

Preferencia sobre métodos tradicionales o modernos en la enseñanza de anatomía

Diego Alejandro Morales Marroquín¹, Favio Adrián Reyna Carrera²

¹Facultad de Medicina, Universidad Francisco Marroquín

²Radiólogo. Facultad de Medicina, Universidad Francisco Marroquín

Fecha de envío: 08/05/2023

Fecha de aceptación: 28/05/2023

Fecha de publicación: 28/07/2023

Citación: Morales Marroquín, D.A., Reyna Carrera, F.A. Preferencia sobre métodos tradicionales o modernos en la enseñanza de anatomía. *Rev. Fac. Med*, 2023, Agosto; 1(34), II Época, Enero-Junio pp. 66-79

DOI: <https://doi.org/10.37345/23045329.v1i34.83>

Correo electrónico: diegoamorales@ufm.edu

ISSN: 2304-5329 | 2304-5353



RESUMEN

La anatomía es una de las ciencias más críticas en medicina, ya que posee una importancia clave en la formación clínica de un médico. A través del tiempo, los métodos de aprendizaje han variado y gracias a los avances tecnológicos, la anatomía guiada por realidad virtual ha emergido como un método de aprendizaje novedoso e interactivo para los estudiantes de medicina. El objetivo del presente estudio fue determinar el método de aprendizaje de anatomía preferido por estudiantes de tercer año de la Facultad de Medicina de la Universidad Francisco Marroquín, para lo cual se realizó un estudio descriptivo transversal en 36 estudiantes en el período de septiembre del 2022. Los resultados demostraron que la inmersión con el uso de anatomía guiada por realidad virtual aumenta el interés por el curso, facilita y mejora la comprensión del contenido educativo, y produce una mayor participación en clase. En conclusión, los estudiantes mostraron una mayor preferencia por el método de aprendizaje de anatomía guiada por realidad virtual en contraste con los métodos tradicionales de enseñanza (libros, imágenes 2D, etc.).

Palabras clave: Anatomía, Realidad Virtual, Disección anatómica

Preference in anatomy teaching, traditional over modern methods

ABSTRACT

Anatomy is one of medicine's most critical sciences since it has a key importance in the clinical training of a doctor. Over time the learning methods have varied and, thanks to the technological advances, virtual-reality-guided anatomy has emerged as a newer and more interactive learning method for medical students. The objective of the present study was to determine which anatomy learning method is preferred by third-year students of Francisco Marroquín University School of Medicine, for which a cross-sectional descriptive study was carried out in 36 students in the period of September 2022. The results showed that immersion with the use of virtual-reality-guided anatomy increased the overall interest in the course, facilitated and improved the understanding of educational content and produced a greater participation in class. In conclusion, students showed a greater preference for the virtual-reality-guided anatomy learning method in contrast to traditional teaching methods (books, 2D images, etc.).

Keywords: Anatomy, virtual reality, anatomic dissection

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías brinda novedosas y amplias posibilidades en el ámbito médico. La realidad virtual forma parte de estas nuevas tecnologías y, en los últimos años, se ha demostrado su potencial en múltiples áreas del sistema de salud, por lo cual ha alcanzado un papel extremadamente importante.^[1]

Esta tiene múltiples usos, desde sus aplicaciones teóricas y educativas para una mejor formación de los estudiantes de medicina, hasta sus aplicaciones clínicas como el uso en la planeación preoperatoria, en el diagnóstico de enfermedades o en la cirugía guiada por imagen. En un ejemplo más conciso, esta tecnología actualmente se utiliza tanto para capacitar a estudiantes de cirugía, como para la práctica de procedimientos de cirujanos. Un ejemplo de ello es la primera cirugía en realidad virtual llevada a cabo por el Dr. Shafi Ahmed en el año 2016, en la cual el procedimiento podía ser visto por cualquier persona en línea en tiempo real, desde la perspectiva del cirujano.^[2]

A su vez, esta también tiene múltiples usos en la educación de los pacientes, que incluye terapia psicológica, salud mental, manejo del dolor y fisioterapia.^[3] Es por todas estas razones por las que la realidad virtual ha alcanzado un papel muy importante en el área médica y, durante los últimos años, ha logrado la revitalización de la anatomía, una ciencia básica vital en el pénsum de todos los médicos.

Desde el involucramiento de la realidad virtual en el campo de anatomía, se han realizado múltiples estudios con un enfoque en busca de sus beneficios en contraste con otros métodos de enseñanza de anatomía. Entre estos, se ha observado que la implementación de medios como la anatomía

guiada por realidad virtual y estereoscópica presentan una ganancia cuantitativa de conocimiento y rendimiento en comparación con los métodos tradicionales.^[4] Por otro lado, se ha descrito que también facilita los procesos de aprendizaje y formación en el ámbito médico, representando el futuro de la formación de los estudiantes de medicina.^[5]

En un estudio por Deng et al., se establece que la simulación virtual digital en la enseñanza de anatomía macroscópica puede mejorar la enseñanza teórica al igual que las habilidades prácticas, y es una opción superior al método convencional por sí mismo.^[6]

Nakai et al. evaluaron el uso de cascos de realidad virtual para la interacción con distintas estructuras anatómicas del cuerpo humano, lo cual mejoró la comprensión tridimensional de estas, y que da como resultado una mayor interacción entre los catedráticos y estudiantes, motivo por el cual se describió como un método preferido de estudio.^[7]

Por otro lado, un estudio realizado por Stepan et al. demostró que el uso de realidad virtual como herramienta en el estudio de neuroanatomía otorgó una experiencia de aprendizaje más positiva y una mayor motivación de los estudiantes.^[8]

A su vez, estudios que comparan directamente métodos modernos con métodos tradicionales de enseñanza de anatomía resaltan el beneficio de los métodos modernos, como en el estudio por Imai et al., en el cual se mostró una mejor comprensión e interpretación del contenido al igual que un mayor interés general.^[9] Todos estos trabajos muestran la utilidad de la realidad virtual en el aprendizaje de la anatomía, lo cual, junto con una mayor motivación y preferencia por los estudiantes,^[10] establece su amplio potencial en la formación de los estudiantes de medicina.

MÉTODOS

Objetivos generales y específicos

Objetivo general

Determinar el método de aprendizaje preferido por los estudiantes de tercer año de la Facultad de Medicina de la Universidad Francisco Marroquín respecto a los métodos tradicionales (libros, imágenes 2D, etc.) y a los métodos modernos (realidad virtual) de enseñanza de anatomía.

Objetivos específicos

- Describir si el interés por el curso aumenta al utilizar contenido interactivo y equipos de realidad virtual.
- Determinar si la exposición al contenido interactivo conduce a una mejor comprensión del contenido educativo.

Variables

Variables independientes

- Método de aprendizaje
- Cuestionario

1. El interés por los cursos y su contenido aumenta con uso de sistemas de realidad virtual: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que el uso de un sistema de realidad virtual fomenta el interés por un curso.
2. El uso de realidad virtual permite un mayor consumo pasivo del contenido: Esta pregunta determina si el estudiante considera que puede evaluar más contenido de un curso mediante el uso de un sistema de realidad virtual.
3. Los estímulos que produce la realidad virtual son fascinantes: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que las imágenes que produce un sistema de realidad virtual captan su atención fácilmente.
4. El uso de realidad virtual motiva e inspira a aprender: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que, al usar un sistema de realidad virtual, lo motiva e inspira por aprender más.
5. El uso de realidad virtual fomenta a seguir explorando contenido educativo: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que, al usar un sistema de realidad virtual, desea continuar aprendiendo el contenido educativo.

6. La estimulación de múltiples sentidos que provee la realidad virtual permite mayor comprensión del contenido: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que las imágenes que produce un sistema de realidad virtual permiten una mejor comprensión de estas en comparación con imágenes 2D.
7. Es necesaria una representación visual para la comprensión de conceptos abstractos: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que la representación visual (ya sea en 2D o en 3D) de un concepto abstracto es necesaria para su comprensión.
8. El uso de un sistema de realidad virtual permite una inmersión completa en el mundo virtual: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que el uso de un sistema de realidad virtual permite un aislamiento que facilita una inmersión completa para la observación del contenido educativo.
9. El tiempo pasa más rápido mientras se aprende con contenido en un casco de realidad virtual: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que al usar un sistema de realidad virtual el tiempo pasa más rápidamente en clase.
10. El uso de un sistema de realidad virtual aumenta la participación en clase: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que tendrá una mayor participación con el uso de un sistema de realidad virtual.
11. El uso de un sistema de realidad virtual convierte el contenido educativo en entretenimiento: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que el uso de un sistema de realidad virtual resulta en clases más entretenidas y menos aburridas.
12. Es necesaria una interacción entre el estudiante y el catedrático: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que debe haber algún tipo de comunicación entre el catedrático y estudiante, ya sea mediante participación activa del estudiante (realizando preguntas, por ejemplo) o del catedrático (explicando conceptos, por ejemplo).
13. El uso de un sistema de realidad virtual causa algún tipo de incomodidad: Esta pregunta evalúa si el estudiante considera que al usar un sistema de realidad virtual puede presentarse alguna incomodidad (mareo, náusea, dolor de cabeza, etc.).

Variables dependientes

- Interés por el curso
- Comprensión del contenido
- Preferencia
- Opinión

Población

Criterios de inclusión

- Estudiantes de tercer año (2022) de la Facultad de Medicina de la Universidad Francisco Marroquín
- Estudiantes mayores de 18 años

Criterios de exclusión

- Estudiantes de tercer año (2022) no activos o no asignados a un curso en la actualidad

Muestra

Se invitó a participar a un total de 38 estudiantes de tercer año de la Facultad de Medicina de la Universidad Francisco Marroquín en el período de septiembre del 2022, y los datos recolectados corresponden a 36 estudiantes que decidieron participar.

Diseño

Se realizó un estudio descriptivo transversal.

Instrumentos

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue un formulario de Google Forms (Google LLC, 2008) basado en la escala de Likert.

Procedimiento

Inicialmente se les presentó a los estudiantes el consentimiento informado; lo revisaron, consultaron sus dudas y procedieron voluntariamente a firmar el documento. Posterior a esto, se presentó una breve descripción del estudio y su objetivo general. Finalmente se realizó la recolección de datos a través del formulario de Google Forms, el cual constó de 13 preguntas con 5 posibles respuestas basadas en la escala de Likert (totalmente de acuerdo, de acuerdo, neutral, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo).

Valor asignado a la escala de Likert

Escala de Likert	Valor asignado
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Neutral	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Esta tabla ejemplifica la asignación de un valor numérico con base en el resultado obtenido en la escala de Likert.

Consideraciones éticas

Los datos de los estudiantes se recolectaron sin identidad ni identificación de estos para conservar la privacidad y confidencialidad de sus respuestas.

Análisis de datos

Se utilizó estadística descriptiva y se obtuvieron medidas de tendencia central, para lo cual se asignó un valor numérico a cada respuesta en la escala de Likert, como se describe en la siguiente tabla. Posteriormente, se obtuvo la media, la mediana y la moda de cada respuesta, cuyo valor obtenido se asocia al valor asignado de la escala de Likert.

RESULTADOS

Los resultados corresponden a las respuestas del formulario basado en la escala de Likert y se presentan en la Tabla 1. Después se presentan los datos de medida de tendencia central, que incluye la media en la Tabla 2, la mediana en la Tabla 3 y la moda en la Tabla 4.

Puesto a que, al calcular la media, los resultados presentan decimales, la interpretación se realizó aproximando al valor numérico entero más cercano, con un punto de corte en 0.5 respectivamente.

Tabla 1. Resultados del formulario basado en la escala de Likert

Resultado	Totalmente de acuerdo (5)	De acuerdo (4)	Neutral (3)	En desacuerdo (2)	Totalmente en desacuerdo (1)
El interés por los cursos y su contenido aumenta con uso de sistemas de realidad virtual.	8.3%	52.8%	22.2%	11.1%	5.6%
El uso de realidad virtual permite un mayor consumo pasivo del contenido.	19.4%	55.6%	22.2%	-	5.6%
Los estímulos que produce la realidad virtual son fascinantes.	33.3%	36.1%	25%	5.6%	-
El uso de realidad virtual motiva e inspira a aprender.	16.7%	41.7%	30.6%	8.3%	2.8%
El uso de realidad virtual fomenta a seguir explorando contenido educativo.	13.9%	50%	25%	8.3%	2.8%
La estimulación de múltiples sentidos que provee la realidad virtual permite mayor comprensión del contenido.	44.4%	44.4%	8.3%	2.8%	-
Es necesaria una representación visual para la comprensión de conceptos abstractos.	22.2%	55.6%	5.6%	11.1%	5.6%
El uso de un sistema de realidad virtual permite una inmersión completa en el mundo virtual.	25%	41.7%	22.2%	5.6%	5.6%
El tiempo pasa más rápido mientras se aprende con contenido en un casco de realidad virtual.	22.2%	55.6%	16.7%	5.6%	-
El uso de un sistema de realidad virtual aumenta la participación en clase.	19.4%	55.6%	22.2%	2.8%	-
El uso de un sistema de realidad virtual convierte el contenido educativo en entretenimiento.	22.2%	33.3%	27.8%	11.1%	5.6%
Es necesaria una interacción entre el estudiante y el catedrático.	41.7%	44.4%	11.1%	-	2.8%
El uso de un sistema de realidad virtual causa algún tipo de incomodidad.	-	8.3%	16.7%	30.6%	44.4%

Dentro de los resultados descritos, cabe destacar que los estudiantes estuvieron principalmente 'de acuerdo' en que el interés por los cursos y su contenido aumenta con el uso de sistemas

de realidad virtual. Otro resultado que vale la pena subrayar es el hecho de que los estudiantes estuvieron principalmente ‘de acuerdo’ al igual que ‘totalmente de acuerdo’, lo cual indica que la estimulación de múltiples sentidos que provee la realidad virtual permite una mayor comprensión del contenido educativo.

Tabla 2. *Media de los resultados*

Resultado	Media	Valor Likert
El interés por los cursos y su contenido aumenta con uso de sistemas de realidad virtual.	3.58	De acuerdo
El uso de realidad virtual permite un mayor consumo pasivo del contenido.	3.83	De acuerdo
Los estímulos que produce la realidad virtual son fascinantes.	3.97	De acuerdo
El uso de realidad virtual motiva e inspira a aprender.	3.61	De acuerdo
El uso de realidad virtual fomenta a seguir explorando contenido educativo.	3.64	De acuerdo
La estimulación de múltiples sentidos que provee la realidad virtual permite mayor comprensión del contenido.	4.30	De acuerdo
Es necesaria una representación visual para la comprensión de conceptos abstractos.	3.77	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual permite una inmersión completa en el mundo virtual.	3.75	De acuerdo
El tiempo pasa más rápido mientras se aprende con contenido en un casco de realidad virtual.	3.94	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual aumenta la participación en clase.	3.91	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual convierte el contenido educativo en entretenimiento.	3.55	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual causa algún tipo de incomodidad.	1.88	En desacuerdo
Es necesaria una interacción entre el estudiante y el catedrático.	4.22	De acuerdo

Esta tabla resume la media obtenida de los 13 resultados.

En la mayoría de los resultados se observó que los estudiantes estuvieron ‘de acuerdo’, a excepción del último resultado, que indica

que el uso de un sistema de realidad virtual causa algún tipo de incomodidad, en el cual estuvieron ‘en desacuerdo’.

Tabla 3. Mediana de los resultados

Resultado	Mediana	Valor Likert
El interés por los cursos y su contenido aumenta con uso de sistemas de realidad virtual.	4	De acuerdo
El uso de realidad virtual permite un mayor consumo pasivo del contenido.	4	De acuerdo
Los estímulos que produce la realidad virtual son fascinantes.	4	De acuerdo
El uso de realidad virtual motiva e inspira a aprender.	4	De acuerdo
El uso de realidad virtual fomenta a seguir explorando contenido educativo.	4	De acuerdo
La estimulación de múltiples sentidos que provee la realidad virtual permite mayor comprensión del contenido.	4	De acuerdo
Es necesaria una representación visual para la comprensión de conceptos abstractos.	4	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual permite una inmersión completa en el mundo virtual.	4	De acuerdo
El tiempo pasa más rápido mientras se aprende con contenido en un casco de realidad virtual.	4	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual aumenta la participación en clase.	4	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual convierte el contenido educativo en entretenimiento.	4	De acuerdo
Es necesaria una interacción entre el estudiante y el catedrático.	4	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual causa algún tipo de incomodidad.	2	En desacuerdo

Esta tabla resume la mediana obtenida de los 13 resultados.

Se obtuvo en la mayoría de los resultados una mediana de 4, cuyo valor Likert asignado es 'de acuerdo'. La excepción fue el último resultado, que indica que el uso de un

sistema de realidad virtual causa algún tipo de incomodidad, para el cual se obtuvo una mediana de 2 ('en desacuerdo').

Tabla 4. *Moda de los resultados*

Resultado	Moda	Valor Likert
El interés por los cursos y su contenido aumenta con uso de sistemas de realidad virtual.	4	De acuerdo
El uso de realidad virtual permite un mayor consumo pasivo del contenido.	4	De acuerdo
Los estímulos que produce la realidad virtual son fascinantes.	4	De acuerdo
El uso de realidad virtual motiva e inspira a aprender.	4	De acuerdo
El uso de realidad virtual fomenta a seguir explorando contenido educativo.	4	De acuerdo
La estimulación de múltiples sentidos que provee la realidad virtual permite mayor comprensión del contenido.	5	Totalmente de acuerdo
Es necesaria una representación visual para la comprensión de conceptos abstractos.	4	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual permite una inmersión completa en el mundo virtual.	4	De acuerdo
El tiempo pasa más rápido mientras se aprende con contenido en un casco de realidad virtual.	4	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual aumenta la participación en clase.	4	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual convierte el contenido educativo en entretenimiento.	4	De acuerdo
Es necesaria una interacción entre el estudiante y el catedrático.	4	De acuerdo
El uso de un sistema de realidad virtual causa algún tipo de incomodidad.	1	Totalmente en desacuerdo

Esta tabla resume la moda obtenida de los 13 resultados.

Se obtuvo en la mayoría de los resultados una moda de 4, cuyo valor Likert asignado es 'de acuerdo', a excepción de dos resultados. El primero, el resultado 6, que indica que la estimulación de múltiples sentidos que provee la realidad virtual permite

mayor comprensión del contenido, obtuvo una moda de 5 ('totalmente de acuerdo'). Finalmente, el resultado 13, que indica que el uso de un sistema de realidad virtual causa algún tipo de incomodidad, obtuvo una moda de 1 ('en desacuerdo').

DISCUSIÓN

En el presente estudio se observó que los estudiantes muestran una preferencia por la representación visual del contenido educativo para la comprensión de conceptos abstractos, los cuales se ven fuertemente implicados en el campo de la anatomía, como lo son las relaciones espaciales de los órganos.

Con los resultados obtenidos, se puede observar que los estudiantes confirman que la anatomía guiada por realidad virtual facilita esta representación visual gracias a la inmersión total que los cascos proveen, lo cual mejora la comprensión del contenido educativo gracias a la estimulación de múltiples sentidos. Estos hallazgos son similares a otros estudios, como, por ejemplo, el descrito por Nakai et al., en el cual se evaluó el uso de cascos de realidad virtual para la interacción con estructuras anatómicas como el corazón, en donde es posible visualizar en mejor escala las válvulas cardíacas, lo cual no es posible con métodos de enseñanza tradicionales. Esto, por consiguiente, permitió una mejoría en la comprensión tridimensional general de estas estructuras.

En el estudio de Timonen et al., se evidenció que el uso de anatomía guiada por realidad virtual permitió una evaluación anatómica más rápida y con menos errores que en la visualización tradicional, lo cual respalda su eficiencia para la evaluación de la anatomía compleja. ^[11] Esta observación es similar a la obtenida en el resultado 9, en el cual los estudiantes indicaron que perciben que el tiempo pasa más rápido en clases de anatomía guiada por realidad virtual en contraste con el uso de imágenes 2D o libros, lo cual permite que no haya una limitación del consumo pasivo de información, lo que produce una mayor motivación e interés de seguir aprendiendo, lo cual resulta en que el estudiante continúe investigando y explorando conceptos por sí mismo. Estos hallazgos son similares a otros estudios, como el descrito por Stepan et al., en el cual se detallan experiencias de aprendizaje más positivas, junto con una mayor motivación de los estudiantes. Asimismo, los estudiantes no refirieron incomodidad a la inmersión en el mundo virtual.

Por otro lado, se determinó que los estudiantes consideran necesaria la interacción catedrático-estudiante y, contrario a los métodos tradicionales de enseñanza, en los cuales se suelen presentar clases magistrales donde el intercambio catedrático-estudiante es limitado, con la anatomía guiada por realidad virtual esta interacción es mayor gracias a la interactividad que poseen los cascos de realidad virtual, en la cual se permite una comunicación de casco a casco en donde el catedrático puede explicar conceptos anatómicos al estudiante mientras este interactúa con las estructuras anatómicas, lo cual, a su vez, fomenta una participación activa en clase.

Finalmente, se observó que el uso de cascos de realidad virtual produce una fascinación por los estímulos visuales, lo cual, a su vez, demostró que la mayoría de los estudiantes consideran que el uso de esta tecnología vuelve el aprendizaje en entretenimiento.

Los resultados evidenciados concuerdan con la literatura y otros estudios publicados respecto a los beneficios de la anatomía guiada por realidad virtual; sin embargo, algo importante por denotar es la principal limitación del estudio, la cual fue el tamaño de la muestra, puesto

que la promoción actual de estudiantes de tercer año era pequeña, consta únicamente de 38 estudiantes, de los cuales 36 participaron en el estudio.

Tal como se comentó previamente, la principal limitación del estudio fue el tamaño de la muestra, por lo cual sería interesante realizar un estudio con una mayor muestra que incluya a múltiples promociones de estudiantes. Por su parte, otra limitación presente serían las características propias del estudio, ya que es de tipo transversal basado en una encuesta con preguntas, por lo que, con una mayor muestra, también se podría realizar un estudio objetivo en el cual se separaran dos grupos, uno expuesto a métodos tradicionales de enseñanza de anatomía (libros, imágenes, etc.) y otro a métodos modernos (anatomía guiada por realidad virtual) y, posteriormente, evaluar y comparar los resultados de ambos grupos. Por otro lado, sería interesante llevar a cabo un estudio con estudiantes de promociones previas que hayan realizado disecciones cadavéricas y determinar su opinión respecto a la anatomía guiada por realidad virtual.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el uso de un sistema de realidad virtual en la cátedra de anatomía fomenta el interés por el curso y facilita la comprensión de los conceptos anatómicos abstractos gracias a la estimulación de múltiples sentidos, lo cual permite establecer a la anatomía guiada por realidad virtual como el método de aprendizaje preferido de los estudiantes en comparación con los métodos tradicionales (libros, imágenes 2D, etc.).

Conflicto de intereses:

No existen conflictos de intereses con terceros. Los autores declaran no tener vínculo alguno con compañías farmacéuticas productoras o comercializadoras. No hubo patrocinio alguno para efectuar el presente estudio.

REFERENCIAS

- ¹ Mesko, B. 5 Ways Medical Virtual Reality is already changing healthcare. *The Medical Futurist. Medical Education, Virtual Reality*. 2020, January. <https://medicalfuturist.com/5-ways-medical-vr-is-changing-healthcare/>
- ² NHS75. Surgeons use virtual reality to operate from different sides of the world. *Barts Health*. 2017, October. <https://www.barts-health.nhs.uk/news/surgeons-use-virtual-reality-to-operate-from-different-sides-of-the-world-2171>
- ³ Visualise. Virtual Reality in the Healthcare Industry. *Visualise Newsletter*. 2023. <https://visualise.com/virtual-reality/virtual-reality-healthcare>
- ⁴ De Faria, J.W., Teixeira, M.J., de Moura Sousa Júnior, L., Otoch, J.P., Figueiredo, E.G. Virtual and stereoscopic anatomy: When virtual reality meets medical education. *Journal of Neurosurgery*. 2016, Nov.; 125(5): 1105–1111. DOI: [10.3171/2015.8.JNS141563](https://doi.org/10.3171/2015.8.JNS141563)
- ⁵ González Izard, S., Juanes Méndez, J.A., Palomera, P.R. Virtual reality educational tool for human anatomy. *Journal of Medical Systems*. 2017, May; 41(5): 76. DOI: [10.1007/s10916-017-0723-6](https://doi.org/10.1007/s10916-017-0723-6)
- ⁶ Deng, X., Zhou, G., Xiao, B., Zhao, Z., He, Y., Chen, C. Effectiveness evaluation of digital virtual simulation application in teaching of gross anatomy. *Annals of Anatomy–Anatomischer Anzeiger*. 2018, July; 218: 276–282. DOI: [10.1016/j.aanat.2018.02.014](https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.02.014)
- ⁷ Naka,i K., Terada, S., Takahara, A., Hage, D., Tubbs, R.S., Iwanaga, J. Anatomy Education for medical students in a virtual reality workspace: A pilot study. *Clinical Anatomy*. 2021; 35(1): 40–44. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/ca.23783>
- ⁸ Stepan, K., Zeiger, J., Hanchuk, S, Del Signore A, Shrivastava, R., Govindaraj S, et al. Immersive virtual reality as a teaching tool for neuroanatomy. *International Forum of Allergy & Rhinology*. 2017, Oct.; 7(10): 1006–1013. DOI: [10.1002/alr.21986](https://doi.org/10.1002/alr.21986)
- ⁹ Imai, T., Tanaka, Y., Hatanaka, Y., et al. Incorporation of virtual reality in the clinical training of medical students studying esophageal and mediastinal anatomy and surgery. *Surgery Today*. 2022, January; 52(8): 1212–1217. <https://doi.org/10.1007/s00595-022-02457-z>
- ¹⁰ Cicek, I., Bernik, A., Tomicic, I. Student thoughts on virtual reality in Higher Education—A survey questionnaire. *Information*. 2021, April; 12(4): 151. <https://doi.org/10.3390/info12040151>
- ¹¹ Timonen, T., Dietz, A., Linder, P., Lehtimäki, A., Löppönen, H., et al. The effect of virtual reality on Temporal Bone Anatomy Evaluation and performance. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2021, Nov.; 279(9): 4303–4312. <https://doi.org/10.1007/s00405-021-07183-9>



Copyright © 2023 Diego Alejandro Morales Marroquín y Favio Reyna

Esta obra se encuentra protegida por una licencia internacional [Creative Commons 4.0 \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Usted es libre de: **Compartir** – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** – remezclar, transformar y construir a partir del material. La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia. Bajo los siguientes términos: **Atribución** – Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente. **No comercial** – Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual** – Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. **No hay restricciones adicionales** – No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. [Texto completo de la licencia](#)