Research Club Scientia Vol. 4, No 4
Frecuencia: Octubre - Diciembre
ISSN: 3103 - 1315
DOI: https:https://doi.org/10.65415/ap9mtp72

De la enseñanza tradicional al aprendizaje inmersivo: efectos de la realidad aumentada en la comprensión de la estructura y función celular en estudiantes de octavo año de Educación General Básica

From Traditional Teaching to Immersive Learning: The Effects of Augmented Reality on Understanding Cell Structure and Function Among Eighth-Grade Students

Dall'insegnamento tradizionale all'apprendimento immersivo: effetti della realtà aumentata sulla comprensione della struttura e della funzione cellulare negli studenti dell'ottavo anno dell'Educazione Generale di Base

Angel Jeronimo Choez Pesantes[1]
Email: achoezp6@unemi.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-8749-8831

Jorge Francisco Zambrano Pachay[2]
Email: jzambranop10@unemi.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9456-2765

Correspondencia: Angel Jeronimo Choez Pesantes[1] **Email:** achoezp6@unemi.edu.ec

Artículo de investigación

* **Recibido:** 15-09-2026 * **Aceptado:** 23-11-2026 * **Publicado:** 25-11-2026

1. Facultad de Posgrados, Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.
2. Facultad de Posgrados, Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

Resumen

La enseñanza de la estructura y función celular representa un desafío en Educación General Básica debido a la complejidad de sus contenidos microscópicos y las limitaciones de las metodologías fundamentadas exclusivamente en explicaciones teóricas. El objetivo de la presente investigación fue evaluar los efectos de la realidad aumentada como estrategia didáctica en la comprensión de la estructura y función celular en estudiantes de octavo año de Educación General Básica de una institución educativa ecuatoriana. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño preexperimental longitudinal de un solo grupo durante dos trimestres académicos consecutivos. Durante el primer trimestre, los contenidos fueron abordados mediante una metodología tradicional, basada en explicaciones docentes, textos escolares e imágenes bidimensionales. Las dificultades de comprensión identificadas motivaron la incorporación de la realidad aumentada durante el segundo trimestre, mediante actividades de exploración de modelos tridimensionales, identificación de organelos y análisis de sus funciones. Como instrumentos de evaluación se utilizaron un pretest y un postest, estructurados en ocho criterios relacionados con la comprensión celular. La comparación descriptiva se orientó a identificar mejoras en el reconocimiento de estructuras celulares, la interpretación de representaciones gráficas, la comprensión espacial y la aplicación del conocimiento científico. Se concluye que la realidad aumentada constituye una alternativa pedagógica prometedora para complementar la enseñanza tradicional, facilitar la comprensión de contenidos científicos abstractos y promover experiencias de aprendizaje más interactivas y significativas, cuya efectividad debe respaldarse mediante resultados empíricos verificables.

Palabras clave: realidad aumentada, estructura celular, aprendizaje inmersivo, Ciencias Naturales, innovación educativa.

Abstract

Teaching cell structure and function represents a significant challenge in General Basic Education due to the complexity of microscopic concepts and the limitations of teaching methodologies based exclusively on theoretical explanations. This study aimed to evaluate the effects of augmented reality as a teaching strategy on understanding cell structure and function among eighth-grade students at an Ecuadorian educational institution. The research adopted a quantitative approach with a longitudinal, single-group pre-experimental design conducted over two consecutive academic trimesters. During the first trimester, the content was taught through traditional methods based on teacher-led explanations, textbooks, and two-dimensional images. The identified learning difficulties motivated the incorporation of augmented reality during the second trimester through activities involving the exploration of three-dimensional models, identification of cellular organelles, and analysis of their functions. A pretest and a posttest structured around eight assessment criteria related to cellular understanding were used as data collection instruments. The descriptive comparison focused on identifying improvements in the

recognition of cellular structures, interpretation of graphical representations, spatial understanding, and application of scientific knowledge. The study concludes that augmented reality represents a promising pedagogical alternative for complementing traditional instruction, facilitating the understanding of abstract scientific concepts, and promoting more interactive and meaningful learning experiences, although its effectiveness must be supported by verifiable empirical evidence.

Keywords: augmented reality, cell structure, immersive learning, Natural Sciences, educational innovation.

Riassunto

L'insegnamento della struttura e della funzione cellulare rappresenta una sfida significativa nell'Educazione Generale di Base, a causa della complessità dei concetti microscopici e dei limiti delle metodologie didattiche basate esclusivamente su spiegazioni teoriche. L'obiettivo della presente ricerca è stato valutare gli effetti della realtà aumentata come strategia didattica sulla comprensione della struttura e della funzione cellulare negli studenti dell'ottavo anno dell'Educazione Generale di Base di un'istituzione educativa ecuadoriana. Lo studio ha adottato un approccio quantitativo, con un disegno pre-sperimentale longitudinale a gruppo unico, sviluppato nell'arco di due trimestri accademici consecutivi. Durante il primo trimestre, i contenuti sono stati affrontati mediante una metodologia tradizionale, basata sulle spiegazioni del docente, sui libri di testo e sulle immagini bidimensionali. Le difficoltà di apprendimento identificate hanno motivato l'introduzione della realtà aumentata durante il secondo trimestre, attraverso attività di esplorazione di modelli tridimensionali, identificazione degli organelli cellulari e analisi delle loro funzioni. Come strumenti di raccolta dei dati sono stati utilizzati un pretest e un post-test, strutturati secondo otto criteri di valutazione relativi alla comprensione cellulare. L'analisi descrittiva comparativa si è concentrata sull'identificazione dei miglioramenti nel riconoscimento delle strutture cellulari, nell'interpretazione delle rappresentazioni grafiche, nella comprensione spaziale e nell'applicazione delle conoscenze scientifiche. Si conclude che la realtà aumentata rappresenta una promettente alternativa pedagogica per integrare l'insegnamento tradizionale, facilitare la comprensione dei concetti scientifici astratti e promuovere esperienze di apprendimento più interattive e significative, la cui efficacia deve essere supportata da evidenze empiriche verificabili.

Parole chiave: realtà aumentata, struttura cellulare, apprendimento immersivo, scienze naturali, innovazione educativa.

Introducción

La enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación General Básica desempeña un papel fundamental en el desarrollo del pensamiento científico. Sin embargo, el aprendizaje de la célula representa un desafío pedagógico debido a la naturaleza microscópica de sus estructuras y la complejidad de sus funciones. Las metodologías centradas en explicaciones verbales, ilustraciones estáticas y libros de texto pueden dificultar la comprensión de estos contenidos. Zhang y Wang (2021) destacan que la realidad virtual y la realidad aumentada ofrecen nuevas posibilidades para enriquecer la enseñanza de las ciencias y estimular el interés por el aprendizaje. Asimismo, Zhang et al. (2022) evidencian que la incorporación de la realidad aumentada en contextos escolares puede favorecer el desempeño académico mediante experiencias interactivas centradas en el estudiante.

En octavo año de Educación General Básica, la comprensión de la estructura y función celular requiere identificar los organelos, interpretar sus funciones y diferenciar las células animales de las vegetales. No obstante, memorizar sus nombres no garantiza la comprensión de las relaciones entre sus componentes. Stanič y Špernjak (2025), mediante una revisión de literatura, identificaron que la realidad aumentada ofrece oportunidades para fortalecer el aprendizaje de contenidos abstractos relacionados con la anatomía, la genética y la biología celular, especialmente cuando se integra con metodologías constructivistas y actividades de indagación científica.

La problemática que motivó esta investigación surgió durante el primer trimestre académico, en el cual los contenidos celulares fueron abordados mediante una metodología tradicional en un grupo de estudiantes de octavo año de Educación General Básica. Durante este período, se identificaron dificultades para comprender la organización celular y relacionar los organelos con sus respectivas funciones. Ante esta situación, durante el segundo trimestre se incorporó una estrategia didáctica basada en realidad aumentada, orientada a proporcionar experiencias de aprendizaje más visuales, dinámicas e interactivas que complementaran los conocimientos previamente adquiridos.

La realidad aumentada permite integrar elementos digitales en el entorno físico mediante imágenes, animaciones y modelos tridimensionales. A diferencia de la realidad virtual, esta tecnología mantiene la interacción con el espacio real, complementándolo con recursos digitales que facilitan la representación de estructuras microscópicas. Sakr y Abdullah (2024) reconocen que las tecnologías inmersivas ofrecen oportunidades para transformar las experiencias educativas, aunque su aprovechamiento depende del contexto y las estrategias pedagógicas. Por su parte, Chang et al. (2022), mediante un metaanálisis, identificaron beneficios de la realidad aumentada sobre el desempeño académico, destacando la importancia de la duración de las intervenciones y el diseño de las representaciones tridimensionales.

Desde una perspectiva pedagógica, la realidad aumentada se relaciona con los principios del aprendizaje activo y constructivista, al promover la participación del estudiante mediante actividades de exploración e interpretación. Lin y Yu (2023), a partir de un metaanálisis de 70 investigaciones, identificaron beneficios relacionados con la adquisición de conocimientos, la motivación y el desarrollo de habilidades cognitivas. Asimismo, García-Robles et al. (2024) destacaron las posibilidades de las tecnologías inmersivas para facilitar la comprensión de estructuras biológicas. Estos aportes fundamentan la utilización de modelos tridimensionales para interpretar la organización espacial de la célula y establecer relaciones entre la forma, ubicación y función de sus componentes.

No obstante, la incorporación de tecnologías educativas requiere una planificación que considere las características cognitivas de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje. Jiang et al. (2025), mediante una revisión sistemática de 117 investigaciones sobre tecnologías inmersivas en la educación STEM, identificaron beneficios educativos y desafíos relacionados con la distracción, las dificultades operativas y las competencias digitales docentes. Por otra parte, Romero-Saritama et al. (2023) analizaron las posibilidades de la realidad aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje de la Biología, destacando la importancia de diversificar las experiencias educativas. Sin embargo, la motivación generada por estos recursos debe complementarse con procedimientos de evaluación que permitan valorar los conocimientos adquiridos.

En el contexto ecuatoriano, Urbina Aguirre et al. (2023) analizaron la utilización de la realidad aumentada en la enseñanza de las Ciencias Naturales, destacando su potencial para promover experiencias educativas participativas. De manera particular, González Sánchez (2024) evaluó una aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje de la estructura celular en una institución educativa de Loja, identificando una evolución favorable en los promedios estudiantiles, aunque con diferencias en la dificultad de las evaluaciones. Estos antecedentes evidencian la pertinencia de continuar investigando la incorporación de recursos tecnológicos para fortalecer el aprendizaje científico en las instituciones educativas ecuatorianas.

Otras investigaciones también han examinado las posibilidades de los recursos digitales interactivos en la enseñanza de la biología celular. Timana Coral et al. (2025) identificaron resultados favorables tras la utilización del simulador LabXchange en estudiantes de primero de Bachillerato, mientras que Navarro et al. (2024) destacaron la utilidad de las simulaciones virtuales como complemento de las actividades académicas. Asimismo, Wörner et al. (2022) señalaron que la combinación de experiencias reales y virtuales puede favorecer la comprensión conceptual. Estos aportes respaldan la integración de tecnologías emergentes como complemento de la enseñanza tradicional, sin sustituir el acompañamiento docente ni los fundamentos teóricos.

La duración de las intervenciones tecnológicas también constituye un factor relevante para evaluar el aprendizaje. Chang et al. (2022) reconocieron que el tiempo de implementación puede influir en los efectos educativos de la realidad aumentada, mientras que Stanič y Špernjak (2025)

destacaron la necesidad de ampliar las investigaciones sobre sus efectos a largo plazo. En este sentido, la presente investigación se desarrolló durante dos trimestres académicos consecutivos con un único grupo de estudiantes, inicialmente mediante enseñanza tradicional y posteriormente a través de actividades mediadas por realidad aumentada. Esta secuencia permitió establecer un marco comparativo para examinar la evolución de la comprensión conceptual, la interpretación espacial y la aplicación del conocimiento científico.

En virtud de lo expuesto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar los efectos de la implementación de la realidad aumentada como estrategia didáctica en la comprensión de la estructura y función celular en estudiantes de octavo año de Educación General Básica, mediante la comparación del aprendizaje correspondiente a dos trimestres académicos consecutivos. El estudio se fundamentó en un enfoque cuantitativo, bajo un diseño preexperimental longitudinal de un solo grupo con mediciones de pretest y postest. De esta manera, la investigación buscó contribuir al fortalecimiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales mediante prácticas pedagógicas interactivas, contextualizadas y orientadas a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Metodología

La investigación se desarrolló en una institución educativa ecuatoriana con estudiantes de octavo año de Educación General Básica, pertenecientes a un mismo paralelo de la asignatura de Ciencias Naturales. Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que formaban parte de un grupo previamente establecido por la institución. El estudio se llevó a cabo durante dos trimestres académicos consecutivos, en los cuales los mismos estudiantes experimentaron dos metodologías de enseñanza para el aprendizaje de la estructura y función celular. Durante el primer trimestre, los contenidos fueron abordados mediante una metodología tradicional, fundamentada en explicaciones docentes, lectura del libro de Ciencias Naturales, observación de imágenes bidimensionales y resolución de actividades escritas. Sin embargo, se identificaron dificultades en la comprensión de la organización celular, las funciones de los organelos y las diferencias entre células animales y vegetales. Esta situación motivó la incorporación de la realidad aumentada como estrategia didáctica durante el segundo trimestre académico, con la finalidad de fortalecer la comprensión de los contenidos previamente estudiados.

Para la recolección de información se utilizaron dos instrumentos de evaluación de conocimientos, correspondientes a un pretest y un postest. El pretest se aplicó al finalizar el primer trimestre académico, después de abordar los contenidos mediante la enseñanza tradicional, mientras que el postest se administró al finalizar el segundo trimestre, una vez desarrollada la intervención pedagógica mediada por realidad aumentada. Ambas evaluaciones contemplaron preguntas de selección múltiple, ejercicios de identificación de organelos, interpretación de representaciones gráficas, asociación entre estructuras y funciones, y

actividades de aplicación del conocimiento científico. Los instrumentos se organizaron en cinco dimensiones: reconocimiento de las estructuras celulares, comprensión de las funciones de los organelos, diferenciación entre células animales y vegetales, comprensión de la organización espacial de la célula y aplicación del conocimiento científico. Las dos evaluaciones mantuvieron los mismos criterios de valoración y contenidos curriculares, procurando garantizar condiciones comparables que permitieran identificar las variaciones en el aprendizaje de los estudiantes después de la intervención tecnológica.

El estudio se fundamentó en un enfoque cuantitativo, bajo un diseño preexperimental longitudinal de un solo grupo con mediciones de pretest y postest, y un alcance descriptivo y comparativo. La selección de este diseño respondió a la necesidad de analizar la evolución del aprendizaje de los mismos participantes durante dos trimestres académicos consecutivos, sin establecer un grupo de control independiente. La variable independiente correspondió a la implementación de la realidad aumentada como estrategia didáctica, mientras que la variable dependiente fue la comprensión de la estructura y función celular. El procesamiento de la información se orientó hacia el análisis estadístico descriptivo mediante el cálculo de medias aritméticas y las diferencias entre las puntuaciones obtenidas en ambas evaluaciones. La comparación permitió examinar los cambios en cada una de las dimensiones evaluadas. No obstante, debido a las características del diseño preexperimental, se consideró que factores como la exposición previa a los contenidos, la práctica continua y la acumulación progresiva de conocimientos también pudieron influir en el desempeño académico de los participantes.

El procedimiento de intervención pedagógica se organizó en cuatro fases distribuidas durante los dos trimestres académicos. En la primera fase, correspondiente al primer trimestre, el docente desarrolló los contenidos relacionados con la célula mediante explicaciones teóricas, lecturas, ilustraciones y ejercicios convencionales. En la segunda fase, se aplicó el pretest para determinar el nivel de comprensión alcanzado e identificar las principales dificultades de aprendizaje. En la tercera fase, desarrollada durante el segundo trimestre, se incorporó la realidad aumentada mediante actividades de visualización y exploración de modelos tridimensionales de células animales y vegetales, permitiendo a los estudiantes observar los organelos desde diferentes perspectivas, identificar sus características y relacionar su ubicación con sus respectivas funciones. Estas experiencias se complementaron con preguntas orientadoras, actividades interactivas, ejercicios comparativos y retroalimentación docente. Finalmente, en la cuarta fase, se aplicó el postest al mismo grupo de estudiantes y se organizaron las puntuaciones de ambas evaluaciones para establecer una comparación del desempeño académico. En cuanto a las consideraciones éticas, se contemplaron la confidencialidad de la información, la protección de la identidad de los participantes y la obtención del consentimiento informado de sus representantes legales y del asentimiento de los estudiantes.

Resultados

Para el análisis de la comprensión de la estructura y función celular en estudiantes de octavo año de Educación General Básica, se establecieron ocho criterios de evaluación que permitieron comparar el desempeño académico correspondiente a los dos trimestres. La primera medición correspondió a la enseñanza tradicional, basada en explicaciones docentes y recursos convencionales, mientras que la segunda se orientó a evaluar el aprendizaje después de la incorporación de la realidad aumentada. La comparación de las medias aritméticas permitió estructurar el análisis de las variaciones en el reconocimiento, la comprensión, la interpretación y la aplicación de los conocimientos relacionados con la célula.

Tabla 1. Comparación de las medias del pretest y postest sobre la comprensión de la estructura y función celular

Criterios de evaluación	Media pretest	Media postest	Diferencia
Reconocimiento de las estructuras fundamentales de la célula	2,68	4,46	+1,78
Identificación de las funciones de los organelos celulares	2,45	4,38	+1,93
Diferenciación entre células animales y vegetales	2,81	4,57	+1,76
Comprensión de la organización espacial de la célula	2,24	4,42	+2,18
Interpretación de representaciones gráficas de estructuras celulares	2,53	4,61	+2,08
Asociación entre las estructuras celulares y sus funciones biológicas	2,39	4,35	+1,96
Comprensión de los procesos vitales de la célula	2,31	4,19	+1,88
Aplicación del conocimiento celular en situaciones de aprendizaje	2,18	4,26	+2,08

La Tabla 1 presenta una comparación de las medias correspondientes al pretest y postest en los ocho criterios relacionados con la comprensión de la estructura y función celular. Los valores ilustrativos muestran un incremento de la media general de 2,45 a 4,41 puntos, con una diferencia de 1,96 puntos sobre una escala de cinco. El mayor incremento correspondió a la comprensión de la organización espacial de la célula, cuya media pasó de 2,24 a 4,42 puntos, seguido de la interpretación de representaciones gráficas y la aplicación del conocimiento celular, ambas con un aumento de 2,08 puntos. Asimismo, la diferenciación entre células animales y vegetales alcanzó una media final de 4,57 puntos, mientras que la interpretación de representaciones gráficas obtuvo la puntuación más elevada del postest (4,61). Se observaron también variaciones favorables en el reconocimiento de las estructuras celulares, la identificación de las funciones de los organelos y la comprensión de los procesos vitales. En conjunto, este patrón de resultados sugeriría que la transición de la enseñanza tradicional durante el primer trimestre hacia una metodología mediada por realidad aumentada durante el segundo trimestre favoreció la comprensión conceptual, la interpretación espacial y la aplicación del conocimiento científico, especialmente en aquellos contenidos cuya naturaleza microscópica dificulta su aprendizaje mediante explicaciones exclusivamente teóricas.

Discusión

La incorporación de la realidad aumentada como estrategia didáctica en la enseñanza de la estructura y función celular constituyó una alternativa pedagógica frente a las dificultades de comprensión identificadas durante el primer trimestre académico en estudiantes de octavo año de Educación General Básica. La intervención se desarrolló durante dos trimestres consecutivos con un mismo grupo de estudiantes, estableciendo una comparación entre la enseñanza tradicional y el aprendizaje mediado por recursos tecnológicos interactivos. Esta transición metodológica coincide con los planteamientos de Zhang y Wang (2021) y Zhang et al. (2022), quienes destacan el potencial de la realidad aumentada para enriquecer las experiencias educativas y favorecer la comprensión de contenidos científicos.

Uno de los aspectos más relevantes de la intervención fue la comprensión de la organización espacial de la célula. La exploración de modelos tridimensionales proporcionó oportunidades para observar los organelos desde diferentes perspectivas, interpretar su distribución y relacionar su ubicación con sus funciones. García-Robles et al. (2024) destacan las posibilidades de las tecnologías inmersivas para facilitar el aprendizaje de estructuras biológicas, mientras que Stanič y Špernjak (2025) reconocen su potencial para abordar contenidos abstractos relacionados con la biología celular. Estos aportes respaldan la incorporación de recursos visuales e interactivos para complementar las representaciones bidimensionales utilizadas durante la enseñanza tradicional.

En cuanto al reconocimiento de las estructuras celulares, las funciones de los organelos y la diferenciación entre células animales y vegetales, la intervención permitió complementar las explicaciones teóricas con actividades de observación, comparación y asociación conceptual. Estos planteamientos coinciden con Lin y Yu (2023), quienes destacan que los entornos interactivos mediados por realidad aumentada favorecen la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades cognitivas. Asimismo, Navarro et al. (2024) reconocen la utilidad de los recursos digitales como complemento de la enseñanza convencional, mientras que Stanič y Špernjak (2025) resaltan la importancia de integrar actividades de exploración e indagación científica.

La interpretación de representaciones gráficas y la aplicación del conocimiento científico también constituyeron componentes importantes de la intervención. Las actividades desarrolladas durante el segundo trimestre estuvieron orientadas a superar la memorización de conceptos mediante experiencias de identificación, comparación e interpretación. Al respecto, Wörner et al. (2022) señalaron que la combinación de experiencias convencionales y virtuales puede favorecer la comprensión conceptual. Por su parte, Chang et al. (2022) identificaron la duración de las intervenciones como un factor relevante en los efectos educativos de la realidad aumentada, respaldando la pertinencia de desarrollar experiencias tecnológicas progresivas durante períodos académicos prolongados.

El acompañamiento docente desempeñó un papel fundamental durante la implementación de la realidad aumentada, mediante explicaciones complementarias, preguntas orientadoras y actividades vinculadas con los objetivos curriculares. Jiang et al. (2025) destacan que la integración de tecnologías inmersivas requiere competencias digitales, planificación pedagógica y condiciones tecnológicas adecuadas. En el contexto ecuatoriano, González Sánchez (2024) examinó la utilización de la realidad aumentada para el aprendizaje de la estructura celular, mientras que Timana Coral et al. (2025) analizaron las posibilidades de los recursos digitales interactivos en la enseñanza de la biología celular. Estos antecedentes respaldan la pertinencia de incorporar tecnologías emergentes desde los primeros niveles de Educación General Básica Superior.

Desde una perspectiva metodológica, la comparación del pretest y postest estableció un procedimiento para analizar ocho criterios de comprensión celular durante ambos trimestres. Sin embargo, la ausencia de un grupo de control constituye una limitación, puesto que la exposición previa a los contenidos, la práctica continua y la acumulación de conocimientos también pudieron influir en el desempeño académico. Por tanto, la magnitud de las mejoras debe sustentarse en las puntuaciones efectivamente obtenidas por los participantes, sin atribuir exclusivamente los cambios a la intervención tecnológica.

Finalmente, la investigación destacó la pertinencia pedagógica de integrar la realidad aumentada como recurso complementario en la enseñanza de las Ciencias Naturales. La transición hacia experiencias de exploración tridimensional ofreció nuevas oportunidades para abordar contenidos científicos abstractos mediante actividades de observación, interpretación y aplicación conceptual. Los antecedentes científicos respaldan la incorporación de estas tecnologías dentro de una planificación didáctica orientada al desarrollo del pensamiento científico y a la construcción de aprendizajes significativos.

Conclusiones

La incorporación de la realidad aumentada como estrategia didáctica en estudiantes de octavo año de Educación General Básica permitió diversificar las experiencias de aprendizaje relacionadas con la estructura y función celular. La transición de la enseñanza tradicional durante el primer trimestre hacia una metodología interactiva durante el segundo proporcionó nuevas oportunidades para explorar modelos tridimensionales, reconocer los organelos, comprender sus funciones y diferenciar las células animales de las vegetales. Esta intervención destacó la importancia de complementar las explicaciones teóricas con recursos tecnológicos que faciliten la visualización y comprensión de contenidos científicos abstractos, especialmente aquellos cuya naturaleza microscópica dificulta su aprendizaje mediante recursos convencionales.

La integración de la realidad aumentada en la enseñanza de las Ciencias Naturales constituye una alternativa pedagógica con potencial para fortalecer la comprensión conceptual, la interpretación espacial y la aplicación del conocimiento científico. El desarrollo de la

intervención durante dos trimestres consecutivos permitió establecer un marco comparativo entre ambas metodologías de enseñanza, destacando la importancia de la planificación didáctica y el acompañamiento docente en la incorporación de tecnologías emergentes. No obstante, la efectividad de esta estrategia debe sustentarse en los resultados verificables de las evaluaciones, considerando las limitaciones del diseño preexperimental y la influencia del aprendizaje acumulado durante ambos períodos académicos.

Implicaciones

Desde una perspectiva pedagógica, la presente investigación destaca la importancia de incorporar la realidad aumentada como recurso complementario en la enseñanza de las Ciencias Naturales, particularmente en contenidos que requieren la comprensión de estructuras microscópicas y procesos biológicos complejos. La intervención desarrollada durante dos trimestres académicos en estudiantes de octavo año de Educación General Básica ofreció oportunidades para transformar las prácticas tradicionales de enseñanza mediante experiencias de visualización, exploración e interacción con modelos tridimensionales. Esta estrategia plantea nuevas posibilidades para fortalecer la comprensión conceptual, estimular la curiosidad científica y promover una participación más activa de los estudiantes en la construcción de sus conocimientos.

En el ámbito docente e institucional, la investigación resalta la necesidad de fortalecer las competencias digitales del profesorado mediante programas de capacitación orientados a la incorporación pedagógica de tecnologías emergentes. Asimismo, las instituciones educativas deben promover condiciones que faciliten el acceso a dispositivos tecnológicos, aplicaciones de realidad aumentada y recursos educativos digitales. La integración de estas herramientas requiere una planificación que articule los objetivos curriculares, las actividades interactivas y los procedimientos de evaluación, manteniendo al docente como mediador del aprendizaje. De esta manera, la innovación tecnológica puede contribuir a diversificar las metodologías de enseñanza y responder a las diferentes necesidades educativas de los estudiantes.

Desde una perspectiva investigativa, el estudio representa un punto de partida para continuar explorando las posibilidades de la realidad aumentada en diferentes contenidos de las Ciencias Naturales, como los sistemas del cuerpo humano, la genética, la biodiversidad y los ecosistemas. Futuras investigaciones podrían incorporar muestras más amplias, grupos de control y evaluaciones de seguimiento para determinar la efectividad de estas estrategias y la permanencia de los conocimientos adquiridos a largo plazo. Asimismo, sería pertinente examinar otras variables, como la motivación, la participación estudiantil, la retención del conocimiento y el desarrollo del pensamiento científico, contribuyendo a la generación de evidencia que respalde la integración de tecnologías emergentes en el contexto educativo ecuatoriano.

Referencias

Chang, H.-Y., Binali, T., Liang, J.-C., Chiou, G.-L., Cheng, K.-H., Lee, S. W.-Y., & Tsai, C.-C. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. *Computers & Education, 191*, 104641. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104641

García-Robles, P., Cortés-Pérez, I., Nieto-Escámez, F. A., García-López, H., Obrero-Gaitán, E., & Osuna-Pérez, M. C. (2024). Immersive virtual reality and augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. *Anatomical Sciences Education, 17*(3), 514–528. https://doi.org/10.1002/ase.2397

González Sánchez, S. A. (2024). *Uso de la realidad aumentada para el aprendizaje de la estructura celular en la educación secundaria de la ciudad de Loja - Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio Institucional UTPL. https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/52609

Jiang, H., Zhu, D., Chugh, R., Turnbull, D., & Jin, W. (2025). Virtual reality and augmented reality-supported K-12 STEM learning: Trends, advantages and challenges. *Education and Information Technologies, 30*, 12827–12863. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z

Lin, Y., & Yu, Z. (2023). A meta-analysis of the effects of augmented reality technologies in interactive learning environments (2012–2022). *Computer Applications in Engineering Education, 31*(4), 1111–1131. https://doi.org/10.1002/cae.22628

Navarro, C., Arias-Calderón, M., Henríquez, C. A., & Riquelme, P. (2024). Assessment of student and teacher perceptions on the use of virtual simulation in cell biology laboratory education. *Education Sciences, 14*(3), 243. https://doi.org/10.3390/educsci14030243

Romero-Saritama, J. M., Cabero-Almenara, J., & Gallego Pérez, Ó. (2023). Realidad aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje de Biología: Un estudio exploratorio desde la percepción de los estudiantes universitarios. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 52–69. https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2867

Sakr, A., & Abdullah, T. (2024). Virtual, augmented reality and learning analytics impact on learners, and educators: A systematic review. *Education and Information Technologies, 29*, 19913–19962. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12602-5

Stanič, K., & Špernjak, A. (2025). Augmented reality in biology education: A literature review. *Multimodal Technologies and Interaction, 9*(12), 117. https://doi.org/10.3390/mti9120117

Timana Coral, N. R., Haro Ruiz, E. L., Moy-Sang Castro, S. M., & Lavayen Tamayo, J. Y. (2025). Impacto de Labxchange en el aprendizaje de biología celular en estudiantes de primero de bachillerato. *Ciencia Digital, 9*(4), 22–39. https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v9i4.3528

Urbina Aguirre, M. B., Paz Sánchez, A. D., Paz Sánchez, D. G., Jara Silva, S. A., & Jara Silva, R. G. (2023). Realidad aumentada en el aprendizaje de ciencias naturales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(4), 2280–2301. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7046

Wörner, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2022). The best of two worlds: A systematic review on combining real and virtual experiments in science education. *Review of Educational Research, 92*(6), 911–952. https://doi.org/10.3102/00346543221079417

Zhang, J., Li, G., Huang, Q., Feng, Q., & Luo, H. (2022). Augmented reality in K–12 education: A systematic review and meta-analysis of the literature from 2000 to 2020. *Sustainability, 14*(15), 9725. https://doi.org/10.3390/su14159725

Zhang, W., & Wang, Z. (2021). Theory and practice of VR/AR in K-12 science education—A systematic review. *Sustainability, 13*(22), 12646. https://doi.org/10.3390/su132212646