

REVISTA BOLETÍN REDIFE: 14 (8) AGOSTO 2025 ISSN 2256-1536

RECIBIDO EL 18 DE MARZO DE 2025 - ACEPTADO EL 21 DE JUNIO DE 2025

# RECURSOS EDUCATIVOS VIRTUALES EN EDUCACIÓN SUPERIOR: APRENDIZAJE DE NEUROANATOMÍA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA

## VIRTUAL EDUCATIONAL RESOURCES IN HIGHER EDUCATION: LEARNING NEUROANATOMY THROUGH THE APPLICATION OF AUGMENTED REALITY

**Guillermo G. Gualpa<sup>1</sup>   Andrés F. Gualpa<sup>2</sup>**

**Lucila J. De La Calle<sup>3</sup>   María A. Barba<sup>4</sup>**

**Edwin G. Choca<sup>5</sup>**

Ecuador

Autor por correspondencia:

**Guillermo Gonzalo Gualpa Jaramillo,**

gggualpaj@gmail.com

<sup>1</sup> *Doctor en Medicina y Cirugía. Especialista en Neurocirugía. Investigador Independiente de RESGAKMED, Ecuador. Email: [gggualpaj@gmail.com](mailto:gggualpaj@gmail.com)*

<https://orcid.org/0000-0003-1752-6642>

<sup>2</sup> *Médico. Especialista en Imagenología Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Docente de la Carrera de Medicina. PUCE Pontificia Universidad Católica de Quito, E mail: [andresgualpa@hotmail.com](mailto:andresgualpa@hotmail.com)*

<https://orcid.org/0009-0002-7564-8242>

<sup>3</sup> *Doctora en Medicina y Cirugía. Magíster en Lingüística Aplicada al Aprendizaje del Inglés. Docente investigadora de la Carrera de Medicina. Miembro Grupo de Investigación Telemedicina y Educación Médica (TELEMED) y Neurociencias. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Email: [ldelacalle@unach.edu.ec](mailto:ldelacalle@unach.edu.ec)*

<https://orcid.org/0000-0003-2368-2027>

<sup>4</sup> *Doctora en Química. Magíster en Gestión Académica Universitaria. Docente investigadora de la Carrera de Medicina. Líder Grupo de Investigación Telemedicina y Educación Médica (TELEMED). Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Email: [mbarba@unach.edu.ec](mailto:mbarba@unach.edu.ec)*

<https://orcid.org/0000-0002-3056-2974>

<sup>5</sup> *Doctor en Medicina y Cirugía. Especialista en Medicina Interna. Docente investigador de la carrera de Medicina. Miembro Grupos de Salud Pública y de Investigación Telemedicina y Educación Médica (TELEMED). Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Email: [echoca@unach.edu.ec](mailto:echoca@unach.edu.ec)*

<https://orcid.org/0000-0003-4889-5395>

## Resumen

**Introducción.** Tras una evidente reconfiguración global, los modelos educativos contemporáneos demandan innovación, pensamiento crítico y dominio de entornos digitales. El objetivo del presente estudio fue la inmersión del estudiante de medicina en el uso de recursos digitales en el aprendizaje de la anatomía en especial la Realidad Aumentada.

**Metodología.** Se realizaron disecciones en piezas anatómicas, con participación de los estudiantes y se procedió a aplicar técnicas de elaboración fotográficas en imágenes en 3D, con uso de tecnología de transferencia para aplicaciones digitales que permitieron elaborar imágenes en movimiento interactivas prototipadas únicas de cortes cerebrales y su creación de imágenes para RA (Realidad Aumentada).

**Resultados.** Se evaluaron los resultados de su aplicación, la participación estudiantil y la satisfacción trabajando en equipo y se presentan los hallazgos, se comparte mediante codificación QR, para mantener archivos asequibles a los estudiantes que los soliciten como métodos de aprendizaje inmersivo. Un alto porcentaje de los estudiantes muestra conformidad con el método empleado en el aprendizaje basado en los resultados del estudio, considerándolo amigable y de fácil visualización.

**Conclusiones:** Esta forma de aprendizaje es más dinámica, inmersiva y actualizada constituyéndose en una forma de aprendizaje con mejores resultados académicos y de satisfacción.

**Palabras Clave:** Neuroanatomía, Realidad Aumentada, Innovación en Salud, Realidad Virtual

## Summary

**Introduction.** Following an evident global reconfiguration, contemporary educational models demand innovation, critical thinking, and proficiency in digital environments. The objective of the present study was to immerse medical students in the use of digital resources for learning anatomy, with a particular focus on Augmented Reality (AR)

**Methodology.** Anatomical dissections were performed with active student participation. Photographic techniques were applied to create 3D images using transfer technology for digital applications. This enabled the development of interactive, moving, and uniquely prototyped images of brain sections, which were then adapted for AR experiences.

**Results.** The implementation results were evaluated, including student participation and satisfaction with teamwork. Findings are shared via QR code encoding, allowing students to access these files as immersive learning tools upon request. A high percentage of students expressed satisfaction with the method used for learning, based on the study's outcomes, describing it as user-friendly and easy to visualize.

**Conclusions.** This approach to learning is more dynamic, immersive, and up-to-date, establishing itself as a method that yields better academic results and higher levels of satisfaction.

**Key Words:** Neuroanatomy, Augmented Reality, Health innovation, Virtual Reality

## Introducción

Los nuevos modelos educativos posterior al proceso disruptivo que vivió la humanidad, plantean nuevos retos tanto a estudiantes como a docentes, impulsando la creatividad, la innovación y el uso de tecnologías de la información y comunicación con más fuerza

que la enseñanza tradicional (1), la aplicación de estrategias didácticas con el uso de las tecnologías ha permitido reducir la carga cognitiva del estudiante en una asignatura que puede ser compleja de aprender involucrando en este proceso una manera creativa y significativamente satisfactoria de involucrarse en el autoaprendizaje (2). Las primeras incursiones en la digitalización de la enseñanza de neuroanatomía implicaron la utilización de simuladores y diversos tipos de software interactivo, introduciendo al estudiante en entornos virtuales que guiaban su conocimiento de la anatomía con facilidad y de forma amigable.

En este contexto la realidad aumentada (RA), surge como un componente clave en la inmersión digital para la educación médica, estudios recientes han demostrado que la visualización tridimensional de estructuras anatómicas mediante dispositivos de realidad aumentada mejora significativamente la retención del conocimiento y la comprensión espacial de los estudiantes (3).

El uso de piezas anatómicas reales (cadáveres) es sin duda el estándar de oro y pilar fundamental para la enseñanza de la anatomía (regional, sistémica, quirúrgica, del desarrollo, neuroanatomía, forense y antropológica), sin embargo hay que considerar que la legislación de algunos países (entre ellos Ecuador) limitan su obtención, ante lo cual los docentes buscan nuevas estrategias de aprendizaje como la utilización de sistemas y modelos anatómicos en 3D o similares (4).

La realidad aumentada combina tanto información digital como información del entorno real sin ser inmersivo mediado por un dispositivo electrónico, que puede ser una cámara del teléfono inteligente o una Tablet y con el uso adecuada de aplicaciones tecnológicas, se pueden modelar siluetas de estructuras anatómicas complejas e incluso

órganos internos de forma secuencial, como en este caso del cerebro humano.

Es imprescindible la capacitación previa del estudiante y su interacción con las herramientas digitales que les permita aplicar metodologías didácticas para la elaboración de elementos como maquetas, impresiones en 3D y aplicaciones de realidad virtual en su aprendizaje significativo y satisfactorio elevando considerablemente los estándares de captación y rendimiento académico (5), (6).

### **Metodología**

Para el desarrollo del proceso de aplicabilidad de RA, se tomaron estructuras anatómicas de cadáveres disponibles en el anfiteatro de la institución conservados adecuadamente y con piezas anatómicas (cerebros) de mamíferos procesados con elementos químicos preservantes, mediante técnicas estandarizadas se realizaron cortes específicos para identificar estructuras complejas y su correspondiente procesamiento para elaborar las imágenes en 3D

La metodología aplicada consistió en el reconocimiento por parte de los estudiantes, de las principales características del componente cerebral y sus estructuras anatómicas, posteriormente se tomaron imágenes en 3 D de estas piezas diseccionadas, para finalmente con el uso de aplicaciones y recursos tecnológicos como teléfonos inteligentes procesarlas hasta obtener imágenes en RA, el proceso completo se realizó de la siguiente manera:

1. En los teléfonos inteligentes, Instalar la aplicación "POLYCAM", la cual se emplea para capturar imágenes y generar modelos tridimensionales de objetos, estructuras o partes anatómicas utilizando la cámara del dispositivo móvil (7)
2. Después de adquirir comprensión sobre la anatomía, la realidad aumentada y los modelos

en 3D, para un buen resultado, se deben tomar alrededor de 150 a 250 imágenes desde todos los ángulos de las piezas anatómicas como, componentes del cerebro y maquetas que se desean escanear.

3. Almacenar el video resultante del escaneo de la pieza anatómica en la aplicación POLYCAM, la cual facilita la compilación de imágenes o videos previamente realizados, para luego convertirlos en modelos 3D

4. Transferir el video escaneado a la aplicación SKETCHFAB y en esta podemos integrar ciertas características específicas de la pieza procesada digitalmente, como agregar nombres de las estructuras descritas e información adicional de estas, permitiendo visualizarlos y manipularlos desde diversos ángulos (8),

5. Dado que SKETCHFAB no es completamente gratuita y presenta algunas limitaciones, debe

ajustar el modelo 3D al agregar puntos de referencia en las ubicaciones de las estructuras relevantes para su identificación.

6. Transformar el enlace del modelo 3D en un código QR utilizando aplicaciones de gestión o conversión de URL a QR.

7. Compartir el código QR en el entorno educativo para facilitar el aprendizaje autónomo en el aula

Para la evaluación del proceso, se utilizaron instrumentos de escala de likelind para participación y satisfacción del aprendizaje inmersivo en las TICs, se muestran los resultados.

A continuación, se muestran ejemplos de las imágenes de Códigos QR, creados como parte del desarrollo del método:

Figura 1. Ejemplo de imagen elaborada con imágenes en 3D y código QR. (cerebelo)



*Fuente: Elaboración propia*

Figura 2. Ejemplo de imagen elaborada con imágenes en 3D y código QR. (huesos de la convexidad del cráneo)



*Fuente: Elaboración propia*

## Resultados

Se elaboraron alrededor de 20 aplicaciones utilizando RA, que se compilaron en los respectivos códigos QR, en el proceso fue valiosa la participación de 24 estudiantes en grupos de trabajo colaborativo, mediante la técnica del próximo mejor, los estudiantes con mayor competencia y habilidades del uso de las aplicaciones, adiestraban a los restantes para conseguir los objetivos planificados, la accesibilidad a estas fue fácil al contar con sistemas de internet en las aulas que permitía trabajar en forma secuencial y fácil; en la elaboración se incluyeron el uso de teléfonos inteligentes que les permite acceder

a las aplicaciones utilizadas y el desarrollo de competencias relacionadas con la anatomía del SNC lo que posibilitó que su aprendizaje inmersivo sea con excelencia.

Los estudiantes realizaron la investigación bibliográfica para la disección de los cerebros utilizados, de acuerdo con las recomendaciones bibliográficas fueron elaboradas 5 cortes en cada cerebro para obtener las fotografías respectivas, demostrando una excelente habilidad para la disección de tejidos cerebrales y el manejo de los recursos digitales. Se aplicó una encuesta tipo LinkedIn para evaluar la participación y satisfacción del estudiante los resultados se presentan en los siguientes gráficos en base a las preguntas planteadas:

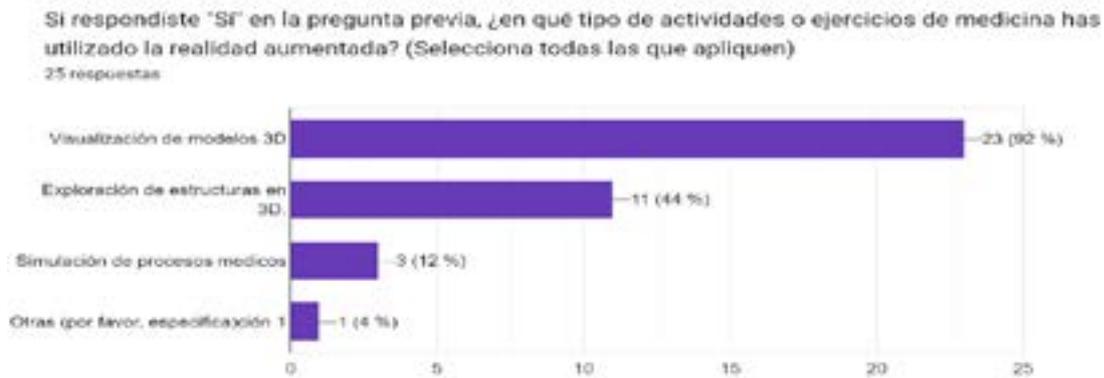
Gráfico 1. ¿Has utilizado aplicaciones de realidad aumentada en otros cursos anteriores o actuales?



**Fuente:** Elaboración propia

Se puede apreciar que, apenas un porcentaje muy bajo de los estudiantes no han tenido contacto previo con estas metodologías, lo que viabiliza el trabajo con metodologías digitales.

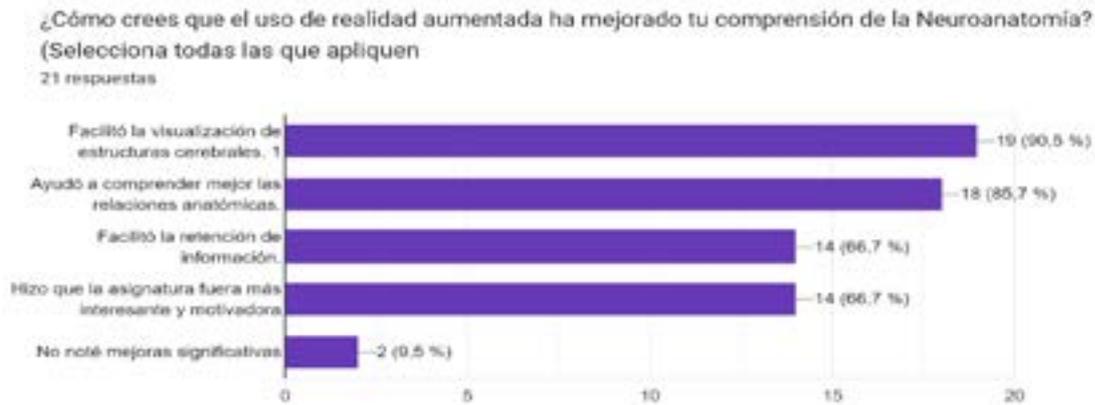
Gráfico 2: Si respondiste “Sí” en la pregunta previa, ¿en qué tipo de actividades o ejercicios de medicina has utilizado la realidad aumentada? (Selecciona todas las que apliquen)



Fuente: Elaboración propia

La aplicación de la RA, es muy amigable con las competencias relacionadas al aprendizaje en el área de la medicina.

Gráfico 3. ¿Cómo crees que el uso de realidad aumentada ha mejorado tu comprensión de la Neuroanatomía? (Selecciona todas las que apliquen).

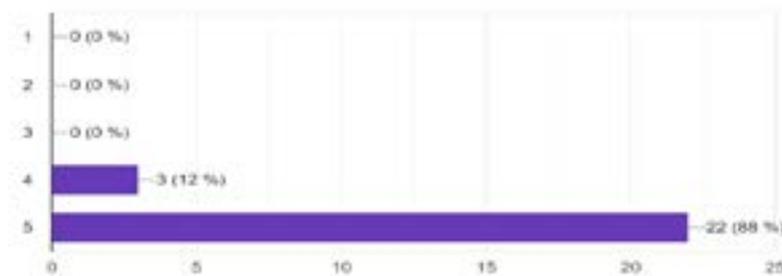


Fuente: Elaboración propia

Los datos evidencian que la inmersión en las tecnologías con RA promueve la participación y facilita el aprendizaje de los estudiantes de medicina.

Gráfico 4. En una escala del 1 al 5, donde 1 significa “muy insatisfecho” y 5 significa “muy satisfecho”, ¿cómo calificarías tu nivel de satisfacción con el uso de realidad aumentada en la asignatura de Neuroanatomía?

En una escala del 1 al 5, donde 1 significa "muy insatisfecho" y 5 significa "muy satisfecho", ¿cómo calificarías tu nivel de satisfacción con el uso de realidad aumentada en la asignatura de Neuroanatomía?  
25 respuestas



**Fuente:** Elaboración propia

Un alto porcentaje de los estudiantes muestra una marcada satisfacción con el método empleado en el aprendizaje.

## Discusión

La integración de la realidad aumentada (RA) y los modelos anatómicos en 3D, especialmente a través de plataformas como Sketchfab, ha sido utilizada en múltiples tareas desde las artes, y en la medicina (9), su uso es de fácil aplicación, como en el presente proyecto los estudiantes realizaron la elaboración de las imágenes con esta aplicación en sus teléfonos móviles tomando más de 100 fotogramas que después fueron procesados para obtener imágenes en 3D, proporciona una poderosa herramienta para promover el aprendizaje cognitivo y la comprensión de forma positiva y reflexiva de la anatomía humana como lo señala Medrano 2023 (10), (11). Esta tecnología no solo mejora la experiencia de aprendizaje, sino que también facilita la investigación y la práctica médica en diferentes especialidades Al utilizar aplicaciones

como Polycam para capturar imágenes y convertirlas en modelos 3D, los grupos lograron crear representaciones digitales precisas de las estructuras anatómicas, las cuales fueron compartidas y visualizadas en plataformas como Sketchfab. La creación de códigos QR para acceder fácilmente a estas representaciones durante eventos educativos como ferias o exposiciones demuestra una comprensión profunda del potencial de la tecnología para mejorar la enseñanza y el aprendizaje

La implementación de MOOCs usada como herramienta didáctica en la transferencia del conocimiento a la comunidad universitaria e incluso a la sociedad en general se constituye en un avance muy importante para que el conocimiento se democratice, la accesibilidad a recursos educativos de alta calidad a través de MOOCs permite que estudiantes y miembros de la comunidad adquieran conocimientos actualizados en áreas como la anatomía y la realidad aumentada (12). La combinación de

realidad aumentada y modelos anatómicos 3D transforma la educación para ofrecer formas innovadoras de comprometer a estudiantes, profesionales de la salud y entusiastas de la ciencia

Es de recalcar que la aplicación práctica de estas tecnologías ha demostrado la participación activa de estudiantes en la innovación y su compromiso de mejora en los problemas de salud de la población a través de la transferencia y difusión de conocimiento adquirido en las aulas y no implica únicamente a estudiantes sino de igual forma a docentes con capacidad creativa e innovadora con técnicas de la comunicación, realidad virtual, aumentada y metaverso aplicado a la educación (13)

En virtud del compromiso de los grupos participantes con la innovación educativa y la difusión del conocimiento con actividades como crear modelos 3D y usar códigos QR, la comunidad puede explorar y comprender la complejidad del cuerpo humano accesible y atractiva, estas iniciativas son un paso adelante en la mejora de la educación y el acceso al conocimiento anatómico (14)

### **Conclusiones**

La metodología aplicada mediante la utilización de imágenes 3D y Realidad Aumentada, durante el tratamiento de los temas de neuroanatomía, propiciaron la inmersión de los estudiantes de medicina en las herramientas virtuales y su adaptación para una mejor comprensión de los temas de educación médica. Los hallazgos y resultados se constituyen en una línea base para la investigación de técnicas innovadoras en el área de formación de profesionales de salud. Esta forma de aprendizaje es más dinámica, inmersiva y actualizada constituyéndose en una forma de aprendizaje con mejores resultados académicos y de satisfacción.

Del presente estudio, se desprenden lineamientos y recomendaciones a aplicarse a futuro, para optimizar el uso de recursos digitales en la educación superior:

Mantener una investigación continua para profundizar en estudios adicionales y casos de éxito relacionados con la integración de la realidad aumentada en la educación médica y examinar cómo otras instituciones educativas o profesionales de la salud están utilizando esta tecnología para mejorar la enseñanza y la práctica clínica.

Fomentar la creación de comunidades virtuales en las plataformas de MOOCs. Estos espacios pueden facilitar la interacción entre estudiantes, profesionales y entusiastas, promoviendo el intercambio de conocimientos, la discusión de casos prácticos y la colaboración en proyectos relacionados con la anatomía y la realidad aumentada

También se recomienda la realización de campañas de promoción activa para aumentar la conciencia sobre la disponibilidad de los MOOCs. Utiliza redes sociales, eventos universitarios y asociaciones estratégicas para llegar a un público más amplio promoviendo las actividades científicas como la realizada por un equipo de CEDIA y docentes universitarios (15).

**Conflicto de intereses.** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## Bibliografía

1.	Cerrillo SR. Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través. nnovación Educativa, ISSN: 1665-2673 vol. 19, número 79   enero-abril, 2019  . 2019 enero-abril;: 57-76.
2.	Alencastre M. <a href="https://repositorio.tec.mx/handle/11285/614635">https://repositorio.tec.mx/handle/11285/614635</a> . In Novus I. novus.: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; 2018-.
3.	Cabero J. Realidad Aumentada para aumentar la formación en la enseñanza de la Medicina.. Educación Médica Superior, 32(4). 2018;: 56-69.
4.	García A. ¿Es la disección anatómica un método docente en. Educación Médica 24 (2023). 2023.
5.	Montes NE. Evolución de la formación médica hasta el proyecto de realidad aumentada en la Universidad de El Salvador. Año 2023. Vol. 11, No.3. septiembre-diciembre. 2023; 11: 475-488.
6.	González H. Realidad virtual inmersiva como complemento en la ducación odontológica: un proceso de implementación para la docencia. Edición Medica, 25. 2024.
7.	Vera V. Creation of a Virtual Atlas of Neuroanatomy and Neurosurgical Techniques Using 3D Scanning Techniques. , Settore MED/27 - Neurochirurgia; 2023.
8.	Jesús ASd. Fotogrametría: cómo crear modelos tridimensionales de bajo costo, con características realistas y fácil manipulación, para su uso en la enseñanza y el diagnóstico médico. Inv Ed Med. Vol. 8, n.o 32, octubre-diciembre 2019. 2019.
9.	COLLADO S. REALIDAD VIRTUAL, REALIDAD AUMENTADA Y MEDICINA EN LA LITERATURA, EL CINE Y LA TELEVISIÓN. Rev. Med. Cine. 2024; 20 (2), 147-157 Ediciones Universidad de Salamanca. 2024; 20(2): 147-157.
10.	Medrano Y. Importancia de los softwares en 3D de Anatomía Humana para la enseñanza de estudiantes de medicina. Dominio de las Ciencias Vol. 9, núm. 3. 2023 abril-julio; 9(3): 1333-1348.
11.	Moreno N. Posibilidades didácticas de la herramienta de realidad aumentada ZapWorks en la enseñanza de las ciencias. Una experiencia con estudiantes de un Máster en Profesorado. Tecnología, Ciencia y Educación, 24, 91-118. 2023.
12.	Vadillo G. Un MOOC, muchos MOOC: diseño multinivel en cursos masivos del área de la salud. REVISTA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MÉDICA · Año 7 · Núm 26 · Abril-Junio. 2018;(26): 92.98.
13.	Ruiz AG. Desarrollo de un Entorno Docente de Realidad Virtual usando Tecnologías Web. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE, Tecnologías de la información; 2023.
14.	Suárez J. Enseñar y aprender anatomía Modelos pedagógicos, historia, presente y tendencias. Acta Med Colomb 2020; 45 , Octubre-Diciembre 2020. 2020 octubre diciembre .
15.	Hanalata V. Plataforma virtual educativa para los procesos de educación vial en Ecuador. Ciencia Matria Vol. 8 Núm. 4 (8): Edición Especial 4. 2022. 2022; 8(4).