Revista postgrado
Scientiarvm P. 3 - 6
Julio 2026 Volumen 12 - Número 2
DOI: 10.26696/sci.epg.0229

ISSN Versión electrónica 2518 - 2811
ISSN Versión impresa 2411 - 8826
Indexada en Latindex

APRENDIZAJE DE ANATOMÍA HUMANA CON BODYMAP VR EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

HUMAN ANATOMY LEARNING WITH BODYMAP VR IN HIGH SCHOOL STUDENTS

Francis Javier Navío Vera (1), Carla Jimena Gutiérrez Bernal (2)

(1) Universidad Católica de Santa María, Arequipa - Perú.

RESUMEN:

La enseñanza de la anatomía humana en secundaria requiere estrategias que faciliten la comprensión espacial de estructuras orgánicas complejas. La realidad virtual ofrece entornos inmersivos que pueden complementar los recursos didácticos tradicionales. El estudio evaluó el efecto de BodyMap VR en el aprendizaje de anatomía humana en 45 estudiantes de 4.º y 5.º de secundaria de una institución privada. Se empleó un diseño cuasi experimental pretest–postest con grupo de comparación no equivalente. El grupo experimental utilizó BodyMap VR mediante visores autónomos y controladores, mientras que el grupo de comparación trabajó con recursos bidimensionales convencionales. Se aplicó una prueba de conocimientos de 20 ítems, un cuestionario de percepciones de 12 ítems tipo Likert, validación por juicio de expertos y análisis estadístico mediante comparaciones pre–post, ANCOVA y tamaño del efecto. El grupo con realidad virtual incrementó su promedio de 11.3±2.4 a 15.8±2.2, frente al incremento de 11.5±2.5 a 13.3±2.6 en el grupo 2D. La diferencia entre condiciones fue significativa ($p < .001$), con tamaño del efecto moderado ($d \approx .65$). Además, el 88.9% consideró que aprendió mejor con realidad virtual y el 91.1% apoyó su incorporación institucional. BodyMap VR favorece el aprendizaje inmediato de anatomía humana, especialmente en contenidos de razonamiento espacial, siempre que se integre con andamiaje docente, evaluación formativa y condiciones adecuadas de seguridad pedagógica.

Palabras clave: Realidad virtual; Anatomía humana; BodyMap VR; Aprendizaje inmersivo; Tecnología educativa; Educación secundaria.

ABSTRACT:

Teaching human anatomy in high education requires strategies that facilitate the spatial understanding of complex organic structures. Virtual reality offers immersive environments that may complement traditional instructional resources. This study evaluated the effect of BodyMap VR on human anatomy learning in 45 fourth- and fifth-grade high school students from a private institution. A quasi-experimental pretest–posttest design with a non-equivalent comparison group was used. The experimental group used BodyMap VR through standalone headsets and controllers, whereas the comparison group worked with conventional two-dimensional resources. A 20-item knowledge test and a 12-item Likert-type perceptions questionnaire were administered. The instruments were validated through expert judgment, and data were analyzed using pre–post comparisons, ANCOVA, and effect size estimation. The virtual reality group increased its mean score from 11.3±2.4 to 15.8±2.2, whereas the 2D group increased from 11.5±2.5 to 13.3±2.6. The difference between conditions was statistically significant ($p < .001$), with a moderate effect size ($d \approx .65$). In addition, 88.9% of students reported that they learned better through virtual reality, and 91.1% supported its institutional incorporation. BodyMap VR promotes immediate learning of human anatomy, particularly in spatial reasoning content, provided that it is integrated with teacher scaffolding, formative assessment, and appropriate pedagogical safety conditions.

Keywords: Virtual reality; Human anatomy; BodyMap VR; Immersive learning; Educational technology; High education.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la anatomía humana en educación secundaria implica un reto pedagógico debido a la complejidad espacial y funcional de los sistemas corporales. El aprendizaje anatómico no se limita a reconocer órganos o memorizar funciones, sino que exige comprender relaciones tridimensionales, ubicación relativa, organización estructural y vínculo entre forma y función. Por ello, resulta necesario incorporar estrategias didácticas que superen la representación bidimensional tradicional y favorezcan la construcción de modelos mentales más precisos en los estudiantes.

En el área de Ciencia y Tecnología, el desarrollo de competencias científicas requiere experiencias activas, visuales e interactivas que promuevan la observación, la exploración guiada, el razonamiento espacial y la comprensión significativa de fenómenos biológicos. Figueroa Sánchez (2023) señala que la enseñanza de las ciencias debe orientarse a procesos constructivos, al pensamiento crítico y al uso de estrategias acordes con los ritmos de aprendizaje del estudiante. En este marco, las tecnologías inmersivas constituyen recursos pedagógicos pertinentes para representar contenidos complejos que difícilmente pueden observarse de manera directa en el aula.

La realidad virtual (RV) permite interactuar con entornos digitales tridimensionales mediante experiencias inmersivas que generan sensación de presencia y participación activa. En educación, su potencial se vincula con la visualización de conceptos abstractos, la motivación del estudiante y la manipulación de objetos digitales. Hamilton et al. (2021) evidencian que la RV inmersiva puede favorecer los resultados de aprendizaje frente a métodos menos interactivos; sin embargo, advierten que su efectividad depende del diseño instruccional, la mediación docente y la evaluación rigurosa de los aprendizajes. Por tanto, la RV debe asumirse como recurso didáctico complementario, no como sustituto automático de la enseñanza presencial.

Autor de correspondencia:
Francis Javier Navío Vera
Universidad Católica de Santa María, Arequipa - Perú
E-mail: francis.navio@estudiante.ucsm.edu.pe
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-2119-8411

En la enseñanza de la anatomía, diversos estudios han reportado beneficios asociados al uso de tecnologías tridimensionales. García-Robles et al. (2024) evidenciaron, en una revisión sistemática y metaanálisis, que la realidad virtual y la realidad aumentada pueden contribuir al aprendizaje anatómico al facilitar la visualización y manipulación de estructuras corporales. Asimismo, Al-Hor et al. (2024) encontraron percepciones positivas de estudiantes respecto al uso de RV en anatomía, especialmente en comprensión, disfrute y preferencia frente a métodos tradicionales. De forma complementaria, Abundez Toledo et al. (2024) destacan que la RV en educación anatómica resulta más efectiva cuando se integra con objetivos formativos claros, acompañamiento docente y actividades orientadas al aprendizaje.

No obstante, la literatura recomienda evitar enfoques tecnocéntricos. Rodríguez (2024) advierte que la RV puede ser una herramienta educativa valiosa cuando responde a propósitos pedagógicos definidos, pero no constituye una solución universal. Del mismo modo, Skandalakis et al. (2022) sostienen que sus ventajas frente a imágenes bidimensionales deben compararse también con otros recursos tridimensionales, como modelos físicos o aplicaciones 3D. Desde el Modelo Cognitivo-Afectivo del Aprendizaje Inmersivo, Makransky y Petersen (2021) explican que la RV influye en el aprendizaje mediante variables como presencia, motivación, agencia, autoeficacia y carga cognitiva, lo cual exige una adecuada orientación pedagógica para evitar exploraciones superficiales.

En el contexto escolar latinoamericano, aún existe limitada evidencia empírica sobre el uso de RV para la enseñanza de anatomía humana en secundaria. En este marco, BodyMap VR ofrece una alternativa didáctica para explorar modelos anatómicos mediante visores autónomos y controladores, permitiendo rotación, acercamiento, cortes por planos, señalamiento y etiquetado de estructuras. Estas funciones pueden favorecer la comprensión espacial de contenidos biológicos complejos.

A partir de ello, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de BodyMap VR en el aprendizaje de la anatomía humana y describir las percepciones de su uso en estudiantes de 4.º y 5.º de secundaria de una institución privada. Se plantearon dos hipótesis: H1) el uso de BodyMap VR genera mejores resultados de aprendizaje que los recursos bidimensionales convencionales; y H2) las percepciones estudiantiles sobre su utilidad, experiencia y disposición de uso son predominantemente positivas.

MATERIAL Y MÉTODO

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominio cuantitativo y diseño cuasi experimental pretest–postest con grupo de comparación no equivalente. Este diseño permitió evaluar el efecto de BodyMap VR en el aprendizaje de anatomía humana mediante la comparación del desempeño antes y después de la intervención, así como describir las percepciones estudiantiles respecto al uso de la realidad virtual como recurso didáctico.

La muestra estuvo conformada por 45 estudiantes de educación secundaria de una institución privada, de los cuales 23 cursaban 4.º de secundaria y 22 cursaban 5.º de secundaria. La selección fue no probabilística por conveniencia, considerando la disponibilidad institucional, el acceso a los dispositivos y la autorización para aplicar la intervención. Los participantes fueron distribuidos por estratos de grado en dos condiciones: grupo experimental, que trabajó con BodyMap VR, y grupo de comparación, que desarrolló los mismos contenidos mediante recursos bidimensionales convencionales.

La intervención se organizó en tres sesiones de 90 minutos. En la primera sesión se aplicó una prueba diagnóstica de 20 ítems de opción múltiple sobre los sistemas óseo, cardiovascular y nervioso. En la segunda sesión, el grupo experimental realizó una exploración guiada de modelos anatómicos inmersivos mediante visores autónomos y controladores, utilizando funciones de rotación, ampliación, cortes por planos, señalamiento y etiquetado. El grupo de comparación trabajó los mismos contenidos con diapositivas, esquemas y atlas físico. En la tercera sesión se aplicó un postest equivalente y un cuestionario de percepciones sobre la experiencia didáctica.

La prueba de conocimientos evaluó identificación anatómica, comprensión funcional, relaciones entre estructuras y razonamiento espacial. El instrumento presentó consistencia interna adecuada, con un alfa de Cronbach de 0,84. El cuestionario de percepciones estuvo compuesto por 12 ítems tipo Likert de cinco puntos, organizados en dimensiones de utilidad para el aprendizaje, claridad operativa, navegabilidad, retención percibida, seguridad y confort, aplicación a otras asignaturas, disposición de uso futuro y valoración frente a la sustitución de la presencialidad.

Los instrumentos fueron validados mediante juicio de expertos en educación, tecnología educativa y enseñanza de las ciencias. Además, se realizó un pilotaje con estudiantes externos a la muestra principal para verificar la claridad, pertinencia y tiempo de aplicación. Los datos fueron procesados mediante estadística descriptiva e inferencial. Para analizar el aprendizaje se emplearon comparaciones pretest–postest por condición, análisis de covarianza con el pretest como covariable y estimación del tamaño del efecto. Para las percepciones se calcularon frecuencias y porcentajes, agrupando las respuestas “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” como valoración favorable.

El estudio contó con autorización institucional, consentimiento informado y asentimiento de los estudiantes. La participación fue voluntaria, anónima y confidencial. Durante la intervención con realidad virtual se aplicaron protocolos de seguridad, orientación inicial, acompañamiento docente y pausas programadas para prevenir posibles molestias asociadas al uso de los visores.

RESULTADOS

La caracterización inicial de la muestra evidenció una distribución equilibrada entre los grados participantes. El 51.1% correspondió a estudiantes de 4.º de secundaria y el 48.9% a estudiantes de 5.º de secundaria, lo que permitió trabajar con una muestra escolar relativamente homogénea para los fines de comparación pedagógica

Tabla Nro. 1. Caracterización de los estudiantes participantes

Variable	Categoría	n	%
Grado de estudios	4.º de secundaria	23	51.1
Grado de estudios	5.º de secundaria	22	48.9
Total		45	100.0

Los resultados de la prueba de conocimientos mostraron una mejora superior en el grupo que trabajó con BodyMap VR. El puntaje promedio del grupo experimental aumentó de 11.3±2.4 en el pretest a 15.8±2.2 en el postest, con una ganancia promedio de 4.5 puntos. En contraste, el grupo de comparación, que trabajó con recursos 2D convencionales, incrementó su promedio de 11.5±2.5 a 13.3±2.6, con una ganancia promedio de 1.8 puntos

Tabla Nro. 2. Resultados pretest–postest según condición didáctica

Condición didáctica	Pretest M±DE	Postest M±DE	Ganancia promedio
BodyMap VR	11.3±2.4	15.8±2.2	4.5
Recursos 2D convencionales	11.5±2.5	13.3±2.6	1.8

El análisis inferencial mediante ANCOVA, tomando el pretest como covariable, evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones de intervención ($p < .001$). El tamaño del efecto fue moderado ($d \approx .65$), lo cual indica que la diferencia obtenida posee relevancia educativa y no se limita a una variación estadística. La ventaja del grupo BodyMap VR fue más notoria en los ítems que requerían razonamiento espacial, tales como identificación de relaciones entre órganos, seguimiento de trayectorias vasculares y comprensión de conexiones nerviosas.

Tabla Nro. 3. Comparación entre condiciones de aprendizaje

Comparación	Resultado
Diferencia entre condiciones ajustada por pretest	Significativa
Valor de significancia	$p < .001$
Tamaño del efecto	$d \approx .65$
Interpretación del efecto	Moderado

Respecto a las percepciones estudiantiles, se identificó una aceptación predominantemente favorable del uso de BodyMap VR. El 88.9% de los estudiantes manifestó estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con que aprendió mejor mediante RV que con una clase expositiva. Asimismo, el 93.3% valoró favorablemente la facilitación docente y la navegabilidad de la herramienta, mientras que el 88.9% reportó comodidad durante el uso del visor. Las condiciones de seguridad y apoyo fueron valoradas de manera positiva por la totalidad de los participantes.

Tabla Nro. 4. Percepciones favorables sobre el uso de BodyMap VR

Ítem evaluado	Respuestas favorables (%)
Aprendí mejor mediante RV que con una clase expositiva	88.9
Las condiciones de seguridad y apoyo fueron adecuadas	100.0
La facilitación docente favoreció la experiencia	93.3
El visor resultó cómodo durante la actividad	88.9
La herramienta fue fácil de navegar	93.3
La RV ayuda a aprender anatomía	82.2
La RV favorece mayor retención que láminas o diapositivas	77.8
La institución debería ofrecer módulos de RV	91.1
La RV puede aplicarse a otras asignaturas	82.2
Usaría nuevamente la RV para aprender	75.6
La RV debería sustituir completamente la enseñanza presencial	13.3

Los datos de percepción muestran que la RV fue valorada como una herramienta útil, atractiva y aplicable a la enseñanza de anatomía. No obstante, solo el 13.3% estuvo de acuerdo con que la RV sustituya completamente la enseñanza presencial. Este resultado indica que los estudiantes reconocen el valor de BodyMap VR como recurso complementario, pero no como reemplazo total del docente ni de la interacción pedagógica presencial.

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que el uso de BodyMap VR favoreció un mayor aprendizaje inmediato de la anatomía humana en comparación con los recursos bidimensionales convencionales. La diferencia significativa entre condiciones y el tamaño del efecto moderado respaldan la hipótesis de que la realidad virtual puede mejorar el rendimiento académico cuando se aplica a contenidos anatómicos que requieren comprensión espacial, visualización estructural y relación funcional entre sistemas.

Esta mejora puede explicarse por las posibilidades didácticas que ofrece BodyMap VR, tales como la manipulación tridimensional de modelos, la rotación de estructuras, el acercamiento visual, los cortes por planos y la identificación de relaciones entre órganos, trayectorias y sistemas. Estas funciones permiten al estudiante construir representaciones mentales más precisas que las generadas mediante láminas, diapositivas o esquemas estáticos, especialmente en contenidos que no pueden observarse directamente en el aula.

Los hallazgos son coherentes con estudios previos que destacan el potencial de la realidad virtual y aumentada para fortalecer el aprendizaje anatómico. García-Robles et al. (2024) señalan que estas tecnologías pueden favorecer la comprensión de estructuras corporales complejas, mientras que Al-Hor et al. (2024) reportan percepciones estudiantiles positivas respecto al disfrute, comprensión y preferencia por la RV en anatomía. Asimismo, desde el Modelo Cognitivo-Afectivo del Aprendizaje Inmersivo, Makransky y Petersen (2021) explican que variables como presencia, motivación, agencia y autoeficacia pueden incidir favorablemente en el aprendizaje cuando la experiencia inmersiva se encuentra pedagógicamente orientada.

Las percepciones estudiantiles también fueron predominantemente favorables, lo que confirma la segunda hipótesis del estudio. La valoración positiva de la utilidad, navegabilidad, comodidad y disposición de uso futuro sugiere que BodyMap VR no solo incrementó el desempeño en la prueba de conocimientos, sino que también generó condiciones motivacionales adecuadas para el aprendizaje. Sin embargo, el bajo porcentaje de estudiantes que apoyó la sustitución completa de la enseñanza presencial evidencia que la RV fue percibida como un recurso complementario y no como reemplazo del docente. Este resultado coincide con Rodríguez (2024), quien advierte que la RV debe emplearse con propósitos pedagógicos definidos y no como solución universal.

No obstante, los resultados deben interpretarse con cautela. Como advierten Skandalakis et al. (2022), la superioridad de la RV frente a recursos 2D no implica necesariamente una ventaja equivalente frente a otros medios tridimensionales, como modelos físicos, aplicaciones 3D o simuladores de escritorio. En este estudio, la comparación se realizó frente a recursos bidimensionales convencionales; por ello, futuras investigaciones deberían contrastar BodyMap VR con otras tecnologías o materiales tridimensionales para precisar el valor añadido de la inmersión.

Entre las principales limitaciones se reconoce el uso de una muestra por conveniencia procedente de una sola institución, el diseño cuasi experimental con grupo no equivalente y la ausencia de medición de retención diferida. Aunque el pretest permitió ajustar parcialmente las diferencias iniciales, se requieren estudios con muestras más amplias, asignación aleatorizada y seguimiento longitudinal. Asimismo, sería pertinente incorporar evaluaciones de transferencia, tareas prácticas y análisis cualitativos que profundicen en la experiencia de aprendizaje.

En síntesis, BodyMap VR constituye una herramienta pedagógica pertinente para la enseñanza de la anatomía humana en secundaria, especialmente en contenidos de alta complejidad espacial. Su implementación debe realizarse de manera gradual, segura y articulada con el currículo, considerando condiciones de accesibilidad, formación docente, soporte técnico, tiempo de exposición y evaluación formativa. De este modo, la realidad virtual puede integrarse como recurso didáctico complementario dentro de secuencias activas orientadas al desarrollo de competencias científicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abundez Toledo, M., Ghanem, G., Fine, S., Weisman, D., Huang, Y. M., & Rouhani, A. A. (2024). Exploring the promise of virtual reality in enhancing anatomy education: A focus group study with medical students. Frontiers in Virtual Reality, 5, 1369794. https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1369794

Al-Hor, M., Almahdi, H., Al-Theyab, M., Mustafa, A. G., Seed Ahmed, M., & Zaqout, S. (2024). Exploring student perceptions on virtual reality in anatomy education: Insights on enjoyment, effectiveness, and preferences. BMC Medical Education, 24, 1405. https://doi.org/10.1186/s12909-024-06370-6

Figueroa Sánchez, A. A. (2023). Desarrollo de competencias científicas en secundaria. Revista Oratores, 19, 188–202. https://doi.org/10.37594/oratores.n19.1199

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

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. Journal of Computers in Education, 8, 1–32. https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. Educational Psychology Review, 33, 937–958. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2

Rodríguez, J. L. (2024). Virtual reality in the classroom: A difficult but exciting adventure for teachers and students. Frontiers in Education, 9, 1294715. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1294715

Skandalakis, G. P., Chytas, D., Paraskevas, G., Noussios, G., Salmas , M., & Fiska, A. (2022). Virtual and augmented reality in anatomy education: Need for comparison with other three-dimensional visualization methods. Morphologie, 106(353), 141–142. https://doi.org/10.1016/j.morpho.2021.02.006

Recibido el 21 de Mayo del 2026 y aceptado para su publicación el 11 de junio 2026.