



Herramientas virtuales para el aprendizaje de la anatomía humana: Una revisión sistemática

*Sapallanay Salas Alexander**

Resumen

En las investigaciones actuales, aplicar las herramientas de (RV) y (RA) para el aprendizaje de la anatomía humana tienen mayor relevancia como material didáctico tecnológico. Se formuló la problemática: ¿Cuáles son los hallazgos científicos más relevantes de la aplicación de herramientas virtuales en el aprendizaje de la anatomía humana? Con el objetivo de evaluar las herramientas virtuales que se han aplicado para el aprendizaje de la anatomía humana en los diferentes artículos científicos publicados en las bases de datos del 2020-2024 en Scopus, Science direct, Web of Science, Spring Link, Wiley, Scielo, Alicia, Redalyc y repositorios institucionales. Se utilizó el método de revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA, se aplicó criterios de inclusión y exclusión para seleccionar las investigaciones científicas más importantes. Se obtuvo como resultado 96 investigaciones científicas, seleccionado 8 artículos científicos para sintetizar y revisar detalladamente, tras un proceso de revisión exhaustiva. Los resultados del estudio de revisión evidencian que existe más investigaciones cuantitativas experimentales. Las herramientas más utilizadas son de la realidad virtual. La aplicación de estas herramientas virtuales ha mejorado el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura. En síntesis, la aplicación de la (RV) y (RA) es eficaz para aprender y comprender la anatomía humana.

Palabras clave:

Aprendizaje de anatomía humana, realidad virtual, realidad aumentada, software 3D

Virtual Tools for Learning Human Anatomy: A Systematic Review

Abstract

In current research, the application of virtual reality (VR) and augmented reality (AR) tools for learning human anatomy has gained greater relevance as technological educational materials. The research problem was formulated as follows: What are the most relevant scientific findings regarding the application of virtual tools in learning human anatomy? The objective was to evaluate the virtual tools that have been applied for learning human anatomy in various scientific articles published between 2020 and 2024 in databases such as Scopus, ScienceDirect, Web of Science, Springer Link, Wiley, SciELO, Alicia, Redalyc, and institutional repositories. The systematic review method was used, following the PRISMA protocol, and inclusion and exclusion criteria were applied to select the most important scientific studies. A total of 96 scientific studies were identified, from which 8 articles were selected for detailed synthesis and review after a thorough evaluation process. The review results show that most studies are quantitative and experimental. The most commonly used tools involve virtual reality. The application of these virtual tools has significantly improved students' learning in this subject. In summary, the use of VR and AR is effective for learning and understanding human anatomy.

Keywords:

Learning human anatomy, virtual reality, augmented reality, 3D software

*Filiación: Universidad Nacional del Centro del Perú

Datos de los autores:

Alexander Sapallanay Salas. Estudiante de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Educación. Ciencias Naturales y Ambientales. CORREO: [e 2020101993C@uncp.edu.pe](mailto:2020101993C@uncp.edu.pe) ORCID: [0009-0001-1081-4847](https://orcid.org/0009-0001-1081-4847)

Introducción

A nivel mundial, la tecnología ha impulsado la evolución del aprendizaje mediante nuevos métodos que responden a las necesidades actuales, especialmente en

las asignaturas que requieren materiales didácticos innovadores para incentivar el interés de los estudiantes. La tecnología facilita el aprendizaje con las herramientas virtuales, adaptadas al nivel universitario, para satisfacer las demandas de los estudiantes en la actualidad.

En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2016) señala que los avances tecnológicos están transformando la educación al enfocarse en mejorar la calidad, eficacia y accesibilidad del aprendizaje mediante recursos tecnológicos más actuales como las redes, la educación a distancia, simuladores en 3D y las aplicaciones avanzadas.

En el aprendizaje de las diferentes asignaturas, si bien no todas las áreas académicas requieren un uso intensivo de la tecnología, en el ámbito de las ciencias naturales esta es fundamental, especialmente en biología. Esta disciplina incluye asignaturas teórico-prácticas que necesitan experimentación, lo que demanda recursos y materiales didácticos que integren la teoría y la práctica.

En la disciplina de biología, una de las asignaturas más complejas y exigentes es anatomía humana, debido a la necesidad de comprender y memorizar las estructuras del cuerpo humano. Al respecto, Leiva y Mora (2014) y Salazar (2011) refieren que esta asignatura requiere la incorporación de avances tecnológicos en el marco de la educación 3.0 para facilitar el aprendizaje.

La anatomía humana es una asignatura de naturaleza teórico-prácticas, enfocándose en la observación macroscópica de las estructuras del cuerpo humano. Los docentes juegan un rol central al impartir los fundamentos teóricos que luego se complementan con actividades experimentales, utilizando láminas y maquetas hasta herramientas en 3D y simuladores para celulares, pc y entre otros (Zibis et al., 2021; Chen et al., 2017; Moro et al., 2017).

Sin embargo, Estai y Bunt (2016) destacan que los métodos tradicionales en la enseñanza de la anatomía humana, utilizando materiales didácticos como libros, maquetas en 3D, láminas anatómicas y algunas veces técnicas de disección, aunque efectivos, son costosos y a menudo inaccesibles, lo que dificulta el aprendizaje, además los factores éticos, religiosos y legales limitan el uso de ciertos materiales (Hecht y Larrazábal, 2018).

Un desafío adicional en esta asignatura es la dificultad que enfrentan los estudiantes para comprender la organización espacial del cuerpo humano, un proceso cognitivo complejo que involucra habilidades de visualización (Allen et al., 2016).

Actualmente, con estudiantes familiarizados con la tecnología, es crucial adaptar la enseñanza a sus necesidades mediante recursos innovadores, como la realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA). Estas herramientas, ampliamente utilizadas en videojuegos y recursos educativos, representan una oportunidad para modernizar el aprendizaje de la anatomía humana.

Al respecto, Weiss et al. (2014) describen la realidad virtual como una herramienta virtual de entorno tridimensional interactivo que mediante un software especializado simula estructuras anatómicas con gran realismo. Por otro lado, Straudi et al. (2017) mencionan la inmersión que ofrecen estas tecnologías, generando una experiencia interactiva y envolvente.

La aplicación de RV y RA para la anatomía humana ha demostrado ser efectiva al combinar estructuras tridimensionales con la interacción digital, mejorando la comprensión de la relación espacial del cuerpo humano real (Nieto-Escamez et al., 2023; Massetti et al., 2018; Weiss et al., 2006).

Los estudios recientes sugieren que estas herramientas transformen la enseñanza-aprendizaje tradicional, permitiendo explorar estructuras anatómicas complejas mediante softwares en 3D que facilita su disección virtual y su posterior reconstrucción (Zhao et al., 2020; Moro et al., 2017).

En este marco, es fundamental analizar los hallazgos científicos sobre las herramientas virtuales en el aprendizaje de la anatomía humana, basándose en la teoría del conectivismo de Siemens en el 2005; actualmente esta teoría se desarrolla en el aprendizaje, en el cual sus bases principales son colaborar, interactuar y principalmente en las redes, de esa manera, la red actúa como un eje central para todo aquel conectado que busca la información que se necesita, el cual surge nodos que se desarrolla con la red que se está ejecutando e interactuando en el proceso de aprendizaje (López y Escobedo, 2021, p.68).

Por ello, surge la interrogante: ¿Cuáles son los hallazgos científicos más relevantes sobre la aplicación de herramientas virtuales para el aprendizaje de la anatomía humana? Este estudio tiene como objetivo evaluar las herramientas virtuales

que se han aplicado para el aprendizaje de la anatomía humana en los diferentes artículos científicos publicados en las bases de datos del 2020-2024. Con la intención de conocer las herramientas virtuales y fomentar el uso en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana.

Las herramientas de la (RV) y (RA) continúan avanzando como tecnologías claves en el aprendizaje de la anatomía humana, ofreciendo alternativas que superan las limitaciones de los materiales tradicionales. Según, Luursema et al. (2017) mencionan que estas herramientas no solo eliminan barreras éticas y económicas, sino que también proporcionan una experiencia interactiva que mejora significativamente la comprensión y aprendizaje de las estructuras del cuerpo humano.

Método

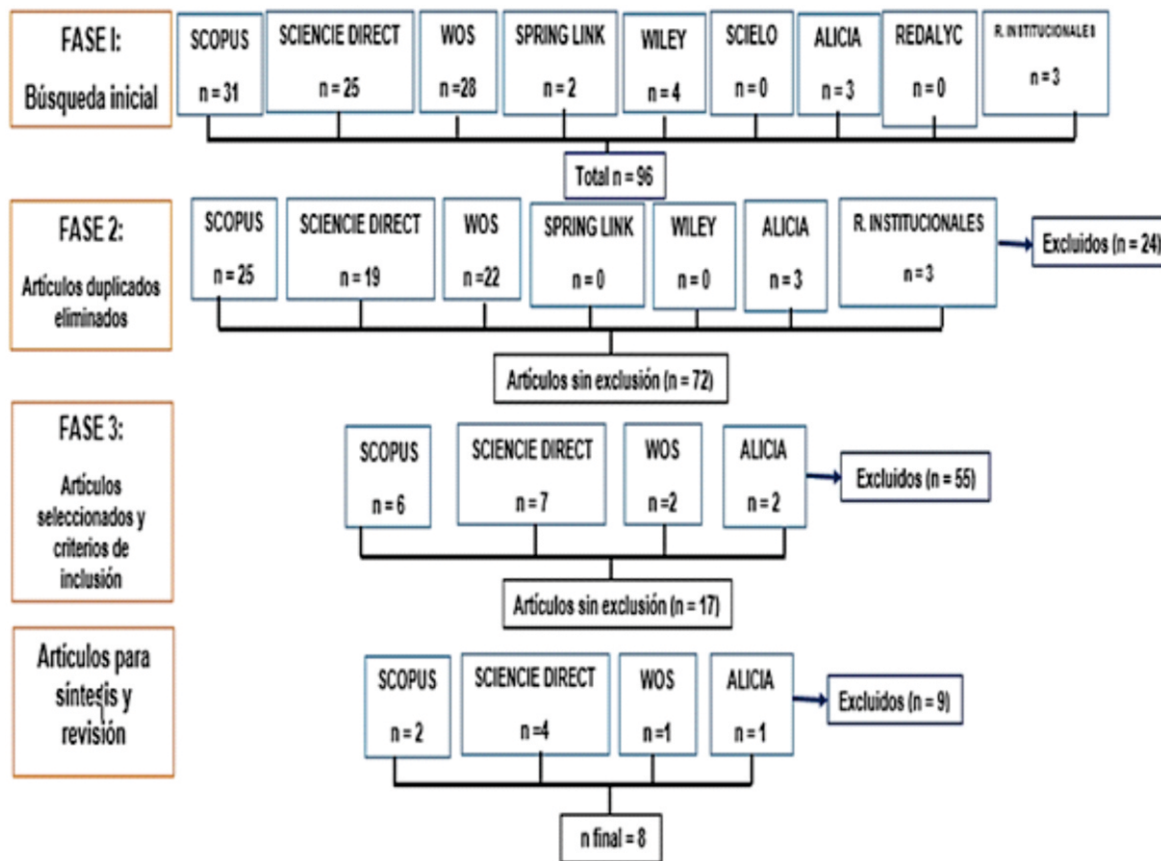
Se empleó el método revisión sistemática, siendo este un proceso de gran rigurosidad para la sistematización de la información relevante de los estudios científicos recopilados y analizados. Este método, es objetivo en la identificación, selección, evaluación y síntesis de información en estudios de investigaciones que son relevantes de un modo más claro y conciso (Chan-Arceo y Canto-Herrera, 2022; Manterola et al., 2013). En la búsqueda de las investigaciones científicas, la búsqueda inicial se realizó en el mes de setiembre de 2024, en el cual se utilizó las siguientes palabras claves: [Aprendizaje de anatomía humana y realidad virtual] O [Aprendizaje de anatomía humana y realidad aumentada] O [Aprendizaje de anatomía humana y software 3D] en la sintaxis inglesa: [Human anatomy learning and virtual reality] OR [Human anatomy learning and augmented reality] OR [Human anatomy learning and 3D software]. Estos conceptos claves integrados se consultó en las bases de datos: Scopus, Sciece direct, Web of Sciece, Spring Link, Wiley, Scielo, Alicia, Redalyc y repositorios institucionales. Se obtuvo como resultado 96 investigaciones científicas, lo cuales se organizaron en la hoja de cálculo Excel con los criterios más relevantes para sintetizar la información.

Para la selección de artículos se aplicó los siguientes criterios de inclusión: publicaciones desde el 2020 hasta el 2024, tener solo el idioma inglés y español, que sean artículos científicos, de revisión y tesis; que se haya aplicado Softwares, plataformas y programa de anatomía humana en 3D con realidad virtual o aumentada, el nivel educativo educación superior universitaria, todos los artículos con texto de

acceso abierto, teniendo como resultado 8 artículos científicos, 6 cuantitativos y 2 cualitativos. Todo ello diagramado en el protocolo PRISMA donde se representa el proceso exhaustivo de la revisión sistemática, para posteriormente sintetizar los resultados de las investigaciones seleccionadas.

Figura 1

Diagrama del proceso de selección de estudios científicos bajo el protocolo PRISMA



De los 96 estudios científicos, en el criterio de duplicados en las bases datos se excluyeron 24 estudios, así mismo, aplicando los criterios de selección e inclusión se eliminaron 55 estudios, finalmente se excluyeron 9 artículos, seleccionando solo 8 artículos para la síntesis y revisión.

Resultados

Tabla 1.

Características generales de los artículos sintetizados 2020 – 2024.

Nº	Autor	Año	Título	Base de datos
1	Zinchenko, Y., Kovalev, A., Khoroshikh, P., Sergievich, A., Smirnov, A., Tummyalis, A., Gutnikov, S., y Golokhvast, K.	2020	Virtual reality is more efficient in learning human heart anatomy especially for subjects with low baseline knowledge.	Sciencie Direct

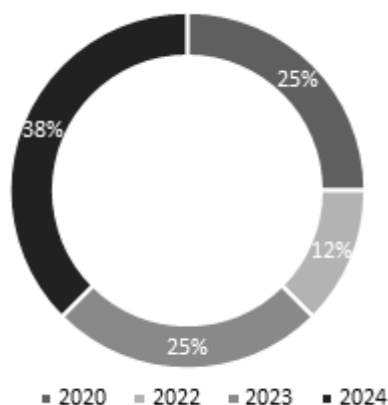
Educanatura 6(6) 2025 FE/UNCP. ISSN (impreso) 2710-4338 / (línea) 2961-2365
 Sapallanay, A... Herramientas virtuales para el aprendizaje de la anatomía humana:
 Una revisión sistemática

Zinchenko, Y., Kovalev, A., Khoroshikh, P., Sergievich, A., Smirnov, A., Tomyalis, A., Gutnikov, S., y Golokhvast, K.	2020	Virtual reality is more efficient in learning human heart anatomy especially for subjects with low baseline knowledge.	Science Direct
Pinedo, R., Bardales, R., García, M., y Ruiz S, L.	2020	Entrenador virtual y el aprendizaje inmersivo de la anatomía humana en la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional de Ucayali.	Alicia
Lilly, J.	2022	3D Organon VR Anatomy.	Scopus
Chao-Ying, W., Ti Yin, Kuo-Hsing, M., Jia-Fwu S., Chia-Pi C., Yu-Chiao, W., Yun-Ling, H., y Ming-Hsien Chiang	2023	Enhancing anatomy education through cooperative learning: harnessing virtual reality for effective gross anatomy learning.	Science Direct
Wang, E., Yu, J., Rubin, J., y Jotwani, R.	2023	Virtual reality training and modeling to aid in pre-procedural practice for thoracic nerve root block in the setting of a schwannoma	Science Direct
Kadri, M., Boubakri, F. E., Kaghat, F. Z., Azough, A., y Zidani, K. A.	2024	IVAL: Immersive Virtual Anatomy Laboratory for enhancing medical education based on virtual reality and serious games, design, implementation, and evaluation	Science Direct
Reinhold, M., Asal, C., Driesen, T., Roch, J., Jäckle, K., Borgmann, S., y Lehmann, W.	2024	Learning effectiveness of clinical anatomy and practical spine surgery skills using a new VR-based training platform	Scopus
Neri, I., Cercenelli, L., Marcuccio, M., Lodi, S., Koufi, F.-D., Fazio, A., Vittoria, M., Marcelli, E., Maria, A., Alessandra, B., Achille, R., Manzoli, L., Badiali, G., y Ratti, S.	2024	Dissecting human anatomy learning process through anatomical education with augmented reality: AeducAR 2.0, an updated interdisciplinary study	Web of science

En la tabla 1 se muestra los artículos seleccionados, en cuanto a los años se puede fijar que la mayoría son del 2024, esto se puede referenciar por el avance de la tecnología, según hay más avances tecnológicos en la educación para el aprendizaje de la anatomía humana, las investigaciones van aumentando en estos años, por el uso de las herramientas virtuales que se utiliza para el aprendizaje.

Figura 2.

Porcentaje de publicación según los años



En la figura 2 se representa la cantidad de artículos publicados en los años por porcentajes, con un 38% (3) publicaciones en 2024, 50% (4) publicaciones en 2020 y 2023, así mismo con un 12% (1) publicaciones 2022, se puede interpretar que en los últimos años habido más publicaciones referentes al aprendizaje de la anatomía humana con la realidad virtual, esto por el avance de la tecnología y las diversas herramientas que se aplican en el aprendizaje de la asignatura.

Tabla 2.

Tipo de artículo y enfoque/diseño aplicado en las investigaciones

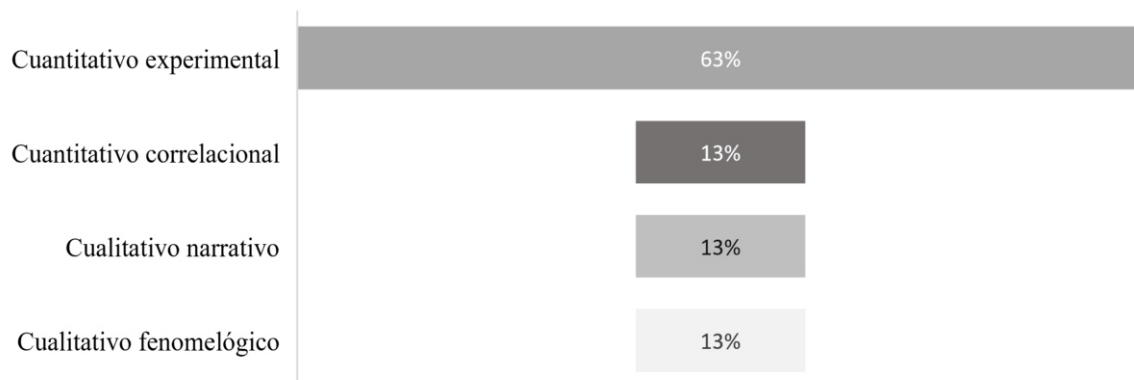
Nº	Autor	Año	Tipo de artículo	Enfoque/diseño
1	Zinchenko, Y., Kovalev, A., Khoroshikh, P., Sergievich, A., Smirnov, A., Tummyalis, A., Gutnikov, S., y Golokhvast, K.	2020	Artículo científico	Cuantitativo correlacional
2	Pinedo, R., Bardales, R., García, M., y Ruiz S, L.	2020	Artículo científico	Cuantitativo experimental
3	Lilly, J.	2022	Artículo científico	Cualitativo narrativo
4	Chao-Ying, W., Ti Yin, Kuo-Hsing, M., Jia-Fwu S., Chia-Pi C., Yu-Chiao, W., Yun-Ling, H., y Ming-Hsien Chiang	2023	Artículo científico	Cuantitativo experimental

Nº	Autor	Año	Tipo de artículo	Enfoque/diseño
1	Zinchenko, Y., Kovalev, A., Khoroshikh, P., Sergievich, A., Smirnov, A., Tomyalis, A., Gutnikov, S., y Golokhvast, K.	2020	Artículo científico	Cuantitativo correlacional
2	Pinedo, R., Bardales, R., García, M., y Ruiz S, L.	2020	Artículo científico	Cuantitativo experimental
3	Lilly, J.	2022	Artículo científico	Cualitativo narrativo
4	Chao-Ying, W., Ti Yin, Kuo-Hsing, M., Jia-Fwu S., Chia-Pi C., Yu-Chiao, W., Yun-Ling, H., y Ming-Hsien Chiang	2023	Artículo científico	Cuantitativo experimental

En la tabla se puede evidenciar que la gran mayoría de los artículos son científicos y con un enfoque cuantitativo y diseño experimental, esto nos infiere a que se aplicó las herramientas virtuales de anatomía humana en una muestra y de ello evaluar que herramientas son las que se aplicaron en dichas investigaciones, así mismo, en las demás investigaciones son descripciones a las herramientas virtuales que han usado y suelen dar su experiencia; en casos realizan revisiones a las herramientas que más se utilizan en las investigaciones.

Figura 3.

Artículos por enfoque – diseño 2020 – 2024



En la figura nos muestra, sobre los enfoques ~diseños aplicados en la investigación, en su mayoría son de cuantitativo -experimental, ya que, mayormente al ser herramientas virtuales son necesarias aplicarlas para evaluar la eficacia en el aprendizaje de la anatomía humana, sin embargo, en los demás enfoques como en el cualitativo, no necesariamente se aplican, pero si describen sobre su experiencia al utilizar las herramientas virtuales en su aprendizaje y en los de revisión sobre la búsqueda en las bases de datos sobre las herramientas virtuales aplicadas.

Tabla 3.

Publicaciones por artículo, especialidades y sujetos de estudios

Artículo	Sujetos de estudio		Especialidades		
	Nº	Estudiantes	Ciencias de la salud	Ciencias biológicas	Humanidades y educación
Científico	8	8	6	1	1
Total	8	8	6	1	1
Científico	100%	100%	75%	12.5%	12.5%
Total	100%	100%	75%	12.5%	12.5%

Es importante analizar en que artículo que sujetos de estudio se utilizo y a que especialidades pertenecen, de esta manera tener mayor conocimiento en que población mayormente se han aplicado las herramientas virtuales en el aprendizaje de la anatomía humana. De acuerdo a la estadística presentada de los 8 artículos científicos que se han investigado, el 100% de sujetos de estudios son estudiantes. En las especialidades de los 8 artículos científicos, un 75% pertenece a Ciencias de la salud, un 12.5% a Ciencias biológicas y de la misma manera un 12.5% en Humanidades y educación. Esto nos ayuda a comprender para que población y especialidades se aplica las herramientas virtuales.

Tabla 4.

Años de publicación y herramientas virtuales para el aprendizaje de Anatomía Humana

Nº	Año	Herramientas virtuales	Realidad virtual	Realidad aumentada
----	-----	------------------------	------------------	--------------------

1	2020	Share Care You Anatomy	x	
2	2020	Eva Anatomía	x	
3	2022	3D Organon VR	x	
4	2023	Cada VR anatomy	x	
5	2023	3D Organon VR	x	
6	2024	IVAL	x	
7	2024	Brain and spine VR	x	
8	2024	AEducAR 2.0 Tool		x
Total	8	8	7	1
RV	87.5%	87.5%	87.5%	-
RA	12.5%	12.5%	-	12.5%
Total	100%	100%	87.5%	12.5%

En las respectivas investigaciones las herramientas virtuales de anatomía humana se pueden fijar que un 87.5% son de (RV) y se encuentran entre los años 2020-2024 donde más utilizaron este tipo de herramientas virtuales, así mismo, solo un 12.5% son de (RA) y se utilizó en el año 2024, siendo todas herramientas que sirven para en el aprendizaje de la anatomía humana y en cuanto a cada investigación se va desarrollando, este va explicando de cómo la herramienta virtual ayuda en el aprendizaje de los estudiantes para reconocer y realizar prácticas anatómicas un tanto complejas.

Tabla 5.

Año de publicación, herramienta virtual y resultados relevantes

Nº	Año	Herramientas virtuales	Resultados relevantes
1	2020	Share Care You Anatomy	Porcentualmente los datos afirman que las correlaciones indican el aumento porcentual en el grupo IVR (experimental) que fue significativo ($r = 0,58$, $p = 0,024$). A diferencia del grupo control (Artículo: $r = 0,22$, $p = 0,422$; DVR: $r = 0,36$, $p = 0,188$), en suma, la IVR es más eficiente que los materiales tradicionales para aprender anatomía humana.
2	2020	Eva Anatomía	Los datos porcentuales nos revelan que el 22% de estudiantes tiene una

SECCIÓN II: Artículos de Revisión

3	2022	3D Organon VR	<p>percepción negativa y el 47 % una percepción positiva de la forma inmersiva de enseñanza impartida en la facultad de medicina a través de laRV</p> <p>En los resultados cualitativos, la estudiante afirma que la anatomía de (RV) es diferente a lo cotidiano, ya que, se puede explorar y hacer nuestra propia tarea de anatomía de alguna manera, donde se puede describir e interactuar, sin ser dificultoso.</p>
4	2023	Cada VR anatomy	<p>Los resultados porcentuales informan que 4,72 (sobre 5,0) los estudiantes quedaron satisfechos con la RV, que representa el 87% que se acostumbraron a la realidad virtual. Solo un 13% tuvo dificultades con el software.</p>
5	2024	3D Organon VR	<p>En el resultado cualitativo mas relevante, el autor afirma que aplicar la simulacion de la RV, en la enseñanza-aprendizaje de anatomia humana es muy beneficioso para la practica del estudiante.</p>
6	2024	IVAL	<p>La estadistica porcentual resulta que la efectividad de la RV permitio a la mediana sea mas alta en este estudio, con una tasa de 6,77, lo que indica que el 82% de la muestra estadistica obtuvo una puntuacion completa (7/7). A diferencia del 18% solo una tasa de 0, 23.</p>

6 2024 IVAL

La estadística porcentual resulta que la efectividad de la RV permitió a la mediana sea más alta en este estudio, con una tasa de 6,77, lo que indica que el 82% de la muestra estadística obtuvo una puntuación completa (7/7). A diferencia del 18% solo una tasa de 0,23.

7 2024

Brain and spine VR

En los resultados estadísticos la puntuación media del grupo experimental fue de 2,4 puntos (n=25; rango 1-4). El grupo que utilizó RV obtuvo una puntuación media de 2,9 puntos en comparación con el control (2 puntos) (p=0,134).

8 2024

AEducAR 2.0 Tool

Los referentes porcentuales tienden a que el 95% de los estudiantes declaró que la RA mejora sus conocimientos (el 65% estuvo muy de acuerdo y el 30% de acuerdo). El 89% de los estudiantes declaró que la RA mejora sus habilidades prácticas (el 59% estuvo muy de acuerdo y el 30% de acuerdo) con respecto a la anatomía humana.

En las 8 investigaciones tenemos 2 cualitativas, que mencionan sobre la (RV) el aprendizaje de la anatomía humana, sobre común software en tres dimensiones mejora las habilidades prácticas y teóricas, por lo cual es beneficioso aplicar la (RV) el proceso de aprender anatomía humana, por otro lado, en las 6 investigaciones experimentales, 5 aplican la (RV), donde sus resultados porcentuales son favorables en la aplicación para el aprendizaje de anatomía con las diferentes herramientas virtuales sobre todo en los estudiantes interesados en la asignatura y solo 1 aplica la (RA), en la cual sus resultados también son destacados al uso de la herramienta virtual.

principalmente en la influencia de las herramientas de (RV) y (RA) en el aprendizaje de la anatomía humana y en la alineación con la teoría del conectivismo.

La realidad virtual (RV) y aumentada (RA) son dos tecnologías que buscan transformar la educación tradicional hacia un enfoque moderno en las ciencias naturales y de la salud, específicamente en la asignatura de la anatomía humana, proporcionando al estudiante una comprensión más profunda de la estructura del cuerpo humano. En este sentido, Zinchenko et al. (2020) menciona que estudiar en un entorno tridimensional es más efectivo que utilizar láminas, textos o programas de PC para el aprendizaje de la anatomía humana, siendo beneficioso para estudiantes con conocimientos limitados en anatomía humana, quienes logran mejorar el aprendizaje mediante las herramientas virtuales. Además, la investigación indica que el aprendizaje de la anatomía humana mediante la (RV) es especialmente significativo en estudiantes con conocimientos iniciales, lo que enfatiza la influencia positiva de estas herramientas virtuales.

En los diferentes estudios científicos la realidad virtual se utiliza prioritariamente en estudiantes universitarios de ciencias de la salud. Según Chao-Ying et al. (2023) y Piendo et al. (2022) mencionan que la realidad virtual en el aprendizaje de la anatomía humana mejora tanto las habilidades prácticas como la comprensión teórica de esta asignatura, los estudiantes se adaptan a los entornos educativos inmersivos, lo que genera altos niveles de satisfacción académica con el uso de esta tecnología emergente. Estas herramientas virtuales también promueven una interacción activa entre el estudiante y los temarios, lo cual beneficia el aprendizaje y potencia el desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas a la comprensión del cuerpo humano. Los resultados obtenidos en las pruebas de aprendizaje demuestran que el uso de las herramientas de (RV) y (RA) conducen a puntajes significativamente altos, evidenciando su eficacia en el proceso educativo, asimismo, en las encuestas realizadas a los participantes revelan que la mayoría considera que estas herramientas virtuales deberían implementarse ampliamente en la enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana, ya que, fortalecen tanto las habilidades prácticas como los conocimientos especializados en esta asignatura (Kadri et al., 2024; Reinhold et al., 2024; Neri et al., 2024).

Por el otro lado, experiencias documentadas sobre el uso de estas herramientas virtuales en el aprendizaje de la anatomía humana destacan la importancia de la

interacción entre el estudiante y la tecnología educativa. El software 3D Organon VR, por ejemplo, ha demostrado ser un recurso tecnológico innovador para facilitar el aprendizaje de la anatomía humana gracias a sus diversos componentes interactivos y modelos tridimensionales, lo que permite a los estudiantes adquirir conocimientos de manera más accesible y realizar prácticas anatómicas complejas sin dificultades (Wangetal., 2023; Lilly,2022).

En las investigaciones cuantitativas, las herramientas virtuales son implementadas para analizar la relación con variables como eficacia y satisfacción, utilizando instrumentos de medición que evalúan la eficacia, influencia entre otros objetivos que busca el autor. Estos estudios aplican pruebas estadísticas que proporcionan resultados sólidos sobre la influencia de las herramientas virtuales en el aprendizaje de la anatomía humana. Por el contrario, los estudios cualitativos se enfocan en casos específicos y exploran las experiencias de los usuarios al utilizar estas innovaciones tecnológicas, proporcionando perspectivas más críticas y descriptivas.

Finalmente, Las herramientas virtuales para el aprendizaje de la anatomía humana, están fundamentadas en la teoría del conectivismo, propuesta por Simens, lo cual enfatiza el aprendizaje en la era digital. Las investigaciones confirman una relación significativa, entre las herramientas de (RV) y (RA) y la teoría, ya que, promueve la interacción constante con la red, favoreciendo el aprendizaje de anatomía humana mediante los recursos digitales.

Los hallazgos de esta revisión sistemática subrayan la evaluación de las herramientas de realidad virtual y aumentada en el aprendizaje de la anatomía humana, sin embargo, estos resultados también plantean nuevas variables de investigación y áreas de exploración. El primer aspecto clave sería realizar investigaciones comparativas de la (RV) y (RA), para precisar la eficacia en el aprendizaje de la anatomía humana, asimismo, las respectivas ventajas de cada herramienta tecnológica.

Por otro lado, sería pertinente analizar la adaptabilidad a estas herramientas tecnológicas a los estilos de aprendizaje variados, así como la influencia en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes, partiendo de ello realizar futuros estudios científicos en relación a las herramientas virtuales.

Conclusiones

El aprendizaje de la anatomía humana, a través de las herramientas de (RV) y (RA) en la educación superior universitaria, está avanzando por las realidades tridimensionales y las formas de interactuar con el estudiante, ya que, existe una variedad de formas actuales de aprender la anatomía humana, de la misma manera existen instrumentos que pueden medir el aprendizaje del estudiante mediante la (RV) y (RA),asimismo, llegar a comparar un método tradicional con las herramientas virtuales actuales.

La (RV) y (RA) son las innovaciones más utilizadas, por tener beneficios en la aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes, por los componentes que presentan, fomentando el uso del estudiante y asimismo consolidando el aprendizaje en las diferentes pruebas, adherido a ello generar nuevas habilidades en la formación académica y respectivamente en las habilidades prácticas, siendo importante para el estudiante en el aprendizaje de la anatomía humana.

En síntesis, las herramientas virtuales que se consignaron pueden generar nuevas investigaciones posteriormente para mejorar su uso en el aprendizaje de la anatomía humana, con nuevas técnicas o softwares que se aplicarán, en beneficio de los estudiantes que cursen esta asignatura, para un enfoque moderno a la educación tradicional, afrontando las nuevas competencias del siglo en la era digital, innovando en nuevas tecnologías educativas para lograr que el estudiante genere nuevos conocimientos y un aprendizaje significativo en la anatomía humana.

Referencias

- Allen, L. K., Eagleson, R., y de Ribaupierre, S. (2016). Evaluation of an online three-dimensional interactive resource for undergraduate neuroanatomy education. *Anatomical sciences education*, 9(5), 431–439.
<https://doi.org/10.1002/ase.1604>
- Chan-Arceo, C. y Canto-Herrera, P. (2022). Concepto y términos relacionados con el desarrollo profesional docente: una revisión sistemática. *Revista de Educación*, 0(25.1),231-250.
http://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/5843/6022
- Chao-Ying,W.,Ti Yin, Kuo-Hsing, M., Jia-Fwu S.,Chia-Pi C.,Yu-Chiao, W.,Yun-Ling, H., y Ming-Hsien Chiang. (2023). Enhancing anatomy education through cooperative

- learning: harnessing virtual reality for effective gross anatomy learning [Mejorar la enseñanza de la anatomía mediante el aprendizaje cooperativo: aprovechar la realidad virtual para un aprendizaje eficaz de la anatomía macroscópica]. *American Society for Microbiology*, 24(3). <https://doi.org/10.1128/jmbe.00100-23>
- Chen, S., Pan, Z., Wu, Y., Gu, Z., Li, M., Liang, Z., Zhu, H., Yao, Y., Shui, W., Shen, Z., Zhao, J. y Pan H (2017). The role of three-dimensional printed models of skull in anatomy education: a randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00647-1>
- Estai, M., & Bunt, S. (2016). Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft*, 208, 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010>
- Hecht, P., y Larrazábal, A. (2018). Uso de Nuevos Recursos Tecnológicos en la Docencia de un Curso de Anatomía con Orientación Clínica para Estudiantes de Medicina. *International Journal of Morphology*, 36(3), 821-828. <https://doi.org/10.4067/S071795022018000300821>
- Kadri, M., Boubakri, F. E., Kaghat, F. Z., Azough, A., y Zidani, K. A. (2024). IVAL: Immersive Virtual Anatomy Laboratory for enhancing medical education based on virtual reality and serious games, design, implementation, and evaluation [IVAL: Laboratorio de Anatomía Virtual Inmersiva para potenciar la educación médica basada en realidad virtual y juegos serios, diseño, implementación y evaluación]. *Entertainment Computing*, 49, 100624. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100624>
- Leiva, V. y Mora, E. (2014). Aplicación de la tecnología de la información y comunicación en la enseñanza de anatomía para estudiantes de enfermería. *Revista de Enfermería Actual de Costa Rica*, 26, 1-13. <https://doi.org/10.15517/revenf.v0i26.13696>
- Lilly, J. (2022). 3D Organon VR Anatomy [Anatomía de Organon VR modelo 3D]. *Journal of the Medical Library Association*, 110(2), 276-278. <https://doi.org/10.5195/jmla.2022.1341>

- López, E. y Escobedo, F. (2021). El conectivismo, el nuevo paradigma del aprendizaje. *Revista Desafíos*, 12(1); 67-73. <https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.259>
- Luursema, J. M., Vorstenbosch, M., y Kooloos, J. (2017). Stereopsis, Visuospatial Ability, and Virtual Reality in Anatomy Learning. *Anatomy research international*, 2017, 1493135. <https://doi.org/10.1155/2017/1493135>
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E. y Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Revista Cirugía Española*, 91(3), 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.07.009>
- Masseti, T., da Silva, T. D., Crocetta, T. B., Guarnieri, R., de Freitas, B. L., Bianchi Lopes, P., Watson, S., Tonks, J., y Mello Monteiro, C. B. (2018). The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review. *Journal of central nervous system disease*, 10, 1179573518813541. <https://doi.org/10.1177/117957351881354>
- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., y Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 10(6), 549-559. <https://doi.org/10.1002/ase.1696>
- Neri, I., Cercenelli, L., Marcuccio, M., Lodi, S., Koufi, F.-D., Fazio, A., Vittoria, M., Marcelli, E., Maria, A., Alessandra, B., Achille, R., Manzoli, L., Badiali, G., y Ratti, S. (2024). Dissecting human anatomy learning process through anatomical education with augmented reality: AEducAR 2.0, an updated interdisciplinary study [Diseccionando el proceso de aprendizaje de la anatomía humana a través de la educación anatómica con realidad aumentada: AEducAR 2.0, un estudio interdisciplinario actualizado]. *Anatomical Sciences Education published*, 17,693– 711. <https://doi.org/10.1002/ase.2389>
- Nieto-Escamez, F., Cortés-Pérez, I., Obrero-Gaitán, E., y Fusco, A. (2023). Virtual Reality Applications in Neurorehabilitation: Current Panorama and Challenges. *Brain sciences*, 13(5), 819. <https://doi.org/10.3390/brainsci13050819>
- Nolasco, P., y Ramírez, A. (2011). Una aproximación a un modelo de certificación de competencias digitales docentes. *En Memoria del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa*. http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_07/1578.pdf

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Tecnologías digitales al servicio de la calidad educativa: una propuesta de cambio centrada en el aprendizaje para todos*. Santiago: UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245115>.
- Pinedo, R., Bardales, R., García, M., y Ruiz S, L. (2020). Entrenador virtual y el aprendizaje inmersivo de la anatomía humana en la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional de Ucayali. *Investigación Universitaria UNU*, 10(1), 309–315. <http://revistas.unu.edu.pe/index.php/iu/article/view/40>
- Reinhold, M., Asal, C., Driesen, T, Roch, J., Jäckle, K., Borgmann, S., y Lehmann, W.(2024). Learning effectiveness of clinical anatomy and practical spine surgery skills using a new VR-based training platform [Eficacia del aprendizaje de la anatomía clínica y habilidades prácticas de cirugía de columna mediante una nueva plataforma de formación basada en realidad virtual]. *Brain and Spine*, 4, 0-8. <https://doi.org/10.1016/j.bas.2024.102826>
- Salazar, J. (2011). Estado actual de la web 3.0 o web semántica. *Revista Digital Universitaria*,12(11), 1-7. <https://www.revista.unam.mx/vol.12/num11/art108/art108.pdf>
- Straudi, S., y Basaglia, N. (2017). Neuroplasticity-Based Technologies and Interventions for Restoring Motor Functions in Multiple Sclerosis. *Advances in experimental medicine and biology*, 958, 171–185. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47861-6_11
- Wang, E., Yu, J., Rubin , J., y Jotwani, R. (2023). Virtual reality training and modeling to aid in pre-procedural practice for thoracic nerve root block in the setting of a schwannoma [Entrenamiento y modelado en realidad virtual para ayudar en la práctica previa al procedimiento de bloqueo de la raíz del nervio torácico en el contexto de un schwannoma]. *Interventional Pain medicine*, 2(1), 100180. <https://doi.org/10.1016/j.inpm.2023.100180>
- Weiss, P. L., Keshner, E. A., y Levin, M. F. (Eds.). (2014). *Virtual reality for physical and motor rehabilitation*. Springer Science Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0968-1>

- Weiss, P.L., Kizony, R., Feintuch, U., y Katz, N. (2006). Virtual reality in neurorehabilitation. *Textbook of neural repair and rehabilitation*, 51(8),182-197. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511545078.015>
- Zhao, J., Xu, X., Jiang, H., y Ding, Y. (2020). The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: a meta-analysis of randomized controlled studies. *BMC medical education*, 20(1), 127. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-1994-z>
- Zibis, A., Mitrousias, V., Varitimidis, S., Raoulis, V., Fylos, A. y Arvanitis, D. (2021). Musculoskeletal anatomy: evaluation and comparison of common teaching and learning modalities. *Scientific Reports*, 11(1), 1-16. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80860-7>
- Zinchenko, Y., Kovalev, A., Khoroshikh, P., Sergievich, A., Smirnov, A., Tummyalis, A. , Gutnikov, S., y Golokhvast, K. (2020). Virtual reality is more efficient in learning human heart anatomy especially for subjects with low baseline knowledge [La realidad virtual es más eficiente para aprender la anatomía del corazón humano, especialmente para sujetos con un conocimiento básico bajo]. *New Ideas in Psychology*, 59, 100786. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2020.100786>