

Aprendizaje de la anatomía musculoesquelética a través de las nuevas tecnologías: ensayo clínico aleatorizado*

Elena Sonsoles Rodríguez-López¹

 <https://orcid.org/0000-0003-4289-9299>

Sofía Olivia Calvo-Moreno¹

 <https://orcid.org/0000-0002-8655-0286>

Eduardo Cimadevilla Fernández-Pola¹

 <https://orcid.org/0000-0002-8168-2845>

Tomás Fernández-Rodríguez¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4271-2415>

Jesús Guodemar-Pérez¹

 <https://orcid.org/0000-0003-4317-9998>

Montserrat Ruiz-López¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4020-728X>

Objetivo: investigar la influencia de la aplicación de nuevas metodologías en el aprendizaje y en la motivación de los alumnos en la asignatura Anatomía. **Método:** estudio de intervención, prospectivo, longitudinal y aleatorizado. Fueron convocados 62 alumnos para evaluar el impacto de diferentes metodologías. Se los dividió aleatoriamente para comparar resultados entre enseñanza con atlas 3D, ultrasonido y metodología tradicional. Los parámetros fueron analizados mediante un cuestionario de evaluación de satisfacción y láminas anatómicas. Se usó ANOVA de medidas repetidas para determinar la significancia estadística. **Resultados:** el 98,1% de los alumnos consideraron muy positiva o positiva la utilización de los seminarios, afirmaron asimismo que el seminario había estimulado su interés por la anatomía. Los alumnos que realizaron el aprendizaje con atlas 3D mejoraron su comprensión de la anatomía ($p=0,040$). En general, los alumnos mejoraron sus puntajes en alrededor del 20%. **Conclusión:** el método tradicional con el agregado de las nuevas tecnologías permite a los alumnos incrementar su interés por la Anatomía Humana, así como adquirir habilidades y competencias en su proceso de aprendizaje.

Descriptores: Anatomía; Educación Basada en Competencias; Enseñanza; Innovación; Ultrasonografía; Anatomía Regional.

* Este artículo hace referencia a la convocatoria "Tecnologías educativas y métodos pedagógicos innovadores en la formación de recursos humanos en salud".

¹ Camilo José Cela University, Madrid, España

Cómo citar este artículo

López ESR, Moreno SOC, Pola ECF, Rodríguez TF, Pérez JG, López MR. Learning musculoskeletal anatomy through new technologies: a randomized clinical trial. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2020;28:e3281. [Access   ]; Available in: . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.3237.3281>.

URL

mes día año

Introducción

La asignatura de Anatomía Humana es obligatoria en todas las carreras universitarias de Ciencias de la Salud. Su estudio y comprensión requiere de diferentes habilidades por parte del alumno que implican un esfuerzo considerable para comprender las diferentes estructuras corporales, comunicación utilizando un lenguaje técnico preciso y una orientación corporal y espacial adecuada. El equilibrio entre la adquisición de conocimientos, habilidades y resultados de aprendizaje es complejo. Es un reto y una necesidad para cada docente actualizar sus capacidades para mejorar la calidad de su enseñanza.

El proceso de aprendizaje, al igual que el desafío de memorizar información relevante, consiste también en la habilidad de utilizar recursos para encontrar, evaluar y aplicar dicha información. Sin embargo, la cantidad de contenido de la materia de Anatomía deja poco tiempo al estudiante para mejorar la comprensión e integración de los conceptos⁽¹⁾.

Las clases magistrales son efectivas en la transmisión de la información y en orientar el estudio⁽²⁻³⁾. No obstante, numerosas investigaciones afirman que la utilización de metodologías diferentes, como la enseñanza basada en problemas, prácticas, y otras metodologías participativas grupales, potencian la integración de los conocimientos adquiridos durante la clase magistral⁽⁴⁾. Esto resulta de especial interés en una materia como Anatomía Humana, donde los libros de texto reflejan una realidad diferente a la posibilidad de observar la estructura anatómica en tiempo real mediante ultrasonido⁽⁵⁾. Aquellos que estudian Anatomía con ayuda de técnicas de imagen, no solo tienen una percepción positiva a corto plazo, sino que la mantienen años después⁽⁴⁾.

Por eso es necesario abordar esta problemática dentro de la comunidad universitaria activa, en razón de la creciente demanda de estudiantes con intenciones de mejorar sus perfiles profesionales en el ámbito clínico y con programas de estudio cada vez más orientados a las nuevas tecnologías. En razón de ello se ha diseñado un programa que integra diferentes metodologías docentes en proporciones adecuadas, con el objeto de maximizar tanto la adquisición de conocimientos, como el desarrollo de competencias. Asimismo, se pretende elaborar un baremo de medición del aprendizaje que evalúe la adquisición de conocimientos, además de aquellas competencias vinculadas a esta asignatura. Con base en lo explicado, el presente estudio asumió como hipótesis que la intervención educativa con nuevas metodologías es una estrategia efectiva para mejorar el conocimiento de la anatomía musculoesquelética. El

propósito de este estudio fue investigar la influencia de la aplicación de nuevas metodologías en el aprendizaje y en la motivación de los alumnos en la asignatura Anatomía.

Método

Se llevó a cabo un estudio de intervención, prospectivo, longitudinal y aleatorizado. El estudio fue implementado durante un periodo de 8 semanas. Un total de 62 alumnos, 20 mujeres y 42 hombres, del primer año de las carreras de Fisioterapia y/o Enfermería de la Universidad Camilo José Cela fueron reclutados para evaluar el impacto de una aproximación metodológica innovadora, con base en una estrategia experimental. Los alumnos participaron voluntariamente, todos los candidatos que expresaron interés en formar parte del estudio fueron incluidos. Cada alumno fue invitado a participar en seminarios con una duración de 90 minutos cada uno. La metodología consistió en comparar los resultados entre un grupo de estudio que utilizó atlas en 3D (n=23), otro grupo de estudio haciendo uso de ultrasonido (n=20) y un grupo control con clase magistral clásica (n=19). El cuerpo docente fue el mismo para todos. Los grupos fueron conformados en función del equipo de prácticas al que pertenecía cada alumno, la metodología seleccionada para cada grupo fue decidida de forma aleatoria por el cuerpo docente. El proceso de randomización se realizó con ayuda de una tabla de números aleatorios generada con Epi Info versión 7.1.4. En ningún caso los alumnos conocían la metodología de enseñanza que habría de corresponderles.

Los contenidos fueron impartidos al grupo control conforme la metodología clásica basada en la clase magistral guiada por libros de anatomía, en función de las regiones anatómicas y sus correspondientes láminas, además de la realización de prácticas de anatomía palpatoria. En el grupo de estudio con atlas 3D se aplicó una metodología mixta de clase magistral con respaldo del atlas 3D. Para la práctica de anatomía palpatoria se adoptó el modelo de los siete pasos⁽⁶⁾. Con el grupo de estudio ecográfico se aplicó metodología mixta de clase magistral orientada por ultrasonido. Las prácticas de anatomía palpatoria se realizaron con ayuda del ecógrafo. El temario y el número de horas recibido por ambos grupos fue el mismo.

Para la evaluación del objetivo se observaron diferentes parámetros:

Datos sociodemográficos: edad, sexo, estudios universitarios previos, horas semanales dedicadas al estudio de la anatomía, método habitual de estudio de la anatomía y existencia de conocimientos previos de anatomía.

Cuestionario de evaluación de satisfacción. al finalizar cada uno de los seminarios de metodología, se le entregó a cada participante un cuestionario basado en una escala tipo Likert con 5 ítems de evaluación (1-Muy positivo, 2- Positivo, 3- Normal, 4- Negativo, 5- Muy negativo), para evaluar la percepción subjetiva de la metodología del estudio.

Láminas de anatomía: previo a los seminarios e inmediatamente después de los mismos, los participantes fueron evaluados utilizando láminas de anatomía seleccionadas por el cuerpo docente (región del hombro, corte transversal del brazo, región anterior del abdomen, compartimento lateral de la pierna y región interna del tobillo) para evaluar el aprendizaje. Cada una de las láminas recibía un puntaje total de 10, calculándose asimismo un promedio del resultado total de las 6 láminas consideradas.

El estudio se realizó de acuerdo con los estándares éticos de la Declaración de Helsinki⁽⁷⁾, y se respetó la confidencialidad de los datos del participante⁽⁸⁾. Antes de su participación, los alumnos recibieron información por escrito respecto de los objetivos y procedimientos del estudio, y aceptaron firmar una declaración de

consentimiento informado. Este estudio fue evaluado por el Comité de Investigación Ética de la Universidad Camilo José Cella (España, ENMDEAP). Fue inscripto en el Registro de *Australian and New Zealand Clinical Trials* bajo el número ID378931. Asimismo, se comprobaron los 25 elementos del *checklist* correspondientes a la Declaración de CONSORT⁽⁹⁾.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 22.0 (SPSS Science, Chicago, Estados Unidos). Se realizó estudio descriptivo de cada una de las variables en tablas con media \pm DS (desviación estándar) e intervalo de confianza del 95%; las variables nominales se expresaron en porcentajes. La prueba de Shapiro-Wilk mostró una distribución normal de las variables cuantitativas ($p > 0,05$), existió distribución homogénea entre los diferentes grupos de estudio ($p > 0,05$). Se utilizó análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA) de modelo lineal con ajuste Bonferroni para comprobar el perfil del cambio en el resultado pre-seminario y post-seminario de los tres grupos de estudio y la comparación por pares según tiempo y grupo. Se estableció una confianza del 95%, un nivel de significancia $p < 0,05$; valor considerado como universalmente adecuado para investigaciones biomédicas.

Resultados

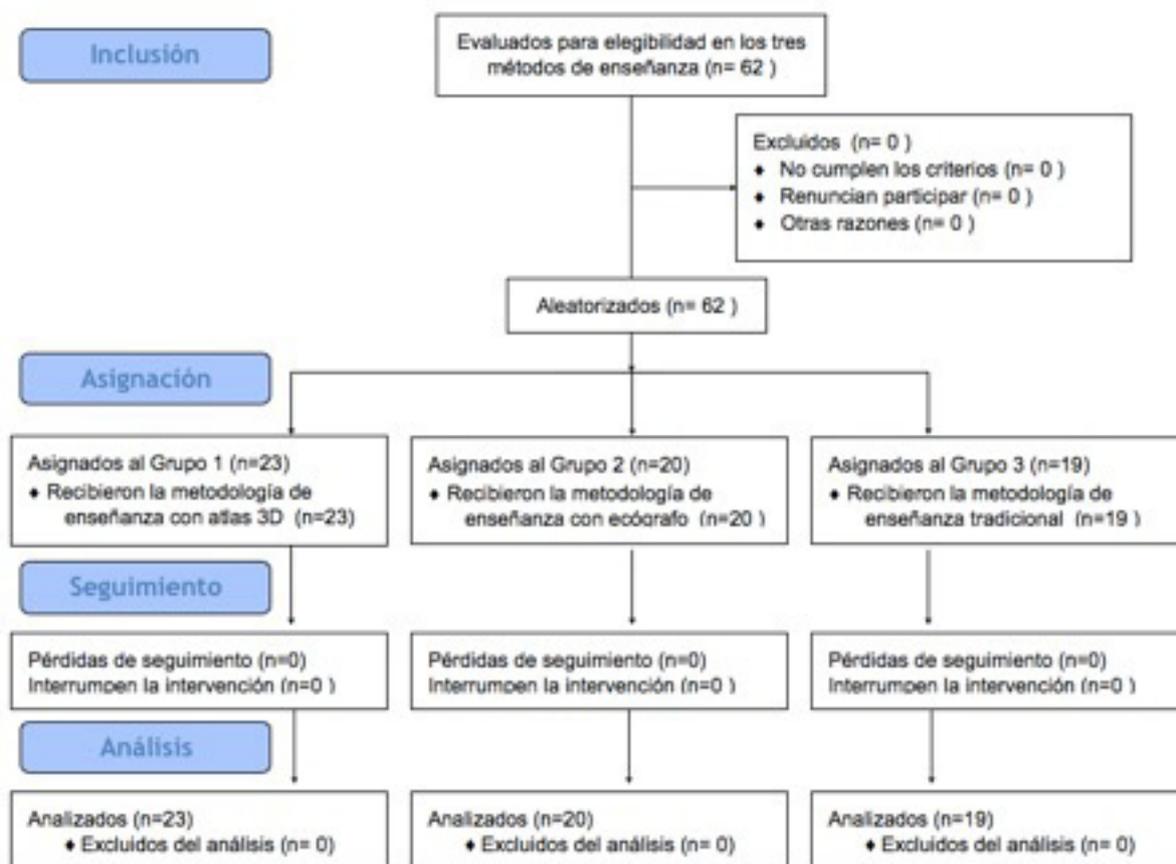


Figura 1 – Diagrama de flujo del estudio. Madrid, España, 2018

Un total de 62 alumnos con una edad de $25,63 \pm 7,62$ años, 32,3% mujeres y 67,7% hombres, participaron del estudio entre Febrero-Abril de 2018 (Figura 1). El 41,1% no poseía estudios universitarios previos, el 27,9% eran graduados, 18% Licenciados en Ciencias de la Actividad Física y Deporte, 1,6% en Enfermería, 6,6% en Terapia Ocupacional, 3,3% en Fonoaudiología y 1,6% médicos.

Durante el estudio, el 56,7% no ejercía su profesión. Respecto del método habitual de estudio de la anatomía, el 53,3% optó por la combinación de libros de texto, vídeos y atlas en 3D para su estudio, mientras que el 33,3% solo utilizó los libros de texto, aplicando $3,03 \pm 3$ horas semanales al estudio de la anatomía. El 70% de los estudiantes declaró tener conocimientos previos de anatomía.

Tabla 1- Análisis de la covarianza para la calificación de las láminas de anatomía. Madrid, España, 2018

		Grupo Atlas 3D(n=23)		Grupo ultrasonido(n=20)		Grupo control(n=19)		p valor*
		Media(SD*)	p valor†	Media(SD*)	p valor†	Media(SD*)	p valor†	
Hombro	Pre	4,43(3,18)		4,60(3,05)		3,21(3,83)		
	Pos	4,30(3,81)	0,871	4,95(4,95)	0,858	4,26(3,69)	0,880	0,611
Brazo	Pre	1,22(3,23)		3,15(4,23)		1,84(3,84)		
	Pos	2,39(3,95)	0,274	4,90(4,49)	0,130	3,16(4,15)	0,265	0,930
Abdomen1	Pre	1,70(1,42)		1,60(1,87)		2,05(1,61)		
	Pos	2,17(1,46)	0,202	2,40(1,78)	0,049	3,16(1,86)	0,009	0,003
Abdomen2	Pre	4,26(2,98)		5,50(3,44)		4,53(2,93)		
	Pos	4,30(3,86)	0,961	3,75(3,65)	0,072	4,63(3,71)	0,915	0,300
Pierna	Pre	5,04(2,45)		4,40(3,05)		4,84(2,79)		
	Pos	5,30(3,54)	0,683	4,00(3,94)	0,560	5,00(3,09)	0,822	0,757
Tobillo	Pre	0,57(2,15)		0,60(1,23)		0,32(0,94)		
	Pos	1,57(2,84)	0,147	2,10(4,66)	0,044	1,47(2,50)	0,127	0,879
Total	Pre	2,93(1,83)		3,46(1,69)		2,84(1,91)		
	Pos	3,25(2,39)	0,541	3,55(3,26)	0,875	3,64(2,31)	0,164	0,658

*DS = Desviación estándar; †p valor (tiempo) = Resultados de la comparación por pares de tiempo (basado en el ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni); †p valor (tiempo*grupo) = Resultados de las pruebas de efectos intra-sujetos (basado en la esfericidad asumida)

Los datos obtenidos para el objetivo principal son los siguientes: la puntuación media de los estudiantes obtenida con las láminas en la instancia previa a los seminarios fue de $3,46 \pm 1,8$ puntos sobre 10, el mayor índice de acierto se encontró en la lamina del compartimento lateral de la pierna con $4,74 \pm 3,12$ puntos y el mayor índice de fallos correspondió a las estructuras internas del tobillo con $0,50 \pm 1,55$ puntos. Luego de 90 minutos del dictado de los seminarios con diferente metodologías (Tabla 1), los alumnos mejoraron sus puntajes en alrededor de un 20% en la resolución de las láminas (15,53% el grupo de atlas en 3D, 10,03% el grupo de ecografía y 28,98% el grupo de enseñanza tradicional). En los datos reportados por la ANOVA de medidas repetidas, encontramos una interacción significativa entre los factores grupo y tiempo para la lámina de Abdomen-1 ($F [2,59] = 6,42$;

$p=0,003$; $n^2 = 0,179$). Específicamente, el análisis *post-hoc* mostró diferencias estadísticamente significantes entre los resultados antes y después del seminario para el grupo con ecografía ($p=0,049$) y el grupo de enseñanza tradicional ($p=0,009$). En la lámina de tobillo no existió interacción significativa entre los factores grupo y tiempo ($F [2,59] = 0,129$; $p=0,879$, $n^2 = 0,179$); pero sí existió un efecto importante de tiempo en el tipo de enseñanza ($F [1,59] = 8,61$; $p=0,005$; $n^2 = 0,127$), se encontró en el análisis *post-hoc* una mejoría significativa en el grupo de ultrasonido ($p=0,044$). Tampoco existió interacción significativa entre los factores grupo y tiempo ($F [2,59] = 0,930$; $p=0,879$; $n^2 = 0,145$) en la lámina de brazo; pero sí existió efecto temporal importante en el tipo de enseñanza ($F [1,59] = 4,74$; $p=0,033$; $n^2 = 0,074$). En las láminas de hombro, abdomen-2 y pierna no existieron cambios significantes ($p>0,05$).

Tabla 2 - Resultados del Cuestionario de Evaluación de Satisfacción. Madrid, España, 2018

	Muy positivo	Positivo	Normal
1. En general, ¿le ha resultado útil el seminario?	67,9 %	30,2 %	1,9 %
2. ¿Ha estimulado el seminario su interés por la anatomía?	67,9 %	30,2 %	1,9 %
3. ¿Ha mejorado el seminario su comprensión de la anatomía?	52,8 %	41,5 %	5,7 %
4. ¿Le ha gustado la modalidad interactiva de la presentación?	63,5 %	32,7 %	3,8 %
5. ¿Estuvo bien organizado?	53,8 %	40,4 %	5,8 %
6. ¿Considera que este enfoque es útil como ayuda para comprender la relevancia clínica de la anatomía?	66,0 %	34,0 %	0 %
7. ¿Le gustaría que se repitiese este seminario enfocado en otra región anatómica?	69,8 %	30,2 %	0 %

Respecto al objetivo secundario del estudio, analizado mediante el cuestionario de evaluación de satisfacción (Tabla 2), el 98,1% de los alumnos consideró como muy positiva (67,9%) o positiva (30,2%) la utilidad del

seminario; el mismo porcentaje afirmó que el seminario había estimulado su interés por la anatomía. La modalidad interactiva del seminario fue calificada como muy positiva (63,5%) o positiva (32,7%) por los estudiantes. Todos los

alumnos consideraron que el seminario debía repetirse con otras regiones anatómicas. En los diferentes grupos metodológicos no existieron diferencias significantes en la valoración de los ítems del cuestionario de evaluación de satisfacción ($p > 0,005$), excepto para la pregunta "¿Ha mejorado el seminario su comprensión de la anatomía?", en la que se observaron diferencias significantes entre los grupos ($\chi^2 [4] = 10,05$; $p = 0,040$), habiendo sido considerada como muy positiva por el 46,4% de los alumnos que recibieron la enseñanza a través del atlas en 3D, por el 17,9 % de quienes realizaron su aprendizaje a través de ultrasonidos y del 35,7% de quienes recibieron enseñanza tradicional.

Discusión

Los estudiantes se sienten abrumados por la enorme cantidad de información que reciben durante el desarrollo de la asignatura⁽¹⁰⁻¹¹⁾. La incorporación de nuevas tecnologías a las clases de anatomía permite la observación del sistema *in vivo* y mejora la comprensión de la relación espacial y la distribución entre las varias estructuras anatómicas para los estudiantes⁽¹²⁾. En esta investigación, el porcentaje promedio de los puntajes del cuestionario de satisfacción indicó que los estudiantes percibieron al uso de nuevas tecnologías como altamente ventajoso para su aprendizaje. Considerando que el uso de metodologías mixtas, libros de texto, material en línea y vídeos, etcétera, facilitan la comprensión y adquisición de habilidades y competencias, puede concluirse en que la introducción de nuevas tecnologías facilita el estudio de la anatomía y su aplicación clínica⁽¹³⁻¹⁴⁾.

Los resultados obtenidos en este estudio brindan datos claros en torno a si la enseñanza con nuevas tecnologías motiva e incrementa el interés por la Anatomía Humana. Nuestros datos, al igual que los de otros estudios⁽¹⁵⁻¹⁷⁾, sugieren que emplear nuevas tecnologías, como modelos 3D, resulta útil y estimula el interés por el estudio de la anatomía. La enseñanza basada en atlas en 3D determina que los estudiantes refieran una mejor comprensión de la Anatomía Humana. Llamativamente, cuando los estudiantes volvieron a revisar las láminas de las diferentes regiones anatómicas, incrementaron su índice de aciertos cuando recibieron la clase magistral respaldada con atlas tradicionales; no obstante, las tres metodologías de enseñanza vieron aumentado su índice de aciertos para la resolución de las láminas. Los resultados sugieren que un método multimodal de enseñanza con dictado de clase magistral, atlas tradicionales, atlas en 3D y ultrasonidos influirá positivamente en el aprendizaje de la Anatomía por parte de los alumnos.

Se han realizado estudios similares con estudiantes de medicina, enfermería y podología^(18,19). En el

presente trabajo existe una mayor diversidad muestral, considerándose que todos los participantes eran alumnos de Fisioterapia y/o Enfermería, siendo que alrededor del 60% contaba con formación universitaria previa. Todos los estudiantes fueron de primer año, ya que basándonos en estudios anteriores⁽²⁰⁾, el nivel de participación es mayor en dicho segmento, en razón de que el nivel de cansancio de los alumnos es menor que el de sus compañeros de cursos superiores.

Dentro de los enfoques utilizados en la enseñanza estándar de la anatomía, se encuentra el uso de libros de texto, conferencias didácticas o estudios de casos clínicos⁽²⁰⁾, considerados como los menos efectivos por los estudiantes. Diversos autores⁽⁵⁾ respaldan esta idea, concluyendo en que sólo 3 de los libros de texto estudiados brindan información sólida y constituyen la base correcta para comprender la Anatomía. Sin embargo, algunas técnicas de radiodiagnóstico, como la ecografía, permiten una visualización de las estructuras anatómicas en tiempo real, de forma dinámica, sin la agresión que puede suponer una disección o el aspecto estático de las imágenes de los atlas de anatomía⁽²¹⁾, haciendo posible combinar la palpación y localización de las estructuras descritas, vinculándolo a un proceso de percepción mediado por el tacto y la imagen⁽¹⁰⁾, evitando los posibles errores que podrían suceder en la palpación^(9,22).

Es por esto que, desde hace años, diversos estudios han tratado de demostrar la utilidad del ultrasonido como método complementario para el estudio de la Anatomía, con resultados promisorios⁽²³⁻²⁸⁾, si bien una revisión publicada recientemente concluye en que es necesaria más investigación sobre el tema⁽²⁹⁾.

Respecto de la influencia de las nuevas tecnologías en el aprendizaje de la Anatomía, los alumnos mejoraron su índice de acierto en un 20%, con resultados similares a los de otros estudios⁽¹³⁾, difiriendo de los obtenidos en otra investigación⁽¹⁹⁾, aunque en esta última se concluye en que la mejora tecnológica del simulador utilizado podría ser clave en la obtención de resultados similares a los aquí descritos. Cabe señalar que la mayor tasa de mejora es obtenida por el grupo control, por lo que parece que, a pesar de lo revisado en los estudios anteriormente citados, el método tradicional puede ser el más apropiado para mejorar el rendimiento académico de los alumnos.

Las limitaciones del estudio fueron el tamaño muestral, así como la cuantificación del aprendizaje y satisfacción a corto plazo. Consideramos que para futuras investigaciones sería interesante aumentar el número de alumnos, realizar comparaciones con otros métodos tradicionales, como por ejemplo la enseñanza con material cadavérico, o comprobar si el grado de satisfacción y los conocimientos adquiridos se mantienen en años futuros.

Conclusión

La utilización de nuevas tecnologías como respaldo a la enseñanza de metodología tradicional en la asignatura de Anatomía Humana permite a los alumnos incrementar su interés, así como adquirir habilidades y competencias durante su proceso de aprendizaje. Las tres metodologías de enseñanza, clase magistral, atlas 3D y ultrasonidos, demuestran un efecto potencialmente beneficioso para el aprendizaje de la Anatomía Humana, sin encontrarse diferencias entre ellas. Con este estudio destacamos la importancia de captar las preferencias de los estudiantes para optimizar los métodos de enseñanza utilizados en el plan de estudios de Anatomía Humana.

Referencias

- Lujan HL, Di Carlo SE. Too much learning, not enough learning: what is the solution? *Adv Physiol Educ.* 2006;30(1):17-22. doi: <https://doi.org/10.1152/advan.00061.2005>
- Gage N, Berliner D. *Educational psychology.* Boston: Houghton Mifflin; 1998.
- Hudson JN, Buckley P. An evaluation of case-based teaching: evidence for continuing benefit and a realization of aims. *Adv Physiol Educ.* 2004;28:15-22. doi: <https://doi.org/10.1152/advan.00019.2002>
- Waters JR, Van Meter P, Perrotti W, Drogo S, Cyr RJ. Cat dissection vs. sculpting human structures in clay: an analysis of two approaches to undergraduate human anatomy laboratory education. *Adv Physiol Educ.* 2005;29:27-34. doi: <https://doi.org/10.1152/advan.00033.2004>
- Azer S. The place of surface anatomy in the medical literature and undergraduate anatomy textbooks. *Anat Sci Educ.* 2013;6:415-32. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1368>
- Aubin A, Gagnon K, Morin C. The seven-step palpation method: a proposal to improve palpation skills. *Int J Osteopath Med.* 2014;17:66-72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2013.02.001>
- Krleza-Jeric K, Lemmens T. 7th revision of the Declaration of Helsinki: good news for the transparency of clinical trials. *Croat Med J.* 2009;50:105-10. doi: 10.3325/cmj.2009.50.105
- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter personal. [Internet] [Acceso 18 feb 2018]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/lo/1999/12/13/15/con>
- CONSORT – Transparent reporting of trials. [Internet]. [cited Dec 12, 2019]. Available from: <http://www.consort-statement.org/>
- Smith CF, Mathias HS. Medical students' approaches to learning anatomy: students' experiences and relations to the learning environment. *Clin Anat.* 2010 Jan;23(1):106-14. doi: <https://doi.org/10.1002/ca.20900>
- Eagleton S. Designing blended learning interventions for the 21st century student. *Adv Physiol Educ.* 2017 Jun;41(2):203-11. doi: <https://doi.org/10.1152/advan.00149.2016>
- Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: a critical review. *Ann Anat.* 2016 Nov;208:151-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010>
- Gal-Iglesias B, Busturia-Berrade I, Garrido-Astray MC. Nuevas metodologías docentes aplicadas al estudio de la fisiología y la anatomía: estudio comparativo con el método tradicional. *Educ Med.* 2009;12(2):117-24. doi: <https://doi.org/10.4321/S1575-18132009000300008>
- Choi-Lundberg DL, Low TF, Patman P, Turner P, Sinha SN. Medical student preferences for self-directed study resources in gross anatomy. *Anat Sci Educ.* 2016 Mar-Apr;9(2):150-60. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1549>
- Lo S, Abaker ASS, Quondamatteo F, Clancy J, Rea P, Marriott M, et al. Use of a virtual 3D anterolateral thigh model in medical education: augmentation and not replacement of traditional teaching? *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2020 Feb;73(2):269-75. doi: 10.1016/j.bjps.2019.09.034
- Preece D, Williams SB, Lam R, Weller R. "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anat Sci Educ.* 2013 Jul-Aug;6(4):216-24. doi: 10.1002/ase.1345
- Petersson H, Sinkvist D, Wang C, Smedby O. Web-based interactive 3D visualization as a tool for improved anatomy learning. *Anat Sci Educ.* 2009 Mar-Apr;2(2):61-8. doi: 10.1002/ase.76
- Mirjalili SA, Stringer MD. The need for an evidence-based reappraisal of surface anatomy. *Clin Anat.* 2012 Oct;25(7):816-8. doi: <https://doi.org/10.1002/ca.22142>
- Hariri S, Rawn C, Srivastava S, Youngblood P, Ladd A. Evaluation of a surgical simulator for learning clinical anatomy. *Med Educ.* 2004 Aug;38(8):896-902. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.01897.x>
- Peeler J, Bergen H, Bulow A. Musculoskeletal anatomy education: evaluating the influence of different teaching and learning activities on medical students perception and academic performance. *Ann Anat.* 2018 Sep;219:44-50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.05.004>
- Stringer MD, Duncan LJ, Samalia L. Using real-time ultrasound to teach living anatomy: an alternative model for large classes. *N Z Med J.* 2012 Sep [cited 2019 Dec 12];125(1361):37-45. Available from: <https://www.nzma.org.nz/journal/read-the-journal/all-issues/2010-2019/2012/vol-125-no-1361/article-stringer>

22. Cho JC, Reckelhoff K. The impact on anatomical landmark identification after an ultrasound-guided palpation intervention: a pilot study. *Chiropr Man Therap*. 2019 Oct;27:47. doi: 10.1186/s12998-019-0269-4
23. Swamy M, Searle RF. Anatomy teaching with portable ultrasound to medical students. *BMC Med Educ*. 2012 Oct;12(1):99-103. doi: 10.1186/1472-6920-12-99
24. Sweetman GM, Crawford G, Hird K, Fear MW. The benefits and limitations of using ultrasonography to supplement anatomical understanding. *Anat Sci Educ*. 2012 Oct;6(3):141-8. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1327>
25. So S, Patel RM, Orebaugh SL. Ultrasound imaging in medical student education: impact on learning anatomy and physical diagnosis. *Anat Sci Educ*. 2017 Mar;10(2):176-89. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1630>
26. Heilo A, Hansen AB, Holck P, Laerum F. Ultrasound "electronic vivisection" in the teaching of human anatomy for medical students. *Eur J Ultrasound*. 1997 Jun;5:203-7. doi: [https://doi.org/10.1016/S0929-8266\(97\)00015-3](https://doi.org/10.1016/S0929-8266(97)00015-3)
27. Jamniczky HA, Cotton D, Paget M, Ramji Q, Lenz R, McLaughlin K et al. Cognitive load imposed by ultrasound-facilitated teaching does not adversely affect gross anatomy learning outcomes. *Anat Sci Educ*. 2017 Mar;10(2):144-51. doi <https://doi.org/10.1002/ase.1642>
28. Varsou O. The use of ultrasound in educational settings: what should we consider when implementing this technique for visualisation of anatomical structures? *Adv Exp Med Biol*. 2019;1156:1-11. doi: 10.1007/978-3-030-19385-0_1
29. Feilchenfeld Z, Dornan T, Whitehead C, Kuper A. Ultrasound in undergraduate medical education: a systematic and critical review. *Med Educ*. 2017 Apr;51(4):366-78. doi <https://doi.org/10.1111/medu.13211>

Recibido: 11.11.2019

Aceptado: 08.03.2020

Editor Asociada:
César Calvo-Lobo

Copyright © 2020 Revista Latino-Americana de Enfermagem

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY.

Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.

Autor de correspondencia:

Elena Sonsoles Rodríguez-López

E-mail: esrodriguez@ucjc.edu

 <https://orcid.org/0000-0003-4289-9299>