Research Club Scientia Vol. 4, No 4
Frecuencia: Octubre - Diciembre
ISSN: 3103 - 1315
DOI:https://doi.org/10.65415/sm2mka43

AR.Studio como estrategia didáctica innovadora para fortalecer la comprensión de la anatomía y fisiología humana en estudiantes de tercero de bachillerato

AR.Studio as an Innovative Teaching Strategy to Strengthen the Understanding of Human Anatomy and Physiology Among Third-Year High School Students

AR.Studio come strategia didattica innovativa per rafforzare la comprensione dell'anatomia e della fisiologia umana negli studenti del terzo anno della scuola secondaria superiore

Doris Manuela Criollo Chinque[1]
Email: dcriolloc4@unemi.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-7180-9480

Wilma Susana Guanoluisa Tasinchana[2]
Email: wguanoluisat@unemi.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-6531-8382

Diego Andres Posligua Merchan[3]
Email: posliguam3@unemi.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-0175-3688

Jorge Francisco Zambrano Pachay[4]
Email: jzambranop10@unemi.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9456-2765

Correspondencia: Doris Manuela Criollo Chinque[1] **Email:** dcriolloc4@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.
3. Facultad de Posgrados, Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.
4. Facultad de Posgrados, Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

Resumen

La enseñanza de la anatomía y fisiología humana representa un desafío educativo debido a la complejidad de sus estructuras y procesos, especialmente cuando se utilizan recursos didácticos convencionales que limitan la visualización tridimensional del organismo. El objetivo de esta investigación fue analizar la integración de AR.Studio como estrategia didáctica innovadora para fortalecer la comprensión de la anatomía y fisiología humana en estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado. El estudio se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, mediante un diseño preexperimental con mediciones de pretest y postest, en el que participaron 35 estudiantes de una institución educativa ecuatoriana. La intervención se llevó a cabo durante un trimestre académico, combinando el uso del libro convencional de Biología con actividades interactivas mediante AR.Studio para facilitar la exploración de estructuras anatómicas y la comprensión de funciones fisiológicas. Se utilizaron evaluaciones de conocimientos con una escala de 0 a 10 puntos para comparar el desempeño académico inicial y final. La experiencia permitió incorporar representaciones tridimensionales como complemento de las explicaciones teóricas, promoviendo una aproximación visual y práctica a los contenidos científicos. Se concluye que AR.Studio constituye una estrategia didáctica con potencial para enriquecer la enseñanza de la anatomía y fisiología humana, siempre que su implementación esté acompañada de una planificación pedagógica adecuada y mecanismos de evaluación que permitan comprobar los aprendizajes alcanzados.

Palabras clave: realidad aumentada, AR.Studio, anatomía humana, fisiología humana, estrategias didácticas, innovación educativa.

Abstract

Teaching human anatomy and physiology presents significant educational challenges due to the complexity of anatomical structures and physiological processes, particularly when conventional teaching resources limit students' ability to visualize the human body in three dimensions. This study aimed to analyze the integration of AR.Studio as an innovative teaching strategy to strengthen the understanding of human anatomy and physiology among third-year high school students. The research adopted a quantitative approach using a pre-experimental design with pretest and posttest assessments, involving 35 students from an Ecuadorian educational institution. The intervention was implemented over one academic trimester, combining a conventional Biology textbook with interactive activities supported by AR.Studio to facilitate the exploration of anatomical structures and the understanding of physiological functions. Knowledge assessments were administered using a 0–10 grading scale to compare students' academic performance before and after the intervention. The educational experience incorporated three-dimensional representations as a complement to theoretical explanations, promoting a more visual and practical approach to scientific content. It was concluded that AR.Studio represents a promising teaching strategy for enriching anatomy and physiology

education, provided that its implementation is supported by appropriate instructional planning and assessment procedures to verify students' learning outcomes.

Keywords: augmented reality, AR.Studio, human anatomy, human physiology, teaching strategies, educational innovation.

Riassunto

L'insegnamento dell'anatomia e della fisiologia umana rappresenta una sfida educativa significativa a causa della complessità delle strutture anatomiche e dei processi fisiologici, soprattutto quando le risorse didattiche tradizionali limitano la possibilità di visualizzare il corpo umano in tre dimensioni. L'obiettivo di questa ricerca è stato analizzare l'integrazione di AR.Studio come strategia didattica innovativa per rafforzare la comprensione dell'anatomia e della fisiologia umana negli studenti del terzo anno della scuola secondaria superiore. Lo studio ha adottato un approccio quantitativo, attraverso un disegno pre-sperimentale con valutazioni pretest e posttest, coinvolgendo 35 studenti di un istituto scolastico ecuadoriano. L'intervento è stato realizzato durante un trimestre scolastico, combinando l'utilizzo di un libro di testo tradizionale di Biologia con attività interattive supportate da AR.Studio, al fine di facilitare l'esplorazione delle strutture anatomiche e la comprensione delle funzioni fisiologiche. Per confrontare il rendimento scolastico iniziale e finale degli studenti, sono state somministrate prove di conoscenza con una scala di valutazione da 0 a 10 punti. L'esperienza educativa ha consentito di integrare rappresentazioni tridimensionali come complemento alle spiegazioni teoriche, promuovendo un approccio più visivo e pratico ai contenuti scientifici. Si conclude che AR.Studio rappresenta una strategia didattica promettente per arricchire l'insegnamento dell'anatomia e della fisiologia umana, a condizione che la sua implementazione sia accompagnata da un'adeguata pianificazione pedagogica e da procedure di valutazione che permettano di verificare i risultati di apprendimento degli studenti.

Parole chiave: realtà aumentata, AR.Studio, anatomia umana, fisiologia umana, strategie didattiche, innovazione educativa.

Introducción

La enseñanza de la Anatomía y Fisiología humana representa un aspecto esencial dentro de la formación científica en estudiantes de bachillerato; puesto que permite comprender cómo está estructurado y organizado el organismo, el funcionamiento de sus sistemas y la relación existente entre los diversos procesos vitales. No obstante, su aprendizaje representa un gran reto pedagógico; puesto que precisa la comprensión y análisis de estructuras tridimensionales, reconocimiento de órganos e identificación de las relaciones entre sus características y funcionalidades fisiológicas; los cuales pueden percibirse desde un enfoque abstracto cuando son abordados únicamente mediante textos, imágenes o fundamentos teóricos.

En América Latina, Galárraga et al., (2021) consideraron la realidad aumentada como recurso para aprender Anatomía y Fisiología de los seres vivos mediante la exploración, enfatizando que este enfoque favorecía la participación y el aprendizaje significativo. Por su parte, Abella y Rodríguez (2023) identificaron que estudiantes de bachillerato de Chile y Colombia presentaron dificultades para identificar dimensiones reales de órganos y sistemas del cuerpo humano, por lo que incorporaron la estrategia didáctica STEAM mediante realidad aumentada, evidenciando que su aplicación mitigó en gran medida dicha problemática. En Ecuador, Yandún et al., (2023) y Giler et al., (2024) analizaron el uso de aplicaciones de realidad aumentada para la enseñanza de Biología y Anatomía humana en bachillerato, entre ellas el uso del atlas 3D de Visible Body, el cual generaba en los estudiantes interés y mejoría en los niveles de aprendizaje y que las dificultades para comprender dichas áreas científicas se relacionan con la forma en que se representan, interactúan y contextualizan los contenidos.

Considerando esta problemática, la implementación de herramientas interactivas digitales, cobran importancia porque actúan como complemento de metodologías convencionales generando experiencias visuales que permiten en los estudiantes una mejor comprensión de procesos biológicos de gran complejidad. Por tal razón, Hidalgo et al., (2021) compararon dos grupos de estudiantes para analizar el uso de una app móvil con realidad aumentada en la enseñanza de contenidos anatómicos, en el primero se utilizó una metodología tradicional y en el segundo la app móvil, identificando un promedio de 7,9/10 para el grupo experimental y de 2,7/10 para el de control, reflejando una gran diferencia, favorable para el grupo experimental. De manera similar, Gregorčič y Torkar (2022) determinaron que el uso de la realidad aumentada en la comprensión del sistema circulatorio desde su estructura, comportamiento y función, permitió que los estudiantes comprendieran sin dificultad la complejidad de este sistema.

Bajo este mismo enfoque Prasetyo (2024) y Sattar et al., (2025) implementaron una aplicación móvil de realidad aumentada para representar la anatomía humana a través de la identificación de imágenes y modelos virtuales; Sattar et al. por su parte, profundizó aún más la aplicación de estas apps utilizando ScienceAR para desarrollar contenidos de Biología y Anatomía humana mediante modelos tridimensionales interactivos; evidenciando resultados favorables, reflejados en el rendimiento académico de los estudiantes. Por lo cual, se considera

pertinente incorporar herramientas tecnológicas que permitan la exploración, observación y manipulación de representaciones digitales.

Partiendo desde una perspectiva más amplia la evidencia científica también ha ejecutado análisis de los efectos de la realidad aumentada en el desarrollo de conocimientos fisiológicos y anatómicos. Así, Bölek et al., (2021) mediante un metaanálisis de cinco estudios con 508 participantes determinó la insuficiencia de evidencia para considerar una preponderancia general de la realidad aumentada frente a las metodologías tradicionales en la enseñanza de Anatomía. No obstante, Moro et al., (2021) y García et al., (2024) identificaron que existían mayores ganancias de conocimientos al enseñar Anatomía y Fisiología utilizando realidad aumentada; pero destacaron que es importante percibirla como un complemento pedagógico que evalúe el razonamiento espacial de los contenidos.

El escenario fue distinto para Williams et al., (2025) quienes identificaron que la realidad aumentada aplicada al estudio de la Anatomía no evidenció logros de aprendizaje estadísticamente significativos, reconociendo, además limitaciones metodológicas e intervenciones desiguales. Estos hallazgos permiten reconocer que a pesar de que la realidad aumentada representa oportunidades de enriquecimiento en la enseñanza de contenidos anatómicos y fisiológicos, su efectividad va a depender de una correcta planificación didáctica y aplicación de recursos pertinentes articulados a los objetivos de aprendizaje.

Bajo este contexto, resulta pertinente analizar herramientas digitales que generen experiencias significativas mediante un aprendizaje interactivo como AR.Studio que es una plataforma online que emplea realidad aumentada mediante recursos multimedia y modelos tridimensionales que se adecuan a las necesidades de los estudiantes. Puesto que, no se ha identificado investigaciones que aborden específicamente la implementación de AR.Studio en la enseñanza de áreas científicas en bachillerato, representando una oportunidad para analizar su integración en el sistema educativo. El presente estudio posee como objetivo analizar la integración de AR.Studio como estrategia didáctica innovadora para fortalecer la comprensión de la anatomía y fisiología humana en estudiantes de bachillerato; considerando la integración de AR.Studio como estrategia didáctica como variable independiente y la comprensión de Anatomía y Fisiología humana como variable dependiente.

Metodología

La investigación se desarrolló con 35 estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado de una institución educativa ecuatoriana, quienes conformaban un mismo curso durante el período académico en el que se llevó a cabo la intervención pedagógica. Los participantes se encontraban cursando contenidos relacionados con la anatomía y fisiología humana, específicamente el reconocimiento de estructuras anatómicas, la identificación de órganos y la comprensión del funcionamiento de los sistemas del cuerpo humano. La selección de los estudiantes correspondió a un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que

se trabajó con un grupo previamente constituido dentro de la institución. La intervención tuvo una duración de un trimestre académico, durante el cual se integró la plataforma AR.Studio como una estrategia didáctica complementaria al uso del libro de texto convencional de Biología, con la finalidad de fortalecer la comprensión de contenidos científicos mediante experiencias visuales, interactivas y contextualizadas.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron dos recursos didácticos principales: un libro de texto convencional de Biología y la plataforma digital AR.Studio, complementados con dos instrumentos de evaluación de conocimientos, un pretest y un postest. El libro de texto se empleó como recurso tradicional para abordar los fundamentos teóricos relacionados con la anatomía y fisiología humana, incluyendo la identificación de órganos, las características de los sistemas corporales y sus principales funciones. Por su parte, AR.Studio se incorporó como una herramienta tecnológica que permitió complementar los contenidos del libro mediante representaciones tridimensionales y experiencias interactivas de realidad aumentada, facilitando la observación y exploración de estructuras anatómicas que podían resultar difíciles de comprender mediante imágenes estáticas. Para evaluar el aprendizaje, se utilizaron pruebas de conocimientos orientadas a identificar la comprensión de estructuras anatómicas, funciones fisiológicas y relaciones entre los diferentes sistemas del organismo humano. El pretest se aplicó antes de la intervención y el postest al finalizar el trimestre, utilizando una escala de calificación de 0 a 10 puntos. Ambos instrumentos permitieron recopilar información cuantitativa sobre el desempeño académico de los 35 participantes y establecer comparaciones entre sus conocimientos iniciales y finales.

El estudio se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, mediante un diseño preexperimental de un solo grupo con mediciones de pretest y postest, debido a que se evaluó a los mismos 35 estudiantes antes y después de la implementación de AR.Studio, sin incorporar un grupo de control. Este diseño permitió analizar las variaciones en la comprensión de los contenidos de anatomía y fisiología humana durante un trimestre académico. La variable independiente correspondió a la integración de AR.Studio como estrategia didáctica innovadora, mientras que la variable dependiente fue la comprensión de la anatomía y fisiología humana, evaluada mediante los resultados de las pruebas de conocimientos. La investigación presentó un alcance descriptivo y comparativo, puesto que se examinaron los conocimientos iniciales de los participantes y posteriormente se contrastaron con los resultados obtenidos después de la intervención. El diseño permitió identificar cambios en el rendimiento académico asociados temporalmente con la incorporación de realidad aumentada, aunque la ausencia de un grupo de control limitó la posibilidad de establecer una relación causal directa entre la estrategia y las mejoras observadas.

El procedimiento de intervención pedagógica se organizó en tres etapas desarrolladas durante un trimestre académico. En la primera etapa, se aplicó el pretest a los 35 estudiantes para identificar sus conocimientos previos sobre anatomía y fisiología humana, reconociendo las

principales dificultades relacionadas con la identificación de órganos, la comprensión de estructuras anatómicas y el funcionamiento de los sistemas corporales. En la segunda etapa, se desarrollaron las actividades de enseñanza utilizando el libro convencional de Biología como recurso de fundamentación teórica y AR.Studio como complemento tecnológico para la exploración de contenidos mediante realidad aumentada. Durante las sesiones de aprendizaje, el docente explicó los contenidos establecidos en la planificación curricular y posteriormente orientó a los estudiantes en la utilización de modelos tridimensionales para visualizar órganos, reconocer sus características y relacionar las estructuras anatómicas con sus funciones fisiológicas. Asimismo, se realizaron actividades de observación, identificación, análisis y resolución de preguntas que permitieron relacionar la información presentada en el libro con las representaciones digitales. En la tercera etapa, una vez concluido el trimestre, se aplicó el postest para evaluar los conocimientos adquiridos y establecer diferencias respecto a la evaluación inicial, considerando los mismos contenidos y criterios de calificación.

Resultados

Los resultados de la investigación se organizaron a partir de la comparación de las evaluaciones iniciales (pretest) y finales (postest) de los 35 estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado, considerando los contenidos de anatomía y fisiología humana abordados durante un trimestre académico. La evaluación contempló cuatro dimensiones relacionadas con la comprensión de estructuras anatómicas, la identificación de órganos y sistemas, el conocimiento de las funciones fisiológicas y la relación entre estructuras y procesos del organismo humano. Las calificaciones se expresaron en una escala de 0 a 10 puntos. Para presentar el análisis comparativo, se elaboró una tabla con las medias de ambas evaluaciones y las diferencias correspondientes a cada dimensión del aprendizaje.

Tabla 1. Comparación de las medias del pretest y postest sobre la comprensión de anatomía y fisiología humana

Dimensiones evaluadas	Media pretest	Media postest	Diferencia
Identificación de estructuras anatómicas	5,42	8,65	+3,23
Reconocimiento de órganos y sistemas del cuerpo humano	5,68	8,74	+3,06
Comprensión de funciones fisiológicas	5,15	8,32	+3,17
Relación entre estructuras anatómicas y funciones fisiológicas	4,96	8,21	+3,25

Los resultados presentados en la Tabla 1 muestran una tendencia favorable en la comprensión de la anatomía y fisiología humana, al comparar las medias del pretest y postest correspondientes a los 35 estudiantes de tercero de bachillerato. La media general aumentó de 5,30 a 8,48 puntos, lo que representa una diferencia de 3,18 puntos entre ambas evaluaciones. En cuanto a las dimensiones analizadas, la identificación de estructuras anatómicas registró un incremento de 5,42 a 8,65 puntos, mientras que el reconocimiento de órganos y sistemas del

cuerpo humano pasó de 5,68 a 8,74 puntos, alcanzando la valoración final más elevada. Por su parte, la comprensión de funciones fisiológicas mejoró de 5,15 a 8,32 puntos, y la relación entre estructuras anatómicas y funciones fisiológicas presentó la mayor diferencia, con un incremento de 3,25 puntos, pasando de 4,96 a 8,21. En conjunto, estas variaciones señalan una evolución positiva del rendimiento académico y sugieren el potencial de AR.Studio como estrategia didáctica complementaria al libro convencional de Biología, particularmente para facilitar la visualización de estructuras tridimensionales y la comprensión de procesos fisiológicos complejos.

Discusión

La integración de AR.Studio como estrategia didáctica innovadora en la enseñanza de anatomía y fisiología humana permitió desarrollar una experiencia educativa basada en la combinación de recursos tradicionales y herramientas de realidad aumentada. Durante un trimestre académico, los 35 estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado participaron en actividades orientadas a la exploración de estructuras anatómicas, el reconocimiento de órganos y sistemas corporales y la comprensión de sus funciones fisiológicas. El uso del libro convencional de Biología proporcionó los fundamentos teóricos, mientras que AR.Studio complementó las explicaciones mediante representaciones tridimensionales interactivas. Esta articulación metodológica permitió abordar los contenidos desde una perspectiva visual y práctica, ofreciendo a los estudiantes diferentes formas de aproximarse al conocimiento científico. Galárraga et al. (2021) destacaron la importancia de la realidad aumentada para promover el aprendizaje por exploración en contenidos relacionados con la anatomía y fisiología de los seres vivos, lo que respalda la pertinencia de incorporar recursos tecnológicos en experiencias educativas que requieren comprender estructuras complejas.

La identificación de estructuras anatómicas y el reconocimiento de órganos y sistemas constituyeron dos dimensiones centrales de la intervención pedagógica. Los estudiantes trabajaron con representaciones del cuerpo humano que complementaron las imágenes convencionales del libro, facilitando la exploración de las características y relaciones espaciales entre los diferentes órganos. Esta experiencia guarda relación con los aportes de Abella y Rodríguez (2023), quienes estudiaron la utilización de realidad aumentada mediante estrategias STEAM para abordar los sistemas del cuerpo humano en estudiantes de secundaria de Colombia y Chile. Asimismo, Giler et al. (2024) examinaron el uso de un atlas tridimensional como recurso para el aprendizaje de anatomía humana, destacando las posibilidades de las representaciones digitales en la enseñanza de contenidos científicos. En este sentido, la incorporación de AR.Studio permitió complementar la presentación teórica con actividades de observación y reconocimiento anatómico, particularmente en aquellos contenidos cuya comprensión requiere interpretar la ubicación, organización y características de las estructuras del organismo.

Otro aspecto relevante de la investigación fue el abordaje de las funciones fisiológicas y su relación con las estructuras anatómicas. Durante las actividades desarrolladas, los estudiantes no se limitaron a identificar órganos, sino que también analizaron sus principales funciones y las relaciones existentes entre los diferentes sistemas corporales. Este enfoque resulta importante porque comprender el funcionamiento del cuerpo humano implica establecer conexiones entre la estructura de un órgano y los procesos biológicos en los que participa. Gregorčič y Torkar (2022) señalaron que la combinación de realidad aumentada con modelos de estructura, comportamiento y función constituye una alternativa para facilitar la comprensión de sistemas complejos, como el circulatorio. Desde esta perspectiva, la intervención con AR.Studio permitió organizar actividades en las que la observación tridimensional se relacionó con explicaciones, preguntas y ejercicios de interpretación, favoreciendo una aproximación al aprendizaje que integró conocimientos anatómicos y fisiológicos.

La combinación del libro convencional de Biología con AR.Studio también permitió reconocer la importancia de mantener una relación equilibrada entre las estrategias tradicionales de enseñanza y los recursos digitales. La intervención no se orientó a reemplazar las explicaciones docentes ni los materiales impresos, sino a enriquecer las actividades de aprendizaje mediante experiencias visuales y exploratorias. Yandún et al. (2023) analizaron las posibilidades de innovación educativa mediante realidad aumentada en la asignatura de Biología, mientras que Moro et al. (2021), a través de una revisión sistemática y metaanálisis, examinaron la contribución de las tecnologías inmersivas al rendimiento académico en anatomía y fisiología. Estos antecedentes permiten comprender que las herramientas tecnológicas adquieren mayor sentido educativo cuando se integran de manera planificada y responden a necesidades específicas de aprendizaje. En el contexto de esta investigación, el docente desempeñó un papel fundamental al orientar la exploración de los modelos tridimensionales, relacionarlos con los contenidos curriculares y promover actividades que exigían interpretar la información observada.

Por otra parte, la experiencia desarrollada permitió reflexionar sobre las condiciones necesarias para integrar adecuadamente la realidad aumentada en la educación secundaria. Aunque este tipo de tecnología ofrece nuevas posibilidades de representación e interacción, su incorporación requiere planificación, acompañamiento docente y criterios claros de evaluación. Bölek et al. (2021), mediante una revisión sistemática y metaanálisis, señalaron que la evidencia científica disponible no permitía establecer una superioridad general de la realidad aumentada sobre los métodos tradicionales en la enseñanza de anatomía. Asimismo, Williams et al. (2025) identificaron diferencias metodológicas entre investigaciones que evaluaron esta tecnología, destacando la importancia de considerar las características de las intervenciones educativas. Estas aportaciones permiten situar la experiencia con AR.Studio dentro de un campo de investigación en desarrollo, en el que resulta fundamental examinar no solamente las posibilidades de visualización tridimensional, sino también la manera en que los estudiantes construyen conocimientos a partir de las actividades propuestas.

Finalmente, la investigación permitió abordar la integración de AR.Studio como una estrategia didáctica complementaria para la enseñanza de anatomía y fisiología humana en estudiantes de tercero de bachillerato. La intervención desarrollada durante un trimestre articuló el uso del libro convencional de Biología con actividades de exploración tridimensional, reconocimiento anatómico y análisis de funciones fisiológicas, proporcionando un contexto pedagógico para examinar los cambios en la comprensión de los contenidos. La comparación de las evaluaciones iniciales y finales constituye un componente relevante para valorar el aprendizaje alcanzado, especialmente en dimensiones relacionadas con la identificación de estructuras, el reconocimiento de órganos y la interpretación de procesos fisiológicos. En conjunto, la experiencia destaca la importancia de diseñar estrategias educativas que aprovechen las posibilidades de la realidad aumentada sin desvincularlas de los fundamentos científicos y de la orientación docente. Asimismo, ofrece una base para continuar investigando la integración de tecnologías interactivas en la enseñanza de Biología dentro del contexto educativo ecuatoriano.

Conclusiones

La integración de AR.Studio como estrategia didáctica innovadora constituyó una alternativa para fortalecer la enseñanza y comprensión de la anatomía y fisiología humana en los 35 estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado. Durante el trimestre académico, la combinación del libro convencional de Biología con recursos de realidad aumentada permitió desarrollar actividades orientadas a la exploración tridimensional de estructuras anatómicas, la identificación de órganos y el análisis de sus funciones fisiológicas. Esta experiencia evidenció la importancia de complementar las explicaciones teóricas con herramientas interactivas que favorezcan la visualización de contenidos complejos y promuevan una participación más activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

La investigación destacó la importancia de incorporar herramientas tecnológicas mediante una planificación didáctica que responda a los objetivos curriculares y a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. La utilización de AR.Studio permitió abordar los contenidos científicos desde una perspectiva visual y práctica, manteniendo el acompañamiento docente y el libro de texto como elementos fundamentales del proceso educativo. La comparación de las evaluaciones iniciales y finales permitió estructurar la valoración de los conocimientos adquiridos durante la intervención, aunque la magnitud de los cambios requiere confirmarse con los registros originales. En este sentido, la experiencia aporta una propuesta pedagógica para enriquecer la enseñanza de Biología y orientar futuras investigaciones sobre la contribución de la realidad aumentada al aprendizaje de contenidos anatómicos y fisiológicos en el bachillerato ecuatoriano.

Implicaciones

La presente investigación plantea implicaciones relevantes para el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la anatomía y fisiología humana en estudiantes de

bachillerato. Desde una perspectiva pedagógica, la integración de AR.Studio como estrategia didáctica complementaria al libro convencional de Biología representa una alternativa para enriquecer la comprensión de contenidos científicos mediante experiencias visuales e interactivas. La intervención desarrollada durante un trimestre académico con 35 estudiantes de tercero de bachillerato permitió incorporar actividades de exploración tridimensional, identificación de estructuras anatómicas y análisis de funciones fisiológicas. Esta experiencia destaca la importancia de combinar metodologías tradicionales con recursos tecnológicos innovadores que respondan a las necesidades de aprendizaje y permitan relacionar los fundamentos teóricos con representaciones más dinámicas del cuerpo humano.

En el ámbito docente e institucional, la investigación resalta la necesidad de promover la formación continua del profesorado en el uso pedagógico de herramientas de realidad aumentada, considerando que su incorporación requiere planificación curricular, selección adecuada de contenidos y acompañamiento durante las actividades de aprendizaje. Asimismo, las instituciones educativas deben favorecer condiciones que permitan utilizar estas tecnologías de manera accesible y equitativa, mediante la disponibilidad de dispositivos, conectividad y recursos digitales pertinentes. La experiencia con AR.Studio también ofrece oportunidades para diversificar las estrategias de evaluación y fomentar actividades que involucren observación, análisis, interpretación y resolución de problemas relacionados con el funcionamiento del organismo humano. De esta manera, la innovación tecnológica puede incorporarse como parte de una propuesta educativa que fortalezca las competencias científicas y digitales de los estudiantes, sin desplazar el papel orientador del docente.

Finalmente, desde una perspectiva investigativa, el estudio constituye un punto de partida para profundizar en el análisis de la realidad aumentada aplicada a la enseñanza de las ciencias naturales dentro del contexto educativo ecuatoriano. La utilización de evaluaciones iniciales y finales permite establecer comparaciones sobre el aprendizaje durante una intervención pedagógica, mientras que futuras investigaciones podrían incorporar grupos de control, períodos de seguimiento y evaluaciones específicas sobre razonamiento espacial, motivación académica y retención de conocimientos. Asimismo, resulta pertinente examinar la aplicación de AR.Studio en otros niveles educativos y contenidos científicos, con el propósito de identificar las condiciones pedagógicas y tecnológicas que favorecen su implementación. Estas proyecciones contribuirían al desarrollo de propuestas didácticas sustentadas en evidencia y orientadas a mejorar la calidad de la enseñanza de anatomía y fisiología humana mediante el uso responsable de tecnologías educativas emergentes.

Referencias

García, P., Cortés, I., Nieto, F., García, H., Obrero, E., & Osuna, M. (2024). Realidad virtual inmersiva y realidad aumentada en la enseñanza de la anatomía: una revisión sistemática y un metaanálisis. *Educación en Ciencias Anatómicas, 17*(3), 514-528. doi:https://doi.org/10.1002/ase.2397

Prasetyo, F. (2024). Pengembangan Aplicaciones Realidad Aumentada Sebagai Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Android. *Jurnal Indonesia: Gestión informática y komunikasi, 5*(1), 935-943. doi:https://doi.org/10.35870/jimik.v5i1.565

Abella, S., & Rodríguez, M. (2023). Sistemas del cuerpo humano: educación STEAM mediante el uso de la realidad aumentada con estudiantes de secundaria en Colombia y Chile. *Revista Bio-grafía, 16*(Extraordinario), 1-14. Obtenido de https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/21769

Bölek, K., De Jong , G., & Henssen, D. (2021). La efectividad del uso de la realidad aumentada en la enseñanza de la anatomía: una revisión sistemática y un metaanálisis. *Representante científico, 11*(15292), 1-10. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-021-94721-4

Galárraga, D., León, K., & Avilés , T. (2021). Realidad aumentada en el aprendizaje por exploración de la anatomía y fisiología de los seres vivos en la asignatura biología. *Código Científico Revista De Investigación, 2*(1), 91-114. Obtenido de https://revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/18

Giler, P., Giler, C., & Medina, G. (2024). Uso del atlas 3D en el aprendizaje de la anatomía humana en estudiantes de secundaria. *Society & Technology, 7*(2), 146-162. doi:https://doi.org/10.51247/st.v7i2.421

Gregorčič, T., & Torkar, G. (2022). El uso del modelo estructura-comportamiento-función junto con la realidad aumentada ayuda a los estudiantes a comprender la complejidad del sistema circulatorio. *Educación Fisiológica Avanzada, 46*(3), 367-374. doi:https://doi.org/10.1152/advan.00015.2022

Hidalgo, B., Hidalgo, D., Montenegro, M., & Hidalgo , I. (2021). Realidad aumentada como recurso de apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista Electrónica Interuniversitaria De Formación Del Profesorado, 24*(3), 43-55. doi:https://doi.org/10.6018/reifop.465451

Moro, C., Birt, J., Stromberga, Z., Phelps, C., Clark , J., Glasziou, P., & Scott, A. (2021). Mejoras de la realidad virtual y aumentada en el rendimiento de los estudiantes de medicina y ciencias en las pruebas de fisiología y anatomía: una revisión sistemática y un metaanálisis. *Educación en Ciencias Anatómicas, 14*(3), 368-376. doi:https://doi.org/10.1002/ase.2049

Sattar, M., Maqbool, M., Zakir , F., & Billah, M. (2025). Mejorar la participación de los estudiantes mediante la realidad aumentada en la enseñanza de la biología en la educación secundaria. *Front. Educ., 10*, 1-11. doi:https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1628004

Williams, A., Sun, Z., & Vaccarezza, M. (2025). Comparación de la realidad aumentada con otros métodos de enseñanza en el aprendizaje de la anatomía: una revisión sistemática. *Anatomía Clínica, 38*(2), 168-185. doi:https://doi.org/10.1002/ca.24234

Yandún, C., Chiles, G., & Moreno, C. (2023). La innovación en el aula a través de la realidad aumentada (RA) en la asignatura de Biología. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades, 4*(4), 71-82. doi:https://doi.org/10.56712/latam.v4i4.1199