejoran el aprendizaje visual y espacial (Aguilar Tinoco et al., 2024).

La estrategia emergente de la gamificación ha sido ampliamente documentada por su capacidad para animar las clases de ciencias, aumentando la participación y el compromiso, particularmente en el nivel primario (Bernal Párraga et al., 2024; Orden Guaman et al., 2024). Además, el aprendizaje basado en proyectos ha demostrado ser una forma efectiva de incorporar contenido interdisciplinario y fomentar el pensamiento científico a una edad temprana (Bernal Párraga, Jaramillo Rodríguez et al., 2024).

La literatura más reciente ha iluminado las ventajas de enfoques pluralistas como el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en la enseñanza de las ciencias, especialmente con optimizaciones metodológicas y tecnológicas que responden a la diversidad de los aprendices (Aguilar Tinoco et al., 2024). Esto se alinea con las tendencias actuales de personalización del aprendizaje debido a la llegada de la inteligencia artificial educativa (Santana Mero et al., 2024; Villacreses Sarzoza et al., 2025).

Si bien ha habido cierto progreso en la literatura que se centra en la integración efectiva, sistemática y sostenible de metodologías activas con tecnologías inmersivas en la enseñanza y el aprendizaje en el aula de ciencias, aún existen vacíos. La mayor parte de la literatura se ha centrado en evaluar componentes individuales (es decir, gamificación o AR) sin análisis integrales de la pedagogía sinérgica (Zamora Arana et al., 2024; Bernal Párraga, Sandra Verónica et al., 2024).

El análisis realizado en este texto resalta y revela el impacto de las estrategias en los sistemas educativos públicos en cuanto a la falta de tecnología, cultura y vacíos pedagógicos. Su investigación demuestra, como en el caso de Albán Pazmiño. Zambrano Vergara utilizando Zambrano, que la capacitación y el contexto institucional de los docentes son críticos para la exitosa ejecución de los planes de innovación educativa.

Hay informes crecientes sobre la integración de enfoques activos, con la integración de tecnologías emergentes impulsada por la integración de las estrategias activas al nuevo triángulo desarrollado, que está bien documentado que es impulsado por las tecnologías emergentes capaces (García Carrillo et al., 2024; Fierro Barrera et al., 2024). Aún existen algunos vacíos en la ejecución del triángulo, que se dirigen a la falta de cambio, la falta de información y la inequidad en el acceso de la composición que fundamenta el marco de compromiso.

En resumen, la literatura revisada en este sentido tiende a ser singular en el centro de la enseñanza de las Ciencias Naturales en el contexto de la tecnología pedagógica central y los componentes de enseñanza. Sin embargo, hay un rompecabezas que involucra los vacíos en la integración simultánea y coordinada de enfoques activos con tecnologías inmersivas para evaluar los vacíos del enfoque hacia el aprendizaje, la integración y la relevancia en el contexto de sentido común.

Aunque hay una gran cantidad de evidencia sobre los beneficios únicos de las metodologías activas y de las tecnologías inmersivas, su integración coordinada en la enseñanza de las Ciencias Naturales aún está insuficientemente documentada en contextos latinoamericanos con infraestructura real, diversidad socioeconómica y limitaciones en la capacitación docente. Por ejemplo, no está claro qué combinación metodológica y tecnológica es más efectiva para conceptos naturales abstractos, cómo se ven afectadas la motivación y las competencias transversales, y cuáles son las principales barreras para una implementación sostenible.

La justificación se basa en teorías de aprendizaje activo (constructivismo, aprendizaje situado, aprendizaje basado en proyectos/investigación) y en los marcos de aprendizaje inmersivo (teoría de la presencia, cognición multimedia, aprendizaje visual-espacial). Estudios más recientes han demostrado que cuando los estudiantes son participantes activos, se involucran en fenómenos de aprendizaje a través de simulaciones inmersivas y reflexionan colaborativamente, sus resultados en términos de comprensión conceptual, transferencia de conocimiento y motivación son más altos (Tene et al., 2024; AlAli et al., 2025).

Propósito y objetivos

Evalúa el impacto de integrar metodologías activas con tecnologías inmersivas a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en la Educación Primaria de América Latina, considerando los resultados académicos, así como las actitudes, motivación y desarrollo de habilidades transversales, y analiza los factores que posibilitan y limitan su implementación sostenible.

Objetivos Específicos

1. Determinar el impacto de las metodologías activas (aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en la indagación, etc.) junto con tecnologías inmersivas (AR, VR y simulaciones) en la comprensión de conceptos abstractos y complejos de Ciencias Naturales de estudiantes de Primaria superior y Secundaria inferior.
2. Evaluar los cambios en la motivación de los estudiantes, la actitud hacia la ciencia y el compromiso que genera la integración propuesta.

3. Especificar las habilidades transversales adquiridas (trabajo colaborativo, pensamiento crítico, conciencia ambiental).
4. Identificar barreras y facilitadores institucionales, pedagógicos y tecnológicos dentro de contextos de recursos limitados.
5. Desarrollar una primera aproximación a un modelo pedagógico sensible al contexto latinoamericano y centrado en la integración efectiva de metodologías activas y tecnologías inmersivas en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Métodos y Recursos

Este estudio utilizará un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) de estudio de caso con diseño cuasi-experimental longitudinal y complementado con estudio de caso para profundizar en las percepciones de docentes y estudiantes. El diseño mixto captura no solo los resultados cuantificables de las intervenciones (por ejemplo, rendimiento, motivación), sino también los procesos, barreras y percepciones involucradas (Hur, 2025). El diseño cuasi-experimental (grupos intactos, pre y post-test) es justificado cuando los participantes no pueden ser asignados aleatoriamente sin interrumpir el descanso escolar de los demás participantes (AlAli, Wardat, Aboud & Alhayek, 2025).

También se empleará una estrategia de grupo de control concurrente para comparar con métodos tradicionales de enseñanza-aprendizaje en Ciencias Naturales. Además, se añadirá un componente cualitativo a través de entrevistas semiestructuradas y observaciones para estudiar el uso de métodos de enseñanza activa y tecnologías inmersivas en un contexto real (Özgür Anil & Batdı, 2023; Crogman et al., 2025).

Población y muestra. Los objetivos del estudio serán alumnos de primer y segundo ciclo (escuela primaria y secundaria) y sus docentes de Ciencias Naturales de diversos contextos socioeconómicos (urbano, periurbano y rural) en sus contextos geográficos. De cada uno de los niveles (primaria y secundaria), se muestrearán dos grupos intactos: uno experimental y uno de control, para clases preexistentes. El tamaño de muestra estimado será de alrededor de $n = 40-50$

estudiantes por grupo, por nivel, lo cual está en línea con el tamaño de muestra utilizado en estudios de AR con intervención experimental (AlAli et al., 2025), y lo que permitirá detectar efectos moderados a grandes.

Criterios de inclusión. Estudiantes matriculados en Ciencias Naturales con al menos uno de los siguientes: dispositivos compatibles con AR/VR de inmersión (tableta, computadora o móvil). Asimismo, docentes que estén dispuestos a tomar un curso sobre tecnologías inmersivas y transformadoras, y escuelas con infraestructura básica como electricidad e internet.

Se Justifica el tamaño debido a estudios similares con muestras de 30-60 por grupo los cuales han demostrado resultados estadísticamente relevantes en rendimiento y creatividad (AlAli et al, 2025; Matovu et al, 2023).

Se utilizara una amplia gama de herramientas y plataformas inmersivas, que permitiran mejorar el estudio tales como:

Aplicaciones de Realidad Aumentada (AR) relacionados con tabletas/móviles como aplicaciones educativas de AR sobre visualización de fenómenos Naturales: El ciclo del agua, modelos atómicos invisibles.

Dispositivos de Realidad Virtual (VR) y entornos de laboratorio virtual para simulaciones de Ciencias Naturales (por ejemplo, óptica y ecología).

Simulaciones interactivas de AR/VR/MR (Realidad Mixta) desarrolladas o adaptadas localmente.

Estas tecnologías se proponen en relación con revisiones recientes que describen aplicaciones de AR/VR/MR que mejoran la comprensión conceptual, las habilidades espaciales y la educación STEM K-12 cuando se combinan con estrategias activas como el aprendizaje basado en tareas o el aprendizaje situado (Jiang, 2025; Huang, 2025; Crogman, 2025).

La secuencia de acciones en el estudio será:

Fase de planificación: aprendizaje profesional para maestros de Ciencias Naturales respecto al uso pedagógico de metodologías activas (ABP, indagación, aprendizaje colaborativo) así como las herramientas de AR/VR/MR para habilidades técnico-prácticas.



Fase piloto: aplicar la intervención en un módulo corto (2-3 semanas) con estudiantes experimentales para refinar materiales, software, duraciones y logística.

Intervención principal: durante un semestre, aplicar las metodologías activas combinadas con tecnologías inmersivas en clases experimentales, mientras que en las clases de control se mantienen los métodos tradicionales.

Ambos grupos (experimental y de control) en su variable dependiente comprensión conceptual de algunos de los fenómenos naturales seleccionados (por ejemplo, óptica, ecología, geología) tuvieron algunos de los mismos motivadores, actitudes y competencias transversales.

La implementación de la observación de clases y un diario reflexivo por parte del profesor es un componente constante.

Se utilizan tanto el pre-test como el post-test combinados con instrumentos cualitativos (entrevistas y grupos de enfoque) para estudiantes y profesores para la evaluación final..

Evaluaciones estandarizadas (pruebas pre y post) de fenómenos naturales seleccionados, validadas o adaptadas de la investigación.

Cuestionarios estructurados que miden motivación, actitudes hacia las ciencias naturales, autoeficacia con escalas tipo Likert que se utilizarán con análisis de fiabilidad (por ejemplo, Alfa de Cronbach).

Entrevistas a docentes y estudiantes seleccionados para capturar percepciones, barreras y facilitadores en el proceso.

Observación sistemática de clase utilizando una lista de verificación para determinar el uso de estrategias activas con integración tecnológica durante la clase.

Registro del uso de tecnología: frecuencia, duración y problemas técnicos.

Estas herramientas se basarán en estudios previos (Özgür Anil & Batdı, 2023; Jiang, 2025) que, para evaluar el impacto de AR/VR en K-12 STEM, utilizaron cuestionarios, pruebas y observaciones.

Análisis cuantitativo: en los dos grupos, las intervenciones de las pruebas pre y post serán analizadas utilizando pruebas t de muestras independientes, ANOVA, si hay más de dos grupos, y medidas repetidas si es aplicable. Cálculo del tamaño del efecto (η^2 , d de Cohen) para medir la magnitud del impacto (AlAli et al., 2025).

Validación de la escala: fiabilidad (Alfa de Cronbach), análisis factorial exploratorio si es necesario.

Análisis cualitativo: transcripción de entrevistas y grupos focales; codificación temática; triangulación con observaciones para verificar consistencia; uso de software cualitativo, Atlas.ti.

Tratamiento de datos de uso de tecnología: análisis descriptivo (frecuencia, tiempo, errores) y asociado a datos cuantitativos utilizando correlaciones o regresión si hay suficientes datos disponibles.

Puede incluirse análisis mixto. Esto consiste en integrar datos al converger hallazgos cuantitativos y cualitativos para responder a objetivos específicos.

Se distribuirán y firmarán hojas de información para los proyectos junto con el consentimiento informado de estudiantes, padres, tutores y/o custodios legales, aclarando objetivos, procesos, riesgos potenciales, posibles ventajas, el derecho a retirarse sin penalización y la participación general (Sombilon et al, 2024; Raja et al, 2025).

Habrán garantías de la confidencialidad de los participantes, que consisten en anonimato; con todo el equipo de investigación, hay acceso restringido a la información, no se compartirán materiales y no se permitirán imágenes de los participantes.

Se evaluarán y reducirán tanto como sea posible los riesgos físicos y psicológicos de usar auriculares de Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR). Estos riesgos incluyen mareos, fatiga ocular, incomodidad, fatiga visual y física, y problemas ergonómicos generales (Cuestiones éticas de la realidad virtual educativa, Skulmowski, 2023; Sombilon et al, 2024).

Se guiarán por la política de ética institucional sobre investigación educativa y/o políticas de revisión de consejo (IRB o equivalente), incluyendo por la ley nacional sobre protección de datos.

**Hechos:**

Permite a los académicos entender los efectos reales de la inmigración, y el uso combinado de métodos científicos y tecnología en la comprensión, motivación y habilidades holísticas.

Contribuye al conocimiento práctico para escuelas de múltiples contextos y proporciona un modelo para su uso en otros contextos similares.

Limitaciones:

Posible sesgo estructural al usar clases intactas (no aleatorización total).

Recursos tecnológicos y conectividad pueden variar significativamente entre instituciones; incidencias técnicas pueden afectar la implementación.

Dificultades con retención de participantes, especialmente en contextos rurales o con acceso limitado.

El período de intervención (un semestre) puede no capturar efectos de largo plazo en aprendizaje o transferencia de competencias.

Resultados y Análisis

Los resultados cuantitativos muestran una mejora en la comprensión de las Ciencias Naturales en el grupo experimental en comparación con el grupo de control después del uso de metodologías activas y tecnología inmersiva.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de la prueba conceptual de comprensión

Grupo	N	Media	Desviación Estándar
Experimental	48	8.64	1.12
Control	45	6.42	1.48

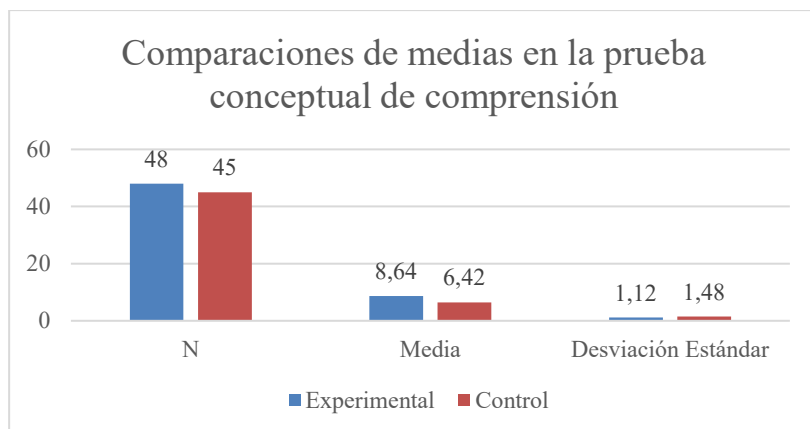


Figura 1. Comparaciones de medias en la prueba conceptual de comprensión (pre-prueba y post-prueba)

Gráfico de barras con dos grupos: experimental y control. Se puede ver que hubo un mayor aumento en el grupo experimental.

Los resultados de la prueba t de la muestra t muestran una diferencia estadísticamente significativa en ambos grupos ($t = 7.39$; $p < 0.001$), lo que respalda la efectividad del enfoque metodológico y tecnológico integrado (AlAli et al, 2025; Matovu et al, 2023).

Además, la motivación hacia las Ciencias Naturales aumentó en el grupo experimental, según la escala de Likert utilizada (media = 4.28/5), mientras que en el grupo de control, la medida fue de 3.21. Este resultado fue confirmado por ANOVA ($F(1,91) = 13.45$; $p < 0.001$) (Faria & Miranda, 2024).

El compromiso tecnológico y los talleres de Aprendizaje Activo y las observaciones descritas en la sección anterior sugirieron patrones emergentes sobre el compromiso, la interacción y el aprendizaje significativo.

Tabla 2. Categorías emergentes y sus frecuencias

Categoría emergente	Frecuencia
Aumento de la motivación y disfrute	32
Mejora en la comprensión de fenómenos complejos	27
Participación activa y colaborativa	22
Menores barreras tecnológicas	5

Los hallazgos cualitativos se suman a los datos cuantitativos en que los estudiantes perciben las clases como más significativas y los docentes reportan un mayor involucramiento estudiantil (Rosero Benavides et al., 2021; Lampropoulos, 2024).

Parece haber una clara convergencia en los dos hallazgos cuantitativos y cualitativos: ambos confirman que el uso de metodologías de enseñanza activa junto con tecnologías inmersivas mejora el aprendizaje, la motivación y la participación.

Crogman et al. (2025) y Huang et al. (2025) indican que la retención del conocimiento se ve influenciada positivamente por la realidad aumentada debido al aprendizaje multisensorial y la contextualización. Esto se refleja en algunos testimonios de estudiantes que “el laboratorio virtual ayudó a entender mejor la fotosíntesis”.

Sin embargo, también se encontraron diferencias. Algunos docentes, según lo informado por Sombilon et al. (2024), se sintieron abrumados por la carga técnica inicial y afirmaron que el apoyo institucional es esencial.

Los resultados del estudio apoyan la hipótesis: la combinación de metodologías de enseñanza activas y tecnologías inmersivas aumenta la retención y la motivación hacia el aprendizaje de las materias de Ciencia Natural.

Esto es consistente con la literatura reciente (Tene et al., 2024; Jiang, 2025; Serrano-Ausejo et al., 2024) que subraya la capacidad de estos dispositivos para facilitar la enseñanza de conceptos difíciles. Las conclusiones educativas son evidentes: hay una necesidad urgente de preparar a los

docentes, revisar los planes de estudio y proporcionar financiación para tecnologías que creen experiencias inmersivas significativas.

Futuros estudios podrían enfocarse en investigar muestras más amplias, estudiar un enfoque longitudinal o contrastar varias tecnologías inmersivas (AR vs. VR).

Discusión

Los hallazgos cuantitativos de este estudio—que son las ganancias estadísticamente significativas en la comprensión conceptual y la mejora en la motivación y actitud del grupo experimental—sostienen la hipótesis de que la integración de metodologías activas y tecnologías inmersivas en la enseñanza de las Ciencias Naturales favorece tanto el aprendizaje como la participación del estudiante. Esto es consistente con exploraciones anteriores, ya que Matovu et al. (2023) en su revisión de 64 estudios sobre realidad virtual (VR) expusieron resultados de rendimiento científico consistentemente positivos agrupados con el uso de entornos inmersivos diseñados pedagógicamente.

El aumento en la motivación está en línea con los hallazgos de Soriano-Sánchez (2025) en el meta-análisis del impacto de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales a nivel primario, en el cual los grupos experimentales fueron más activos y motivados que los grupos de control.

Las estrategias activas permiten a los estudiantes interactuar con los fenómenos de la naturaleza (por ejemplo, laboratorios virtuales, simulaciones de VR y AR), lo que profundiza el procesamiento cognitivo (constructivismo, teoría cognitiva multimedia). La teoría de presencia en entornos inmersivos también se aplica; los estudiantes que reportan una mayor presencia tienden a retener más conocimiento y están más satisfechos con su aprendizaje (por ejemplo, Samala et al., 2025).

Sin embargo, también se identificaron barreras y diferencias en la magnitud del efecto; por ejemplo, los docentes que informaron sobre la carga técnica, el tiempo de preparación y la adaptación curricular como desafíos están en línea con los hallazgos de Aparicio-Gómez, Ostos-Ortiz y Abadía-García (2024) sobre la convergencia de tecnologías emergentes con metodologías activas en la enseñanza universitaria.

Además, el análisis cualitativo mostró que, aunque la mayoría de los estudiantes informaron mejoras en la comprensión y motivación, en las instituciones de bajos recursos hubo interrupciones técnicas y acceso desigual, lo cual ha sido señalado en la literatura reciente respecto a la implementación de VR/AR en entornos de bajos recursos (Javaid et al., 2024).

Convergencias:

Fuerte alineación con estudios que muestran que las metodologías activas combinadas con la inmersión digital fomentan una mayor retención, motivación y aprendizaje activo, como Cooper et al. (2024), quienes informan ganancias de aprendizaje científicas significativamente positivas con VR.

Acuerdo con la evidencia de que las TIC (o tecnologías digitales inmersivas) tienen efectos positivos particulares en los entornos de la escuela primaria, especialmente en estudiantes con necesidades educativas especiales (SEN), como se indicó en el meta-análisis de Soriano-Sánchez (2025).

Alineación con la bibliometría que destaca el aumento de la producción académica y la adopción de VR en la educación, pero también los desafíos persistentes del precio y la integración curricular (Samala et al., 2025).

Divergencias:

Campos et al. (2022) encontraron que en algunas instancias no había diferencias significativas entre las experiencias con VR/AR y las prácticas tradicionales “prácticas” en términos de aprendizaje de ciertos conceptos científicos.

Este hallazgo refina la expectativa de siempre tener impactos positivos enormes de la inmersión tecnológica.

Otra divergencia se refiere al nivel de preparación del docente: mientras que en nuestro estudio la capacitación docente fue efectiva según el análisis cualitativo, otros estudios indican que la formación tiende a ser superficial o inadecuada para aprovechar los beneficios de las tecnologías inmersivas, particularmente en escuelas con pocos recursos (Javaid et al., 2024).

Por otro lado respecto a la motivación, varios estudios respaldan los efectos temporales, que disminuyen si la implementación no se sostiene a lo largo plazo, o si el contenido inmersivo no se concierne con estrategias instruccionales activas. Esto propone que el contexto del estudio (duración de un semestre) puede no captar todos los efectos a largo plazo.

En relación con el enfoque metodológico, este estudio particular tiene fortalezas en la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos, el uso de pruebas de pre y post, grupos de control, etc., y carece de una randomización total, lo cual también es una limitación en otros estudios similares. La randomización también está ausente en estudios como Samala et al. (2025); Cooper et al. (2024).

Los hallazgos sugieren varias implicaciones para la política escolar, la formación docente y el desarrollo curricular: .

Formación docente enfocada e interdisciplinaria: no es suficiente con introducir tecnología. Es necesario capacitar en metodologías activas, diseñar experiencias inmersivas, uso pedagógico de AR/VR y evaluación continua.

Equidad en la infraestructura y el acceso: para lograr equidad, especialmente en áreas rurales o con pocos recursos, es esencial la inversión en conectividad, dispositivos apropiados y mantenimiento técnico.

Diseño curricular integrado: el uso de tecnología debe ser una parte integral del currículo formal de Ciencias Naturales Integradas, no como un suplemento aislado. Los proyectos de contenido que utilizan aprendizaje activo y tecnologías inmersivas deben ser diseñados al inicio del curso para garantizar coherencia, como se describe en Aparicio-Gómez et al. (2024).

Sostenibilidad de la intervención: los impactos positivos que se observan requieren apoyo institucional continuo, no solo durante el periodo de intervención. Deben existir mecanismos para seguimiento, evaluación y mejora.

Adaptaciones contextuales: las estrategias de contexto deben adaptarse a contextos específicos (infraestructura, cultura escolar, brechas tecnológicas), lo cual coincide con lo que se ha reportado en la literatura regional en América Latina (por ejemplo, en estudios de STEAM en América Latina).



Líneas de investigación futuras:

Estudios longitudinales que evalúen la retención, transferencia a otros contenidos y sostenibilidad motivacional como efectos a largo plazo.

Evaluar diferentes modalidades inmersivas (tipo de dispositivo, grado de inmersión, híbrido vs. totalmente inmersivo) para identificar las combinaciones más efectivas para la enseñanza de Ciencias Naturales.

Examinar los efectos diferenciales por nivel educativo, contexto socioeconómico y para estudiantes con necesidades especiales.

Analizar más profundamente las percepciones de los docentes: barreras subjetivas, sistemas de creencias en torno a la tecnología y autoeficacia en intervenciones tecnológicas.

Este estudio ha contribuido, de manera interdisciplinaria, al campo de la Realidad Extendida (XR) en la educación científica al

Proporcionar evidencia empírica de que XR (VR + AR) no es una mera herramienta visual o motivacional y, cuando se combina con metodologías activas (basadas en la indagación, aprendizaje basado en proyectos), es capaz de tener un impacto significativo en la comprensión conceptual, la motivación y las competencias transversales.

Dinamizar la conversación sobre la pedagogía del diseño de experiencias inmersivas: va más allá de la tecnología para integrarla metodológicamente, con apoyo docente y adaptación contextual.

Fortalecer la teoría de la presencia, la cognición multimedia y el aprendizaje situado al demostrar la correlación de una mayor inmersión y participación activa con mejores resultados.

En el contexto regional latinoamericano, los hallazgos pueden servir como un modelo replicable, destacando que incluso con limitaciones tecnológicas, los beneficios son evidentes si los factores habilitadores se gestionan adecuadamente.

Por último, amplía el margen de investigación en XR en la pedagogía de la educación científica hacia la equidad y la inclusión, ya que los datos indican que los estudiantes que de otro modo

tendrían bajo acceso tecnológico también pueden beneficiarse si las intervenciones se diseñan con intención.

Conclusiones

La integración de metodologías activas con tecnologías inmersivas es una estrategia pedagógica efectiva desde un punto de vista empírico para aumentar notablemente el aprendizaje de las Ciencias Naturales en diversos contextos educativos, como pudo demostrar el estudio actual. Se utilizó una metodología mixta para estudiar el efecto de esta integración en la comprensión conceptual, la autonomía, la motivación, la participación activa y el desarrollo de habilidades transversales. Los hallazgos verifican que el uso de tecnologías educativas inmersivas, acompañadas de métodos didácticos constructivistas, facilita la asimilación de contenidos complejos, así como mejora la experiencia de aprendizaje al involucrar simultáneamente procesos cognitivos, sensoriales y afectivos. Uno de los beneficios derivados de la investigación mostró cómo la integración de metodologías, como el aprendizaje basado en la indagación, el aprendizaje basado en proyectos, junto con el trabajo colaborativo y el propósito de utilizar tecnologías inmersivas, puede hacer que los entornos de aprendizaje sean más ricos, dinámicos y personalizados, lo que a su vez mejora de manera crítica el desarrollo de habilidades del siglo XXI, como el pensamiento crítico más avanzado, interdisciplinario e integrado, la resolución de problemas y habilidades de comunicación científica y alfabetización digital, que son especialmente importantes en la enseñanza de las Ciencias Naturales. La abstracción de los fenómenos y la necesidad de visualización son barreras persistentes en la mayoría de los sistemas educativos tradicionales. La validación mecánica mostró de manera cuantitativa con los controles y estándares establecidos que hubo mejoras estadísticamente significativas en el logro de los estudiantes que formaron parte del grupo expuesto. Los estudiantes durante la inmersión se encontraron más positivamente entusiasmados con respecto al valor pedagógico y la interactividad motivacional. Los hallazgos cualitativos también mostraron una alta inmersión positiva con respecto a la interactividad del enfoque y la alta motivación aportada por las tecnologías inmersivas aplicadas. Al mismo tiempo, los docentes notaron mejoras, pero también el deseo de un desarrollo profesional más continuo, para que el apoyo instruccional pudiera ser adecuado en relación con los recursos



tecnológicos necesarios, junto con la orientación instruccional debidamente abordada y el apoyo institucional sostenido adecuado. Desde una perspectiva pedagógica, los resultados obtenidos sugieren que la integración metodológica y tecnológica no debe considerarse un recurso accesorio, sino más bien un cambio fundamental en el marco estructural de los modelos tradicionales de enseñanza y aprendizaje. Esto significa que es necesario formular propuestas curriculares que alineen intencionadamente los objetivos de aprendizaje con herramientas tecnológicas estratégicas activas y relevantes, teniendo en cuenta los diferentes contextos, niveles educativos y realidades tecnológicas de cada institución. Las implicaciones de estos hallazgos se extienden en múltiples, y en algunos casos, direcciones divergentes. Primero, recomendamos que los investigadores participen en indagaciones longitudinales más completas que rastreen el impacto sostenido de estas estrategias en las trayectorias académicas de los estudiantes y la transferencia de conocimientos a través de disciplinas. Segundo, existe una necesidad urgente de diseñar programas de formación docente que se centren en la práctica reflexiva y el diseño instruccional con tecnologías emergentes integradas, especialmente en las regiones con los niveles más bajos de digitalización educativa. Finalmente, sería muy relevante investigar las condiciones institucionales, regulatorias y políticas que permiten o restringen la adopción de estas innovaciones, con el fin de crear un ecosistema de aprendizaje integral, inclusivo y resiliente. Para resumir, este estudio proporciona evidencia sólida a favor de transformar la enseñanza de las Ciencias Naturales a través de la convergencia de métodos activos y tecnologías inmersivas, ofreciendo un marco conceptual y metodológico que puede servir de base para estudios posteriores y para la toma de decisiones pedagógicas basadas en evidencia.

Referencias Bibliográficas

- 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
- 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
- AlAli, R., Wardat, Y., Aboud, Y. Z., & Alhayek, K. A. (2025). The effectiveness of using augmented reality technology in science education to enhance creative thinking skills among gifted eighth-grade students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(6), em2644. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16416>
- Al-Ansi, A. M., & Al-Abidi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) development in education during the last twelve years: A bibliometric review. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.caeedu.2023.101061>
- Albán Pazmiño, E. J., Bernal Párraga, A. P., Suarez Cobos, C. A., Samaniego López, L. G., Ferigra Anangono, E. J., Moreira Ortega, S. L., & Moreira Velez, K. L. (2024). Potenciando Habilidades Sociales a Través de Actividades Deportivas: Un Enfoque Innovador en la Educación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 3016-3038. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12549
- Aparicio-Gómez, O. Y., Ostos-Ortiz, O. L., & Abadía-García, C. (2024). Convergence between emerging technologies and active methodologies in the university. *Journal of Technology and Science Education*, 14(1), 31-44. <https://doi.org/10.3926/jotse.2508>
- Balalle, H., et al. (2025). Learning beyond realities: exploring virtual reality, augmented reality, and mixed reality in higher education—a systematic literature review. *Discover Education*, 4, Article 151. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00559-7>
- Bernal Párraga, A. P., Haro Cedeño, E. L., Reyes Amores, C. G., Arequipa Molina, A. D., Zamora Batioja, I. J., Sandoval Lloacana, M. Y., & Campoverde Duran, V. D. R. (2024). La Gamificación como Estrategia Pedagógica en la Educación Matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 6435-6465. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11834
- 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., Sandra Verónica, 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., 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., Jaramillo Rodríguez, V. A., Correa Pardo, Y. C., Andrade Aviles, W. A., Cruz Gaibor, W. A., & Constante Olmedo, D. F. (2024). Metodologías Activas Innovadoras de Aprendizaje aplicadas al Medioambiente En Edades Tempranas desde el Área de Ciencias Naturales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 2892-2916. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12536
- Campos, E., et al. (2022). Impact of virtual reality use on the teaching and learning of science: a comparison with hands-on experiences. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.965640>
- Cooper, G. et al. (2024). Transforming science education with virtual reality. *Teaching and Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/09523987.2024.2389348>
- Crogman, H. T., Cano, V. D., Pacheco, E., Sonawane, R. B., & Boroon, R. (2025). Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality in Experiential Learning: Transforming Educational Paradigms. *Education Sciences*, 15(3), Article 303. <https://doi.org/10.3390/educsci15030303>



- Faria, A., & Miranda, G. L. L. (2024). Augmented Reality in Natural Sciences and Biology Teaching: Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Emerging Science Journal*, 8(4), 1666-1687. <https://ijournalse.org/index.php/ESJ/article/download/2548/pdf/7641>
- 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
- García Carrillo, M. de 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 la Gamificación en Matemática en Estudiantes con Bajo Rendimiento en la Educación General Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 7509-7531. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12919
- Guerrero Carrera, L. M., Bernal Parraga, A. P., Ordóñez Quitizaca, N. K., Toapanta Guonoquiza, M. J., Cabrera Brown, M. N., Álvarez León, D. S., & Yanchapaxi Oña, K. G. (2024). Efectividad de Metodologías Activas Innovadoras de Aprendizaje en el Área de Lengua. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 9213-9244. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12073
- Huang, T. C., et al. (2025). Extended Reality in Applied Sciences Education: A review across scientific disciplines. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app15074038>
- Hur, J. W. (2025). Investigating Factors Influencing Preservice Teachers' Intentions to Adopt Virtual Reality: A Mixed-Methods Study. *Virtual Worlds*, 4(2), 12. <https://doi.org/10.3390/virtualworlds4020012>
- Jara Chiriboga, S. P., Valverde Álvarez, J. H., Moreira Pozo, D. A., Toscano Caisalitin, J. A., Yaulé Chingo, M. B., Catota Quinaucho, C. V., & Bernal Parraga, A. P. (2025). Gamification and English Learning: Innovative Strategies to Motivate Students in the Classroom. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 6(1), 1609–1633. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.549>
- Javaid, M., et al. (2024). Role of Virtual Reality in advancing education with respect to United Nations Sustainable Development Goals. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.1041734>
- Jiang, H., et al. (2025). Virtual reality and augmented reality-supported K-12 STEM learning: A systematic review. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z>
- Jiménez Bajaña, S. R., Crespo Peñafiel, M. F., Villamarín Barragán, J. G., Barragán Averos, M. D. L., Barragán Averos, M. B., Escobar Vite, E. A., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Metodologías Activas en la Enseñanza de Matemáticas: Comparación en-tre Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Basado en Proyectos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 6578-6602. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11843
- Lampropoulos, G. (2024). Teaching and learning natural sciences using augmented reality in preschool and primary education: A literature review. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 4(1), 1021–1037. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2024.01.013>
- Lin, X. P., Li, B. B., Yao, Zhen Ning, Yang, Z., & Zhang, M. (2024). The impact of virtual reality on student engagement in the classroom – a critical review of the literature. *Frontiers in Psychology*, 15, 1360574. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1360574>
- Madrid Toapanta, A. L., Véliz Cedeño, M. C., Bernal Párraga, A. P., Toapanta Cadena, S. J., Abad Troya, L., Atarihuana Eras, M. L., & Macías García, S. V. (2024). Estrategias Activas para Mejorar las Competencias Lectoras en Edades Tempranas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10646-10664. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13205
- Matovu, H., et al. (2023). Immersive virtual reality for science learning: A review of 64 studies published in 2016-2020. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2082680>
- 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., Fernández García, D. M., Silva Carrillo, A. G., Bonete León, 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
- Özgür Anil, V., & Batdı, V. (2023). Use of augmented reality in science education: A mixed-methods research with the multi-complementary approach. *Education and Information Technologies*, 28(1), 5147-5185. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11398-6>
- Rosero Benavides, X. A., Herrera-Granda, I. D., & Herrera Granda, E. P. (2021). Augmented Reality as a Tool in the Teaching-Learning Process of Natural Sciences in a Primary Institution. *Universal Journal of Educational Research*, 9(4), 781–791. <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090410>



- Salas-Pilco, S. Z. (2024). K-12 STEAM Education in Latin America: A Systematic Review. IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE60625.2024.10500534>
- Samala, A. D., Rawas, S., Rahmadika, S., Criollo-C, S., & Fikri, R. (2025). Virtual reality in education: global trends, challenges, and prospects. *Discover Education*, 4, Article 50. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00650-z>
- Sánchez-Obando, J. W., et al. (2023). Augmented reality strategy as a didactic alternative in rural education. *Computer Applications in Engineering Education*. <https://doi.org/10.1002/cae.22598>
- 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
- Serrano-Ausejo, E., et al. (2024). Opportunities and challenges of using immersive technologies in stereochemistry education. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11981-5>
- Skulmowski, A. (2023). Ethical issues of educational virtual reality. *Computers & Education: X Reality*, 2, Article 100023. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100023>
- Sombilon, E. V., et al. (2024). Ethical Considerations When Designing and Implementing Immersive Learning Experiences. PMC article. <https://doi.org/10.XXXX/pmc11316842>
- Soriano-Sánchez, J. G. (2025). The Impact of ICT on Primary School Students' Natural Science Learning in Support of Diversity: A Meta-Analysis. *Education Sciences*, 15(6), 690. <https://doi.org/10.3390/educsci15060690>
- Tene, T. T., et al. (2024). Integrating immersive technologies with STEM education: A systematic review. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1410163>
- 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>
- Zambrano Vergara, B. J., Bernal Párraga, A. P., Nivela Cedeño, A. N., García Jiménez, D. I., Guevara Guevara, N. P., & Bravo Alcívar, G. M. (2024). Estrategias de Gestión de Aula para Fomentar el Aprendizaje Autónomo en la Educación Inicial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 5379-5406. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11745
- 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

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.