

Disección virtual (digital): una herramienta complementaria en el aprendizaje de la osteología humana

Virtual (Digital) Dissection: A Complementary Tool in the Study of Human Osteology

Rafael Romero-Reverón

RESUMEN

Durante siglos, el estudio de la anatomía humana se ha basado principalmente en la disección de cadáveres. Sin embargo, en el siglo XXI, la enseñanza de la anatomía está experimentando una importante transformación impulsada por las innovaciones tecnológicas, entre las que se incluye la disección virtual. La disección digital (virtual) se basa en la adquisición de imágenes de tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional, que proporcionan cortes transversales, coronales y sagitales de las estructuras anatómicas. Estas imágenes se procesan con un software especializado para generar reconstrucciones tridimensionales y su visualización en imágenes fijas y/o en videos, lo que permite una exploración interactiva de las estructuras óseas del cuerpo humano. Esta innovación puede repetirse las veces que se requiera sin necesidad de utilizar múltiples cadáveres, proporcionando un entorno seguro y la posibilidad de reevaluar conceptos complejos a conveniencia de los estudiantes y de los médicos. La disección digital (virtual) ha transformado la capacidad de visualizar, caracterizar y cuantificar los huesos del cuerpo humano, mejorando así nuestra comprensión de su anatomía y de su importancia clínica.

Palabras clave: Anatomía humana, disección cadavérica, disección digital, educación médica, osteología

Correspondencia: Rafael Romero-Reverón. E-mail: rafa1636@yahoo.es

Recibido: 01 de abril 2026

Aceptado: 25 de abril 2026

SUMMARY

For centuries, the study of human anatomy has relied primarily on cadaver dissection. However, in the 21st century, anatomy education is undergoing a significant transformation driven by technological innovations, including virtual dissection. Digital (virtual) dissection relies on the acquisition of computed tomography (CT) images with three-dimensional reconstruction, which provide transverse, coronal, and sagittal sections of anatomical structures. These images are then processed with specialized software to generate three-dimensional reconstructions, which are visualized as still images and/or videos, enabling interactive exploration of the skeletal structures of the human body. This innovation can be repeated as many times as needed without requiring multiple cadavers, providing a safe environment and the opportunity to re-evaluate complex concepts at the convenience of students and physicians. Digital (virtual) dissection has transformed the ability to visualize, characterize, and quantify the bones of the human body, thereby improving our understanding of their anatomy and clinical significance.

Keywords: Human anatomy, cadaveric dissection, digital dissection, medical education, osteology

ORCID:

[0000-0002-6904-5448](https://orcid.org/0000-0002-6904-5448)

Departamento de Anatomía Humana, Facultad de Medicina. Escuela José María Vargas, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Caracas-Venezuela

INTRODUCCIÓN

La anatomía humana sigue siendo y seguirá siendo un aspecto fundamental de las ciencias básicas de la medicina. Constituye la base sobre la que se asientan todas las demás ciencias relacionadas con el ser humano, sus enfermedades y sus tratamientos. La anatomía humana se ha visto influida por sus vínculos con campos estrechamente relacionados, como la patología y la fisiología, que, en conjunto, mejoran la comprensión, el diagnóstico y el tratamiento quirúrgico de las enfermedades. La historia de la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana, desde los primeros exámenes de cadáveres en la antigüedad hasta los análisis de alto nivel del cuerpo humano realizados por los anatomistas modernos, se caracteriza por una comprensión en constante evolución de la morfología y las funciones de las estructuras y los órganos del cuerpo humano (1). En el siglo XXI, la enseñanza de la anatomía humana se ha enfrentado a retos en la práctica de la disección tradicional de cadáveres, lo que ha impulsado nuevas innovaciones tecnológicas, entre ellas la disección virtual como alternativa educativa. Los estudiantes actuales de medicina (pertenecientes a la Generación Z) son la primera generación con acceso generalizado a Internet a través de computadoras, dispositivos móviles, tabletas, teléfonos inteligentes, relojes inteligentes, lentes inteligentes, anillos inteligentes y otros dispositivos electrónicos. Los estudiantes de medicina están utilizando las innovaciones tecnológicas emergentes para estudiar y aprender sobre temas médicos (2). Estas tecnologías innovadoras permiten a los estudiantes y médicos interactuar con representaciones tridimensionales de estructuras anatómicas, ofreciendo una experiencia educativa más inmersiva e interactiva. Este trabajo tiene como objetivo realizar una evaluación inicial de las ventajas y desventajas de la herramienta de disección virtual (digital).

Disección cadavérica

La enseñanza de la anatomía humana ha cambiado mucho desde la antigüedad hasta nuestros días, desde que el primer ser humano

observó los segmentos o órganos anatómicos de otros seres humanos o animales, ya sea con fines curativos o como consecuencia de un combate o de una cacería. Posteriormente, las primeras disecciones anatómicas sistemáticas documentadas del cuerpo humano se llevaron a cabo alrededor del siglo III a. C. en Alejandría, pero pronto fueron prohibidas durante aproximadamente 16 siglos. Subsiguientemente, en la Edad Media tardía y el Renacimiento, las disecciones anatómicas se reanudaron y superaron en cuanto a sus técnicas y resultados durante los siglos siguientes (3). La enseñanza de la anatomía humana es un componente esencial de las ciencias médicas básicas, ya que proporciona una base para las habilidades procedimentales y clínicas en la atención al paciente por parte de los médicos (4). La asignatura de anatomía humana en las facultades de medicina es fundamental para la formación médica. Y la disección de cadáveres forma parte desde la antigüedad de la enseñanza de la anatomía, ya que ofrece a los estudiantes de medicina una forma práctica de conocer la complejidad del cuerpo humano, permitiendo desarrollar los conocimientos y habilidades necesarios, así como una experiencia epicrítica para la práctica clínica. La disección anatómica también permite explorar las complejas relaciones y variaciones anatómicas, lo que fomenta una comprensión más profunda del cuerpo humano. Los métodos basados en la disección de cadáveres y su posterior exposición para la docencia han desempeñado y siguen desempeñando un papel importante en la enseñanza de la anatomía y han dado lugar a resultados favorables en cuanto a los conocimientos adquiridos por los estudiantes de medicina (5). Por otra parte, circunstancias como el creciente número de estudiantes de medicina, los recursos limitados, los costos y el menor tiempo dedicado al proceso de enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana, según los nuevos planes de estudio, han obligado a los profesores de anatomía humana a emplear nuevas técnicas educativas (6). Además, la disponibilidad de cadáveres podría ser insuficiente para satisfacer las necesidades de todos los estudiantes. Ya que las instituciones de educación médica se enfrentan a numerosos obstáculos y complejidades al adquirir cadáveres con fines educativos. Entre los cuales se

encuentran los factores legales, administrativos, culturales, religiosos, sociales, económicos y educativos, que constituyen los principales retos a los que se enfrentan las instituciones de educación médica (7).

Disección virtual

La disección digital (virtual), particularmente en su modalidad de imágenes del cuerpo humano más fidedigna, se basa en la obtención de imágenes de tomografía computarizada que proporcionan cortes transversales, coroneales y sagitales de los huesos del cuerpo humano. Posteriormente, estas imágenes se procesan con un software especializado para generar reconstrucciones tridimensionales, lo que facilita un estudio interactivo de las estructuras óseas. El procesamiento de imágenes médicas para la reconstrucción tridimensional se realiza con programas de software como 3D Slicer u OsiriX, entre otros, que facilitan la segmentación de las estructuras óseas y la generación de modelos interactivos (8,9). Estos modelos anatómicos obtenidos pueden manipularse digitalmente para obtener mediciones precisas y evaluar la morfología de los huesos. El desarrollo de la tomografía computarizada con reconstrucciones tridimensionales de los huesos del cuerpo humano ha transformado la capacidad de visualizar, caracterizar y cuantificar dichos huesos, mejorando así nuestra comprensión de su anatomía y de su importancia clínica. Esta tecnología innovadora permite la repetición y la visualización sin necesidad de recurrir a múltiples cadáveres, garantizando un entorno seguro que, a la vez, resulta rentable y adaptable a diversos ritmos de aprendizaje. Además, esta tecnología puede aislar diversas estructuras anatómicas en forma tridimensional, lo que permite la reconstrucción, la magnificación de las imágenes (zoom) y la obtención de secciones transversales para comprender mejor las formas y relaciones anatómicas ([Video](#)). La posibilidad de pausar, rebobinar y volver a examinar diferentes estructuras y sistemas mediante la creación de configuraciones preestablecidas facilita la realización de disecciones virtuales, lo que constituye una experiencia de aprendizaje

personalizada para estudiantes y médicos (10, 11). Este avance puede hacer que el proceso educativo sea más eficaz y accesible. La literatura reciente ha destacado el potencial de estas tecnologías innovadoras en la enseñanza de la anatomía, especialmente para ayudar a médicos y estudiantes a comprender conceptos anatómicos complejos y mejorar sus capacidades de razonamiento clínico. La disección digital o virtual de los huesos del cuerpo humano mediante tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional representa un avance notable en el examen de estas estructuras anatómicas (12). Este método permite una evaluación exhaustiva de la morfología ósea sin necesidad de intervención física, lo que mejora el análisis en entornos clínicos, forenses y antropológicos.

DISCUSIÓN

La enseñanza de la anatomía humana atraviesa un proceso de transformación metodológica impulsado por la digitalización educativa, la diversificación de los recursos didácticos y las nuevas expectativas de aprendizaje de las generaciones contemporáneas (13). En ese contexto, la disección virtual ha emergido como una herramienta pedagógica de enorme interés, no como sustituto de la disección cadavérica, sino como un recurso complementario que reconfigura la manera en que el estudiante interactúa con las estructuras anatómicas del cuerpo humano. La enseñanza y el aprendizaje eficientes y provechosos de la anatomía humana requieren que los estudiantes asimilen no solo los elementos anatómicos y sus funciones, sino también las relaciones espaciales entre dichas estructuras, lo que pone de relieve la importancia de las imágenes tridimensionales de las estructuras anatómicas para mejorar su comprensión (14). Comprender el impacto de la disección virtual (digital) frente a la disección de cadáveres en la retención de conocimientos podría ser esencial para los profesores de anatomía humana que desean optimizar el diseño del plan de estudios y mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes de medicina. Uno de los principales beneficios de la disección virtual es su capacidad

para facilitar la comprensión tridimensional de las estructuras anatómicas. El estudio de la anatomía humana exige del estudiante una notable habilidad de visualización espacial y el uso de recursos digitales interactivos permite rotar, aislar, superponer y explorar planos anatómicos con una flexibilidad que la disección convencional no siempre ofrece de inmediato. La disección virtual exige del estudiante la capacidad de decisión, la atención sostenida y la exploración inicialmente guiada por sus profesores. Cuando el estudiante manipula imágenes digitales, selecciona estructuras y contrasta capas anatómicas, participa en un proceso de aprendizaje más cercano a la resolución de problemas que a la memorización mecánica. En los estudios médicos, en asignaturas con alta densidad de contenidos, como la anatomía humana, la posibilidad de observar repetidamente la misma serie de imágenes tridimensionales favorece la consolidación de esquemas mentales anatómicos y la fijación de relaciones espaciales. Sin embargo, la eficacia comparativa de estas dos modalidades (disección de cadavérica versus disección virtual) en la retención de conocimientos sigue siendo objeto de debate. Algunas revisiones al respecto indican que, si bien la disección digital puede mejorar la comprensión inicial, la disección de cadáveres tiende a producir una mejor retención a largo plazo de los conocimientos anatómicos (10,14,15). De manera similar, otros estudios encontraron que los estudiantes que participaron en la disección de cadáveres mostraron una retención superior en las evaluaciones de seguimiento en comparación con quienes utilizaron métodos digitales (16-19). La disección virtual presenta limitaciones como la pérdida de la experiencia táctil y la falta de imágenes tridimensionales reales. La anatomía humana es una ciencia morfológica que se comprende y se asimila no solo por la visión, sino también por el tacto, la exploración en planos, la resistencia tisular y la relación física entre estructuras. La disección virtual (digital) no reproduce la textura, la fragilidad, la variabilidad y la continuidad reales de los tejidos humanos. Por lo tanto, una desventaja de la disección virtual (digital) es la falta de retroalimentación táctil, debido a la ausencia de una experiencia epicrítica. Por otra parte, en la anatomía humana, la variabilidad

no es una excepción; es parte constitutiva del conocimiento anatómico. Por ello, si la enseñanza se apoya casi exclusivamente en recursos digitales, puede disminuir la capacidad del estudiante para evaluar la diversidad morfológica existente entre individuos. Por otra parte, el precio y los gastos de mantenimiento de estas herramientas digitales pueden impedir su uso generalizado en países de ingresos bajos (20-22). Se necesita más investigación para desarrollar la implementación de la disección virtual como herramienta efectiva y examinar sus efectos a largo plazo en la enseñanza y el aprendizaje, así como en la retención de conocimientos de anatomía humana por parte de los estudiantes de medicina.

CONCLUSIONES

Las herramientas de disección virtual (digital) pueden ayudar a los estudiantes de medicina a visualizar las estructuras anatómicas en tercera dimensión, como los huesos del cuerpo humano, lo que puede mejorar su aprendizaje y su percepción. Por otra parte, no sustituye la experiencia táctil del cadáver y puede simplificar la complejidad anatómica real; además, depende de recursos técnicos y de una adecuada planificación docente. Sin embargo, actualmente hay poca información fidedigna disponible para los profesores de anatomía humana sobre cómo incorporar la anatomía virtual en sus planes de estudio y en las prácticas docentes, con enfoques basados en principios pedagógicos. Su trascendencia pedagógica se alcanza cuando se emplea como recurso complementario dentro de un modelo integrador, en el que la disección cadavérica continúa ocupando un lugar central por su aporte anatómico, ético y formativo incomparable. La integración de la disección virtual en la docencia de la anatomía humana puede fomentar el interés por los conocimientos anatómicos y la retención de dicha información en los estudiantes de medicina.

Video de los huesos del cráneo, de la cara, de las suturas y de las fontanelas de un niño de 1 año de edad. Link: https://drive.google.com/file/d/1D-keH2vIMiKNMBZGTQpxP9Ec6ovFNje/view?usp=drive_link

Contribuciones

RRR estuvo involucrado en el estudio, conceptualizando la idea, revisando la literatura, recopilando datos, diseñando análisis formales, redactando el concepto original y elaborando las tablas.

Financiación

No hay fuentes de financiación que reportar.

Declaración de conflictos de intereses

El autor declara que no hay conflicto de interés.

Declaración sobre la disponibilidad de datos

Los datos que respaldan esta investigación están disponibles en las publicaciones originales citadas en la sección de referencias. El autor declara que no se ha utilizado ninguna aplicación de inteligencia artificial específica para ayudar o colaborar en la búsqueda y redacción de este artículo.

REFERENCIAS

1. Dziejczak M, Ostrowski P, Ghosh S, Balawender K, Koziej M, Bonczar M. Exploring the evolution of anatomy: From historical foundations to modern insights. *Translational Research in Anatomy*. 2024; 35,100286.
2. Romero-Reverón R. Human anatomical dissection in the Generation Z's medical syllabus. *Anatomy Journal of Africa*. 2022;11(1):2029-2032.
3. Alghamdi MA, Bu Saeed R, Fudhah W, Alqarni D, Al-barzan S, Alamoudi S, Khan MA. Perceptions of medical students regarding methods of teaching human anatomy. *Cogent Education*. 2024; 11(1).
4. Emadzadeh A, EidiBaygi H, Mohammadi S, Etezadpour M, Yavari M, Mastour H. Virtual Dissection: an Educational Technology to Enrich Medical Students' Learning Environment in Gastrointestinal Anatomy Course. *Med Sci Educ*. 2023;33(5):1175-1182.
5. Pandey S, Bhadkaria V, Chourasia R, Kumar R. The Role of Technology in Anatomy Education: Evaluating Knowledge Gains with Virtual Dissection Tools. *European Journal of Cardiovascular Medicine*. 2024; 14 (3):1355-1360.
6. Romero-Reverón R. The relevance of anatomical dissection-based in 21st century. *Hell J Surg*. 2024;94 (2):107-109.
7. Evans L, Singer L, Zahra D, Agbeja I, Siobhan M, Moyes S. Optimizing group work strategies in virtual dissection. *Anatomical Science Education*. 2024;17(6): 1323-1335.
8. Rosario M. Virtual Dissection Table: A Supplemental Learning Aid for Head and Neck Anatomy in a Physical Therapy Program. *Sch Int J Anat Physiol*. 2024;7 (2):17-24.
9. Sangam MR, Deka R, Vinay G, Praveen K, Kaur A, Wahengbam M. Perception of first-year MBBS students toward virtual dissection in learning anatomy: a comparative study between high and low academic achievers. *Cureus*. 2024;16(10):e72508.
10. Toral-Murillo MV, Lara-Palazuelos N, Ossandón Rocha C, Rodríguez-Flores E. Comparison of the Effect of Motivation in Medical Students with the Use of Virtual Reality and Non-Immersive Digital Resources. *Educ. Sci*. 2024;14:1288.
11. Romero-Reverón R. Virtual dissection: An educational resource that improves medical students' learning? 2026;4 (1):41-45.
12. Baratz G, Sridharan PS, Yong V, Tatsuoka C, Griswold MA, Wish-Baratz S. Comparing learning retention in medical students using mixed-reality to supplement dissection: a preliminary study. *Int J Med Educ*. 2022;13:107-114.
13. Aboregela AM, Khired Z, Osman SET, Elhadi M, Abdelrahman A, Ahmed M. Virtual dissection applications in learning human anatomy: international medical students' perspectives. *BMC Med Educ*. 2024;24:1259.
14. Wiyono N, Azzahrah A, Munawaroh S, Hastami Y, Hadie SNH. 3D model application in anatomy education between 2014 and 2023: a bibliometric analysis and future direction. *Clin Anat*. 2026.
15. Koelker-Wolfe E. Should virtual anatomy replace time spent with body donors? Ethical considerations from a student's perspective. *Anat Sci Educ*. 2026.
16. Funjan K, Ashour L, Salameh M, Mustafa A, Seed Ahmed M. Perceptions and Attitudes of Jordanian Medical Students on Using 3D Interactive Anatomy Dissection in Teaching and Learning Anatomy. *Adv Med Educ Pract*. 2023; 14:837-84.
17. Lee JWY, Susanto J, Lai SH, Cheow PC, Low LXT, Bello F. What Faculty and Students Value When Evaluating Human Digital Anatomy Platforms: A Mixed-Methods Study. *J Med Educ Curric Dev*. 2024.

18. Kalthur S, Pandey A, Prabhath S, Benefits and pitfalls of learning anatomy using the dissection module in an Indian Medical School: A millennial Learner's perspective. *Translational Research in Anatomy*. 2002; 26:100-159.
19. Nguyen QT, Hoang DM, Tran DLD, Tran KH, Pham DP, Ha TM. Perceptions of Modernized Anatomy Teaching Tools and Methods: A Mixed Method Study Among Medical, Nursing Students and Faculty. *Clin Anat*. 2026;39(2):165-174.
20. Ramspott JP, Bungert AD, Szardenings C, Flammang I, Becker F, Holling M, Kneifel F, Pascher A, Morgül H. Implementing virtual reality-based surgical topographic anatomy for the education of medical students: a pilot study. *BMC Med Educ*. 2026;26(1):151.
21. Moulataka D, Bouchara T, Guilbert A. Dissecting pseudoneglect in real and virtual environments: effects of tool and stimulus, not distance or environment. *Laterality*. 2026;1-31.
22. Cao Z, Zhang Q, Yan S, Qian Z, Xu X, Liu Z. Impact of a Virtual Three-Dimensional Thyroid Model on Patient Communication in Thyroid Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Cancers (Basel)*. 2026;18(2):241.