



## Reconocimiento y aprendizaje de estructuras anatómicas: Modelos 3D basados en la web vs modelos cadavéricos

### Recognition and learning of anatomical structures: 3D models based on the web versus cadaverous models



ARGENTINA

Gutiérrez, Lucio F.; Viana, Emiliano M.

Cátedra de Anatomía Normal e Imagenológica. Facultad de Medicina.  
Universidad Católica de las Misiones (UCAMI). Posadas. Misiones. Argentina

E-mail de autor: Lucio Federico Gutiérrez [lucio95@gmail.com](mailto:lucio95@gmail.com)

#### Resumen

**Introducción:** El objetivo del presente estudio, de tipo cuantitativo analítico experimental, fue comparar y evaluar el reconocimiento y aprendizaje de estructuras anatómicas en alumnos de primer año de la carrera de medicina, utilizando dos modelos distintos de enseñanzas (3D vs cadáver) y así determinar que metodología es más efectiva y brinda mejores resultados. Nuestra hipótesis plantea que el reconocimiento y aprendizaje es superior utilizando cadáveres.

**Materiales y Métodos:** El proyecto se llevó a cabo en el laboratorio de anatomía con la participación de los alumnos de 1° año de la carrera de medicina, durante 2 días distintos. Los estudiantes que recursaron la asignatura o que poseían conocimientos previos fueron excluidos del análisis. En el primer día los alumnos fueron divididos aleatoriamente en cuatro grupos. En los grupos A y B (21 alumnos en total) la enseñanza fue con cadáveres mientras que en los grupos C y D (23 alumnos en total) la misma se realizó con modelos 3D basados en la web, proyectados en Televisores 40". Cada grupo presentaba un docente a cargo. Los temas específicos dictados durante 2 horas se referían al sistema musculoesquelético del miembro superior. En el segundo día se dictaron temas referentes al miembro inferior. En este último día la distribución de los alumnos difiere: aquellos estudiantes que formaron parte del grupo A y B (cadavérico) en el primer día, fueron reasignados a la enseñanza con modelos 3D basados en la web, y de la misma manera se realizó con los grupos C y D que recibieron enseñanza con cadáveres. Al finalizar cada día de enseñanza, a los cuatro grupos se les realizó la misma evaluación multiple choice, la cual consistía en reconocer 10 (diez) estructuras anatómicas en 5 fotografías de cadáveres.

**Resultados:** Comparando los resultados de los exámenes anatómicos utilizando Chi cuadrado y T Student podemos afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos: cadáver vs 3D. El promedio de notas de los grupos cadavéricos fueron respectivamente 7,47% (1° día) y 6,82% (2° día); en cambio para los grupos 3D fueron de 4,81% (1° día) y 4,71% (2° día). Con respecto a los porcentajes de aprobados: en cadáver fueron de 86% (1° día) y 87% (2° día); y en 3D de 32% (1° día) y 38% (2° día).

**Conclusión:** La metodología de enseñanza con cadáveres es superior que la realizada con modelos 3D para reconocer y aprender estructuras anatómicas.

**Palabras clave:** Modelos 3D, cadáver, web, aprendizaje, reconocimiento.

#### Abstract

**Introduction:** The objective of the present study, of quantitative analytical experimental type, to compare and evaluate the design of the anatomical structures in the first year students of the medical career, using two different models of teachings (3D vs cadaver) and thus determine that it is more effective and provides better results. Our hypothesis suggests that recognition and learning is superior using corpses

**Materials and methods:** The project was carried out in the anatomy laboratory with the participation of the 1st year students of the medical career, during 2 different days. The students who took the course or who had previous knowledge were excluded from the analysis. On the first day the students were randomly divided into four groups. In groups A and B (21 students in total) the teaching was with corpses while in groups C and D (23 students in total) the same was done with 3D models based on the web, projected on Televisors 40". Each group presented a teacher in charge. The specific topics dictated during 2 hours referred to the skeletal muscle system of the upper limb. On the second day issues related to the lower limb were dictated. On this last day the distribution of students differs: those students who were part of group A and B (cadaveric) on the first day, were reassigned to teaching with 3D models based on the web, and in the same way was done with Groups C and D that received teaching with corpses. At the end of each teaching day, the four groups were given the same multiple choice evaluation, which consisted in recognizing 10 (ten) anatomical structures in 5 photographs of corpses.

**Results:** Comparing the results of the anatomical exams using Chi square and Student's T we can affirm that there is a statistically significant difference between both groups: cadaver vs 3D. The average of notes of the cadaverous groups were respectively 7.47% (1st day) and 6.82% (2nd day); on the other hand, for the 3D groups they were 4.81% (1st day) and 4.71% (2nd day). With respect to the percentages of approved: in cadaver were 86% (1st day) and 87% (2nd day); and in 3D of 32% (1st day) and 38% (2nd day).

**Conclusion:** The methodology of teaching corpses is superior to that carried out with 3D models to recognize and learn anatomical structures.

**Keywords:** 3D models, corpse, web, learning, recognition.

## Introducción

Las nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana han iniciado un gran debate, en el cual la disección, observación y manipulación del cadáver, se contraponen a las tendencias tecnológicas globales.<sup>1</sup>

Desde la antigüedad, la hipótesis general es que la observación y manipulación cadavérica proporciona a los estudiantes importantes vistas tridimensionales de las estructuras, y favorece la consolidación de los conocimientos obtenidos a partir de clases teóricas.<sup>2</sup>

Hasta hace poco tiempo nadie ha argumentado que el cadáver podría ser dispensado completamente ya que el cuerpo humano se ha utilizado como un medio para apoyar el aprendizaje anatómico impartiendo experiencia visual y táctil.<sup>1,3</sup>

Pero a pesar de las múltiples ventajas, la educación de la anatomía convencional basada en la observación y manipulación de cadáveres presenta algunas deficiencias.

En primer lugar, la calidad de la disección y los resultados de la misma dependen de factores individuales del disector tales como la habilidad manual, el conocimiento de la anatomía topográfica, factores cognitivos, habilidad visual espacial, motivación y preocupaciones emocionales.<sup>4</sup>

Además de los costos considerables asociados con la disección, es decir, la obtención, utilización y eliminación de cadáveres, la misma puede generar una sobrecarga de trabajo en alumnos y docentes disectores que influye negativamente en su plan de estudios o su vida laboral, respectivamente.<sup>5</sup>

Las horas dedicadas a la disección anatómica están disminuyendo, y las escuelas médicas sin disección se están volviendo más comunes.<sup>1,4,5</sup>

En segundo lugar, muchos estudiantes encuentran material de mala calidad que dificulta el reconocimiento y por ende el aprendizaje de las estructuras. A veces la preservación de cadáveres es deficiente, el número de profesores no se correlaciona con la cantidad de alumnos y el tiempo que los alumnos dedican a su propia auto-instrucción es escaso.<sup>4,6</sup>

Los obstáculos psicológicos son otro elemento que puede afectar el resultado del aprendizaje con cadáveres, ya que algunos estudiantes experimentan repugnancia hacia los mismos durante sus clases en la sala de anatomía, esto puede deberse a una serie de factores como la repulsión estética, el uso de formol o simplemente la presencia de los cadáveres.<sup>5</sup>

Por este motivo, las escuelas de medicina buscan sobreponerse a las limitaciones mencionadas con respecto al uso de cadáveres, y a su vez adaptarse a los cambios en la enseñanza y aprendizaje de la anatomía utilizando herramientas que adquirieron gran importancia en la actualidad.

Los nuevos software (App) 3D basadas en la web son de fácil acceso ya que se encuentran disponibles ingresando a una página de internet propia de la app desde una computadora, o descargando las mismas desde iOS App Store o Google Play Store.

Estas facilitan la incorporación de conocimientos por parte de los estudiantes, en cualquier momento o lugar utilizando simplemente un smartphone, tablet o computador portátil, donde el alumno puede controlar la posición del objeto como si fuera un objeto 3D real en sus manos.<sup>1,2,7</sup>

Pero estas ventajas pueden ser más teóricas que prácticas. Implícitamente, estos modelos suponen que el alumno puede asimilar con precisión y recordar la información espacial desde múltiples puntos de vista. Esta presentación de información en múltiples orientaciones puede suponer una gran carga sobre la capacidad del individuo para rotar la figura mentalmente.

Esta carga se verá de manera más notable en aquellos alumnos con capacidad espacial relativamente más baja, ya que diversos estudios avalan que la rotación mental es un elemento crítico de la capacidad espacial y es de suma importancia para comprender la anatomía humana, tanto funcional como descriptiva. Pero una vez aprendido, los objetos pueden ser girados mentalmente para permitir su completo reconocimiento, y también, facilitar la asimilación de estructuras anatómicas adyacentes.<sup>8</sup>

La educación médica y por ende la formación de los futuros médicos se ve influenciada por la tecnología digital, ya que la misma ha añadido una nueva dimensión en la enseñanza de la anatomía. De cualquier modo, los modelos 3D basados en la web necesitan seguir siendo evaluados para verificar su aplicabilidad.

Definir y evaluar ambos métodos de enseñanza y aprendizaje podría tener fundamental importancia a la hora de planificar una cátedra de anatomía, puesto que se podría centrar la metodología de enseñanza/ aprendizaje al modelo más eficiente dando una solución a grandes conflictos internos entre los docentes de anatomía sobre cuál es la manera más adecuada de brindar una clase y evaluar los conocimientos adquiridos.

Esto supone un beneficio para docentes como para los alumnos, e incluso a la sociedad en su generalidad, ya que si hay alumnos con mayores conocimientos, habrá médicos más capacitados. Su alcance y proyección va más allá de la población de estudio.

Al consultar estudios realizados, con el fin de evaluar cuál metodología de reconocimiento y aprendizaje de anatomía es la más indicada, nos encontramos con un gran número de investigaciones que tratan temáticas similares pero con escasa información que planteara la comparación directa entre material cadavérico y modelos 3D basados en la web.

Las investigaciones con un planteo similar fueron la de Codd et al 2011 que trato sobre anatomía básica del compartimento anterior del antebrazo, o la realizada por Nicholson et al, 2006 sobre la anatomía del oído interno, aunque esta última utilizó una maqueta de la región anatómica antes mencionada para realizar la comparación. Ambas mencionan que no se encontraron diferencias significativas entre ambos modelos.

Es por ello que nuestro objetivo principal es comparar estos dos modelos con el fin de obtener nuestras propias conclusiones sobre la problemática planteada y establecer cuál es el más eficaz.

Nuestra hipótesis plantea que la metodología de aprendizaje de anatomía mediante el sistema tradicional que utiliza cadáveres es más efectiva que la basada en modelos 3D.

Consideramos que los programas 3D no pueden reemplazar al cadáver, pero si ser un complemento en la enseñanza de la anatomía.

## Materiales y Métodos

El diseño de la investigación es de tipo cuantitativo - analítico - experimental.

El mismo se realizó en la Sala de Anatomía de la UCAMI con la participación de los alumnos de 1° año de la carrera de medicina.

## Participantes

Participaron 44 alumnos, que cursaban la Cátedra de Anatomía normal e Imagenológica de la UCAMI durante su primer año de la carrera de medicina.

Solo fueron excluidos del análisis, aquellos estudiantes que recurrieron la asignatura o que poseían conocimientos previos sobre anatomía.

No se tuvo en cuenta la práctica anterior de los mismos en videojuegos u otros programas de animación en 3D.

## Intervención

La investigación se llevó a cabo en dos días, cada uno correspondía a una temática particular.

Los alumnos fueron divididos de manera aleatoria en cuatro grupos, cada grupo presentaba un docente a cargo. Se permitía la participación activa de los estudiantes simulando un contexto de clases normal.

En el primer día, los temas específicos dictados durante 2 horas se referían al sistema musculoesquelético del hombro y el brazo, inervación (plexo braquial) y grandes vasos del miembro superior.

En los grupos A y B (21 alumnos en total) la enseñanza y aprendizaje fue realizada con material cadavérico. Los estudiantes podían observar y manipular las estructuras anatómicas a medida que se dictaba la clase. (Fig. 1)



Fig. 1: Corresponde al grupo A, que al igual que en el grupo B, la clase fue dictada solamente con material cadavérico

En los grupos C y D (23 alumnos en total) la clase se realizó con modelos 3D basados en la web, proyectados en Televisores pantalla plana de 40". La manipulación del software estaba a cargo del docente. (Fig. 2)



**Fig.2:** Corresponde al grupo C, que al igual que en el grupo B, la clase fue dictada solamente utilizando un programa 3D, Tablet y televisión.

En el segundo día, se dictaron temas referentes al sistema musculoesquelético de la cintura pélvica y el muslo, y el paquete vascular nervioso femoral, en el mismo tiempo estipulado para el primer día.

En este último día la distribución de los alumnos difiere: aquellos estudiantes que formaron parte del grupo A y B (cadavérico) en el primer día, fueron reasignados a la enseñanza con modelos 3D basados en la web, y de la misma manera se realizó con los grupos C y D que recibieron enseñanza con cadáveres.

Al finalizar el estudio todos los estudiantes habían aprendido las estructuras correspondientes usando los dos métodos.

## Software - Herramientas utilizadas para el estudio

El software 3D basado en la web utilizado en el presente estudio fue descargado de manera gratuita en Google Play Store.

Con el mismo se logró la visualización del sistema musculoesquelético del hombro y brazo con sus respectivos huesos y músculos, nervios (plexo braquial), arterias y venas del miembro superior, también se incluyó la visualización de ciertas estructuras del miembro inferior como ser la cintura pélvica, con sus respectivos huesos coxal y fémur, como así también los grupos musculares glúteos y del muslo. Se mostró adecuadamente el paquete vascular nervioso femoral.

El software 3D permitía la manipulación en todas las orientaciones posibles de las estructuras en cuestión, como

también realizar una disección virtual por planos de los distintos grupos musculares y añadir o quitar vasos o nervios durante la explicación para demostrar sus relaciones.

Las distantes vistas las proponía el docente a cargo de la clase durante la explicación, utilizando el mouse o el teclado de la computadora.

Las mismas estructuras anatómicas fueron identificadas, por los otros grupos, en cadáveres previamente diseccionados. En este caso las múltiples vistas se realizaban rotando el cadáver en la dirección deseada.

## Evaluación

Al finalizar cada día de enseñanza, todos los estudiantes fueron evaluados de manera individual con el mismo examen de elección múltiple, el cual consistía en reconocer 10 (diez) estructuras anatómicas, referidas a los temas dictados, en 5 fotografías de cadáveres; por ejemplo: una estructura "A" señalada en la fotografía se correspondía a una respuesta correcta entre 4 opciones.

Los exámenes fueron calificados del 1 al 10, según la cantidad de estructuras reconocidas, con el objetivo final de obtener calificaciones promedios en ambos grupos durante los días evaluados, como así también, recabar información sobre el porcentaje de alumnos aprobados considerando como calificación mínima 6 puntos.

Todos los exámenes se llevaron a cabo en un tiempo promedio de 20 minutos. Para asegurar la validez del mismo, la ausencia de conocimientos teóricos y prácticos era un criterio de inclusión fundamental en el estudio.

## Resultados

Todos los alumnos que participaron en las clases de reconocimiento y aprendizaje fueron evaluados. Las calificaciones de los exámenes de elección múltiple fueron agrupadas según el método utilizado por el alumno (modelo 3D basado en la web vs modelo cadavérico), de esta manera pudo ser posible realizar una comparación estadística entre los mismos, utilizando Chi cuadrado y T de Student. Afirmando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos.

La calificación promedio obtenido por los grupos que aprendieron y reconocieron estructuras con material cadavérico (n: 21) durante el primer día fue de 7,47, en el segundo

día el promedio fue 6,82. Los estudiantes que utilizaron el método 3D obtuvieron una calificación promedio de 4,81, durante el primer día y 4,71, en el segundo día del estudio.

El 86% de los alumnos que participaron utilizando los modelos cadavéricos aprobaron el examen el primer día, y durante el segunda día de pruebas el 87%.

Los resultados anteriores difieren de manera significativa de los obtenidos por los alumnos que aprendieron con modelos 3D, el primer día de examen solo el 32% obtuvo una calificación mayor a 6 puntos, mientras que en el segundo día el 38%.

## Conclusión

Los resultados finales del estudio demuestran que el reconocimiento y el aprendizaje de estructuras anatómicas del sistema musculoesquelético, es ampliamente superior utilizando modelos cadavéricos. Datos obtenidos en las evaluaciones finales confirman que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los estudiantes que aprendieron y reconocieron con modelos 3D basados en la web, en contraste con aquellos que lo hicieron con material cadavérico. Las calificaciones más altas y el porcentaje de aprobados fue mayor en los grupos que utilizaron el modelo cadavérico.

Esta conclusión se corresponde con nuestra hipótesis inicial.

## Discusión

Nosotros comparamos de forma directa dos modelos de enseñanza y aprendizaje de anatomía humana que se encuentran en discusión en la actualidad y obtuvimos resultados diferentes a los expuestos por investigaciones posteriores.

Existen estudios que avalan la utilización de los modelos 3D para el aprendizaje activo de anatomía humana (Nicholson et al 2006; Codd et al 2011). Sin embargo, el desarrollo de los estudios, la forma de evaluación o la complejidad de las estructuras anatómicas en evaluación difieren de la presente investigación.

Los modelos 3D pueden ser muy útiles cuando el objetivo principal radica en que los estudiantes reconozcan la anatomía básica del compartimento anterior del antebrazo (Codd et al 2011) o del oído interno (Nicholson et al, 2006). Pero cuando el número de estructuras que deben ser reconocidas y aprendidas, durante una clase típica de anatomía, se incre-

menta, los modelos 3D no brindaron al alumno un beneficio significativo a corto plazo.

A pesar de las múltiples desventajas que posee el cadáver como método de estudio, el aprendizaje con modelos 3D en un aula de anatomía no puede ser utilizada como herramienta principal si los alumnos son evaluados posteriormente con fotografías cadavéricas o piezas de cadáveres auténticas.

## Referencias

1. Petersson H; Sinkvist D; Wang C; Smedby Ö. *Web-based interactive 3D visualization as a tool for improved anatomy learning*. Anatomical Sciences Education. 2009. Volume 2: Pages 61–68. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ase.76/full>
2. McLachlan JC; Bligh J; Bradley P; Searle J. *Teaching anatomy without cadavers*. Medical Education. 2004. Volume 38 (4): Pages 418–424. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2923.2004.01795.x/full>
3. McLachlan JC. *New path for teaching anatomy: Living anatomy and medical imaging vs. dissection*. The anatomical record. 2004. Volume 281 (1): Pages 4–5. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ar.b.20040/full>
4. Winkelmann A. *Anatomical dissection as a teaching method in medical school: A review of the evidence*. Medical Education. 2007. Volume 41. Pages 15–22. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2929.2006.02625.x/abstract>
5. Jones DG. *Reassessing the importance of dissection: A critique and elaboration*. Clinical Anatomy. 1997. Volume 10 (2). Pages 123–127. Available from: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-2353\(1997\)10:2%3C123::AID-CA9%3E3.0.CO;2-W/full](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-2353(1997)10:2%3C123::AID-CA9%3E3.0.CO;2-W/full)
6. Trelease RB; Nieder GL; Dörup J; Hansen MS. *Going virtual with quicktime VR: new methods and standardized tools for interactive dynamic visualization of anatomical structures*. The anatomical record. 2000. Volume 261 (2): Pages 64-77. Available from: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-0185\(200004\)261:2%3C64::AID-AR6%3E3.0.CO;2-O/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-0185(200004)261:2%3C64::AID-AR6%3E3.0.CO;2-O/abstract)
7. Battulga B; Konishi T; Tamura Y; Moriguchi H. *The Effectiveness of an Interactive 3-Dimensional Computer Graphics Model for Medical Education*. Interactive Journal of Medical Research. 2012. Volume 1 (2). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3626131/>
8. Hoyek N; Collet C; Di Rienzo F; De Almeida F; Guillot A. *Effectiveness of Three-Dimensional Digital Animation in Teaching Human Anatomy in an Authentic Classroom Context*. Anatomical Sciences Education. 2014. Volume 1: Pages 1-8. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/261189184\\_Effectiveness\\_of\\_Three-](https://www.researchgate.net/publication/261189184_Effectiveness_of_Three-)
9. Codd A.M; Choudhury B. *Virtual reality anatomy: is it comparable with traditional methods in the teaching of human forearm musculoskeletal anatomy?*. Anatomical Sciences Education. 2011. pp. 119-125. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ase.214>
10. Nicholson D.T; Chalk C.; Funnell W.R.; Daniel S.J. *Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model*. Medical Education. 2006. pp. 1081-1087. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2929.2006.02611.x>