

Percepción del uso de aplicaciones 3D de anatomía humana en estudiantes de Kinesiología

Verónica Sofía D'Angelo^{a,†,‡}, Daniel Albino Airasca^{a,§}

Facultad de Medicina



Resumen

Introducción: En una universidad privada se propusieron algunas estrategias para disminuir los niveles de deserción en el ciclo introductorio, mediante innovaciones en asignaturas con elevado número de contenidos que evidencian un bajo rendimiento académico. Se propuso incluir el uso de aplicaciones 3D para el aprendizaje de anatomía humana en una Licenciatura de Kinesiología y Fisiatría, con una estrategia pedagógica colaborativa basada en recomendaciones internacionales para aplicaciones de anatomía 3D educativas –tales como el uso de planos canónicos y referencias de orientación espacial– y en sugerencias para el aprendizaje colaborativo.

Objetivo: Explorar la percepción de un grupo de estudiantes de kinesiología en relación a dos aplicaciones

3D para el aprendizaje de anatomía humana mediante una estrategia pedagógica colaborativa y metacognitiva.

Método: Estudio exploratorio. Cuestionario TAM de aceptación de tecnología a través de Google Forms a 60 estudiantes de ciclo básico de Kinesiología y Fisiatría. Las variables principales son la facilidad de uso y la utilidad percibidas.

Resultados: Los resultados de la encuesta indicaron una alta aceptación general de ambas aplicaciones. La utilidad percibida es favorable en un 82% y muy favorable en un 18%. La facilidad de uso percibida es favorable en un 72% y desfavorable en un 28%. Se mostró cierta preferencia por Visible Body en la encuesta de opinión (83.33% vs 16.67%).

Conclusiones: La percepción general es positiva para

^a Universidad Abierta Interamericana (UAI), Rosario, Santa Fe, Argentina.

ORCID ID:

[†] <https://orcid.org/0000-0002-3170-4313>

[‡] <https://orcid.org/0000-0002-1082-8827>

[§] Recibido: 3-marzo-2022. Aceptado: 7-junio-2022.

* Autor para correspondencia: Verónica Sofía D'Angelo. Av. Ovidio Lagos 944, (2000), Rosario, Santa Fe, Argentina. Teléfono: (54) 3400 473047.

Correo electrónico: Veronica.Dangelo@uai.edu.ar

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

la manipulación de la aplicación con la estrategia mencionada. Dada la alta probabilidad de uso futuro, es viable realizar nuevos estudios para investigar la relación entre el aprendizaje de conceptos anatómicos y el uso de aplicaciones 3D.

Palabras clave: Aplicaciones 3D; aprendizaje de anatomía humana; aprendizaje colaborativo; estudiantes de medicina preclínica; kinesiología.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Kinesiology Student's Perceptions of 3D Applications for Human Anatomy Learning Abstract

Introduction: In a private university, some strategies were proposed to reduce dropout levels at the introductory courses, through innovations in subjects with a high number of topics that show low academic performance. The use of 3D applications for human anatomy learning was proposed in a Kinesiology and Physiatry degree, with a teaching strategy based on international recommendations for 3D anatomy learning -such as the benefit of canonical planes and spatial orientation references- and in suggestions for collaborative learning.

Objective: Exploring Kinesiology Student's perceptions of 3D applications for human anatomy learning through a metacognitive collaborative teaching strategy.

Method: Exploratory study. TAM technology acceptance questionnaire in Google Forms to 60 students of introductory course of Kinesiology and Physiatry. The main variables are perceived ease of use and perceived usefulness.

Results: The results of the survey indicated a high general acceptance of both applications. The perceived utility is favorable in 82% and very favorable in 18%. The perceived ease of use is favorable at 72% and unfavorable at 28%. Some preference was shown for Visible Body in the opinion poll (83.33% vs. 16.67%).

Conclusions: There is an overall positive perception of the application manipulation with such a strategy. Given the high probability of future use, further studies are feasible to investigate the relationship between learning anatomical concepts and the use of 3D applications.

Keywords: 3D Applications; human anatomy learning; collaborative learning; preclinical medical students; kinesiology.

This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

INTRODUCCIÓN

La deserción temprana constituye una preocupación compartida por las universidades latinoamericanas tanto en el sector público como en el privado. En general, la producción científica sobre rendimiento académico y abandono señala entre sus principales determinantes, factores individuales vinculados a la formación académica previa³¹ o a características personales de los estudiantes y de su entorno social, que impactan sobre el rendimiento académico en el primer año, por ejemplo¹⁻³.

Dado que el desempeño durante los primeros años es un predictor del éxito posterior, es de vital importancia el diseño de estrategias metodológicas destinadas a fortalecer el acompañamiento educativo de los ingresantes en esta etapa, el seguimiento

de sus experiencias en la universidad, la detección de núcleos problemáticos y la rápida implementación de estrategias promotoras de la retención del alumnado. Entre las estrategias de retención propuestas por diversos autores, Celada y Lattuada⁴ sugieren: la detección temprana de la población de riesgo y la intervención inmediata. Para lo primero, es menester contar con mecanismos de relevamiento rápido de la población en riesgo antes del primer cuatrimestre⁵. En relación a la intervención, proponen una serie de acciones. Las más importantes son: priorizar el factor pedagógico, reforzar los sistemas de tutorías a través de entornos online, evaluación continua, ubicación del aprendizaje en contextos de la vida real, y la implementación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos

de enseñanza para generar feedback entre docentes y estudiantes, por su flexibilidad para adaptarse a la vida cotidiana de los estudiantes, en tanto consumidores de tecnología y usuarios de redes sociales.

Lattuada⁶ señala dos cuestiones que no han tenido una consideración suficiente en el debate académico ni en las políticas de retención: en primer lugar, las “reformas de los planes de estudio con foco en el primer año”, de modo tal que las asignaturas sean pocas y generales, y que algunas de ellas “otorguen la vivencia de la práctica profesional de ese campo”. Estos cambios en las asignaturas se produjeron parcialmente. Sin embargo, aún se imparten, durante el ciclo básico, asignaturas que concentran un gran número de contenidos que evidencian un bajo rendimiento académico, y a las que se atribuye gran parte del desaliento en esta etapa de vulnerabilidad para la población estudiantil que no cuenta con una sólida formación académica previa. Tal es el caso de *anatomía humana* en los primeros años de carreras de medicina y ciencias de la salud.

Este estudio se desarrolló con un grupo de estudiantes de Kinesiología y Fisiatría de una universidad privada de Rosario, Argentina, en la cual se implementó un proyecto de seguimiento y acompañamiento de los estudiantes ingresantes con miras a disminuir los niveles de deserción. La dirección de carrera, desde una perspectiva pedagógica de aprendizaje recíproco en red⁷⁻⁹ convocó a un equipo interdisciplinar formado por profesores del área de anatomía e informática para estudiar la percepción de los estudiantes acerca de aplicaciones 3D para el estudio de anatomía humana durante las clases de Informática aplicada.

Entre las dificultades que se presentan durante el estudio de la anatomía humana, es de destacar el número elevado de términos y definiciones, y la dificultad para acceder a un material ilustrativo de estudio de manera ordenada y sistemática. Diferentes trabajos han identificado las dificultades de aprendizaje, predictores de rendimiento^{10,11}, percepciones de los estudiantes y motivación¹²⁻¹⁵. En general se concluye que es necesario aumentar las actividades prácticas de anatomía en las carreras médicas¹⁶. Algunos autores han señalado que las dificultades de los ingresantes para incorporar y recordar conceptos de anatomía, no estriba solo en un factor técnico

(como el enriquecimiento de las clases con videos e información visual), sino la persistencia de los estilos tradicionales de enseñanza-aprendizaje en el aula^{7,8}.

El estudiante de kinesiología tiene un acercamiento particular al conocimiento anatómico que no está condicionado por el aprendizaje a nivel de detalle antes de llegar al conocimiento de la patología. El kinesiólogo debe dominar la anatomía macroscópica responsable del movimiento corporal y utilizar directamente la ejercitación física o el tacto para tratar las patologías. En este sentido, puede resultar un buen ejercicio combinar material en video para presentar el caso, y herramientas 3D para explorar los elementos anatómicos en detalle.

La inclusión de tecnologías en la enseñanza de la anatomía, tanto de tecnología digital tradicional (2D), como la visualización (3D), realidad virtual (RV) o realidad aumentada (RA), ha suscitado un debate más profundo de lo que se suele suponer. La resolución de los problemas planteados depende, en parte, de la posibilidad de establecer un marco interdisciplinar, porque no se trata de dificultades inherentes a la enseñanza de anatomía, sino a la enseñanza con 3D, en particular, al problema de la carga cognitiva de las aplicaciones.

Se presenta una clasificación general de algunas experiencias recientes en tres grupos (para una revisión exhaustiva ver Preim y Saalfeld¹⁹), según el marco teórico y metodología. Algunas de ellas, enmarcadas dentro del constructivismo social, utilizan abordajes desde la cognición situada, el aprendizaje basado en problemas y la investigación acción, con una visión marcadamente positiva respecto de la inclusión de tecnología como modo de acercamiento a la práctica, para relacionar los conceptos teóricos con las situaciones reales²⁰⁻²². Un segundo grupo lo constituyen las investigaciones que comparan la percepción de los estudiantes respecto de los distintos materiales utilizados en la enseñanza de anatomía, por ejemplo, comparan materiales tradicionales y nuevas tecnologías^{14,23}. Otras investigaciones provenientes de la psicología cognitiva, la inteligencia artificial y la Human Computer Interaction (HCI), han desarrollado enfoques experimentales para evaluar el rendimiento cognitivo de la interacción con objetos tridimensionales, con miras al desarrollo de aplicaciones. Han obtenido resultados en su mayoría

favorables, pero han detectado algunos inconvenientes en torno a la manipulación del 3D como recurso de aprendizaje, que han dado lugar a propuestas de actualización de los diseños de aplicaciones²⁴⁻²⁹.

Si bien no todo el software incluye ayudas técnicas como las referencias de orientación espacial^{27,30}, es posible instruir a los estudiantes durante las clases acerca de estas limitaciones, y encontrar modos de operar con la interface de la herramienta 3D, según las recomendaciones de dichas investigaciones³¹.

OBJETIVO

Se propuso explorar la percepción de un grupo de estudiantes de kinesiología en relación a dos aplicaciones 3D para el aprendizaje de anatomía humana mediante una estrategia pedagógica colaborativa *online*, basada en recomendaciones para disminuir la carga cognitiva de las aplicaciones 3D, en un entorno de aprendizaje colaborativo.

MÉTODO

Sesenta estudiantes de grado que habían cursado previamente la asignatura Anatomía descriptiva y topográfica, y cursaban en ese momento Informática aplicada y Anatomía funcional (biomecánica) en la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de una universidad privada de Rosario, Argentina, participaron en una actividad de tres encuentros (en el marco de la asignatura Informática aplicada) con la participación del profesor de informática y un profesor de anatomía (kinesiólogo). Al finalizar el tercer encuentro, respondieron voluntariamente una encuesta sobre su percepción del uso de dos aplicaciones para el aprendizaje de anatomía 3D.

Se utilizó la plataforma Blackboard Collaborate como sistema de videoconferencia para generar clases sincrónicas durante las cuales se presentaron videos disponibles en páginas web sobre kinesiología, Openanatomy.org³² accesible desde Internet, y Visible Body, un software de pago provisto por la universidad para los estudiantes de carreras en ciencias de la salud, accesible desde la biblioteca de acceso remoto.

Los estudiantes participaron de un curso de tres encuentros sincrónicos a través de Blackboard Collaborate desde sus domicilios, de modo análogo a las clases habituales en período de aislamiento pre-

ventivo. Los contenidos del curso referidos a casos de estudio y actividades para localizar partes anatómicas en el software fueron diseñados en conjunto por el profesor de Informática aplicada, el director de la carrera de Kinesiología y profesores expertos en semiopatología y anatomía, quienes revisaron el diseño final de las actividades y materiales. Los contenidos del curso específicamente referidos a aplicaciones 3D y carga cognitiva fueron preparados por un magister en psicología cognitiva del aprendizaje, autor del presente trabajo. Cabe señalar que se contó con asesoramiento técnico para implementar las actividades en Blackboard Collaborate, ya que la universidad se encontraba en una transición desde la modalidad presencial a la semi presencial, acelerada por el aislamiento preventivo obligatorio.

El objetivo del primer encuentro fue que los estudiantes tomaran conciencia de la importancia de los planos canónicos cuando se realizan búsquedas en aplicaciones 3D. El profesor de informática, con la colaboración del profesor de anatomía, presentó imágenes con comentarios que actuaron como disparadores de ejes temáticos. El primer disparador sirvió para reflexionar sobre las limitaciones de la memoria humana. Se les preguntó a los estudiantes qué recordaban de su viaje hasta la universidad ese día. Se explicó que muy poco de todo lo que percibimos es realmente almacenado en la memoria entre otras características como la selectividad y el uso futuro (**figura 1**, ítem 1). El segundo disparador (“Cuál es la posición natural de una vértebra”) planteó el problema de la preferencia de nuestro sistema cognitivo por las posiciones canónicas (o “naturales”) de los objetos (**figura 1**, ítems 2 y 3). El tercer tema fue el problema de la rotación libre (sin control) de objetos (**figura 1**, ítem 4). Para ilustrar el concepto se exploró una vista externa del corazón publicada en la web (<https://bit.ly/3BGqU85>), que carece de referencias de rotación espacial, por lo cual es muy difícil identificar los planos. La recomendación final fue valorar la importancia de los planos canónicos (**figura 1**, ítem 5) evitar las rotaciones descontroladas y utilizar las referencias de orientación espacial. Se presentaron como ejemplo las referencias de orientación espacial en Visible Body y en Openanatomy³¹.

Durante el segundo encuentro, los estudiantes ya estaban familiarizados con la manipulación de

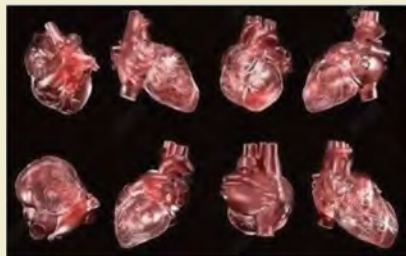
Figura 1. Disparadores temáticos del primer encuentro (Adaptado de la referencia 31 con permiso)



1
Solemos pensar que todo lo que vemos queda registrado en nuestra memoria. Pero en ella solo se almacenan algunas imágenes, las más utilizadas o las que observamos con mayor frecuencia. Si viajamos en ómnibus por la mañana, por la noche no recordaremos a todos los pasajeros que estaban en él. Probablemente recordemos al chofer si es siempre el mismo.



2
Nuestra memoria prefiere recordar los cuerpos humanos con los pies sobre la tierra y la cabeza hacia arriba porque así es como los encuentra a diario en el mundo real. ¿Cuál es la posición natural de una vértebra?



3
Lo primero que busca nuestro sistema visual para identificar un objeto son los ejes de referencia (x, y, z). Necesita saber dónde es "arriba" y dónde es "abajo" para dicho objeto. No es recomendable que perdamos de vista los ejes de referencia mientras rotamos vistas en la pantalla. Cuando un objeto conocido está colocado en una posición extraña, tardamos más tiempo en identificarlo.



Vista canónica

5
Un plano canónico es el punto de vista que aporta mayor información sobre un objeto. Suele respetar los ejes canónicos naturales, y muestra la mayor cantidad de elementos anatómicos de una estructura sin ocultar ninguno. Por ejemplo, la palma de una mano vista de frente.
Un plano no canónico, es un plano no general, o incompleto, ya que algunos elementos anatómicos suelen quedar ocultos. Por ejemplo, una mano vista en plano sagital.

4
Cuando rotamos libremente la imagen de un órgano en tres dimensiones, esta se transforma en decenas de imágenes sobre distintos ejes. ¿Cuál de todas recordamos?



Vista no canónica

las aplicaciones, se organizaron grupos de trabajo en Blackboard Collaborate, se presentaron una serie de videos para contextualizar ciertas patologías, cada grupo eligió una patología para trabajar. Se solicitó a los estudiantes buscar en el software los sistemas músculo esqueléticos implicados en dichas patologías, capturar tres imágenes en plano frontal, sagital y transversal e incrustar las imágenes en un documento de texto. Para lograr este propósito, debieron rotar los elementos en pantalla hasta obtener los planos indicados. El procedimiento de búsqueda, captura y pegado se realizó dos veces, primero con

Openanatomy.org y luego con Visible Body, de modo que los participantes pudieran comparar el uso de ambas aplicaciones para realizar la misma actividad. Al finalizar el grupo completo compartió su experiencia en la sala principal de Blackboard.

En el último encuentro, se compartieron algunos trabajos en borrador donde los estudiantes plantearon consultas previas a la entrega formal del trabajo impreso. Luego completaron voluntariamente un cuestionario anónimo de usabilidad basado en el modelo de aceptación de tecnología de Davis (TAM)³³ levemente adaptado para las aplicaciones

Tabla 1. Porcentajes de respuesta por cada ítem de utilidad percibida (UP) y facilidad de uso percibida (FUP)

Código	Afirmaciones	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
UP1	Aprender anatomía me sería muy difícil sin las App de anatomía 3D	13.33	73.33	13.33	-	-
UP2	Las App de anatomía 3D me dan un mayor control de localización de elementos anatómicos	6.67	75.00	11.67	6.67	-
UP3	Las App de anatomía 3D me orientan de manera ordenada en mi exploración del cuerpo humano	8.33	55.00	21.67	15.00	-
UP4	Las App de anatomía 3D mejoran mi desempeño en mis exámenes	3.33	25.00	40.00	31.67	-
UP5	Las App de anatomía 3D resuelven mis necesidades de estudiante	1.67	15.00	40.00	43.33	-
UP6	Usar las App de anatomía 3D me ahorra tiempo de estudio	36.67	55.00	5.00	3.33	-
UP7	Con las App de anatomía 3D realizo mis tareas de anatomía más rápidamente	60.00	36.67	1.67	1.67	-
UP8	Con las App de anatomía 3D puedo realizar tareas que de otro modo serían imposibles	45.00	48.33	6.67	-	-
FUP1	No me confundo en mi exploración con las App de anatomía 3D	-	23.33	53.33	23.33	-
FUP2	No me hacen falta explicaciones durante mi exploración del cuerpo humano con App de anatomía 3D	-	25.00	33.33	41.67	-
FUP3	Interactuar con las App de anatomía 3D no requiere esfuerzo de concentración	3.33	53.33	15.00	25.00	3.33
FUP4	Me resulta fácil encontrar en una App de Anatomía el punto anatómico que estoy buscando	13.33	35.00	21.67	25.00	5.00
FUP5	Me resulta sencillo con las App de anatomía ser consciente de qué parte anatómica estoy observando	26.67	65.00	8.33	-	-
FUP6	Me resulta sencillo con las App de anatomía capturar información con precisión y orientación correcta	-	35.00	31.67	33.33	-

3D de anatomía (ver **tabla 1** en la sección Resultados). Este modelo asume que un conjunto de factores influyen en la aceptación que los usuarios tendrán de la tecnología, y pueden agruparse en torno a la *utilidad percibida* (UP) –“el grado en el cual una persona cree que al utilizar esa tecnología obtendrá mejor rendimiento en su trabajo”– y la *facilidad de uso percibida* (FUP) –“el grado en el cual una persona cree que utilizar esa tecnología le aliviará el esfuerzo de trabajo”.

Los datos recopilados del cuestionario fueron analizados en una planilla Excel.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los participantes fueron informados desde el inicio del ciclo lectivo sobre la finalidad del proyecto de investigación en curso sobre enseñanza de anatomo-

mía. Fueron invitados a participar y completaron la encuesta de forma voluntaria.

RESULTADOS

En la **tabla 1** se exhiben las preguntas del cuestionario y los porcentajes de respuesta por cada ítem (5: Muy de acuerdo, 4: De acuerdo, 3: Neutral, 2: En desacuerdo, 1: Muy en desacuerdo).

Posteriormente se agruparon las respuestas para calcular las medias agrupadas según la **tabla 2**.

Tabla 2. Rangos de agrupamiento

1-2	Muy Desfavorable
2-3	Desfavorable
3-4	Favorable
4-5	Muy Favorable

En la **tabla 3** pueden verse los porcentajes generales de UP (**figura 2**). La Utilidad percibida es favorable en un 82% y muy favorable en un 18%.

La **tabla 4** exhibe los porcentajes generales de FUP. La facilidad de uso percibida es favorable en un 72% y desfavorable en un 28% (**figura 3**).

Si se les pregunta a los estudiantes de manera directa qué opinan de la utilidad de las aplicaciones para realizar las tareas puntuales de búsqueda y cap-

tura de elementos anatómicos (**tabla 5**), el 100 % de los estudiantes responde que las aplicaciones de anatomía fueron “muy útiles” para realizar la actividad de búsqueda y captura de estructuras anatómicas. El 83.33% (50 de 60) piensa que las aplicaciones son “útiles” para la comprensión de dichas estructuras, y solo el 16.67% (10 de 60), opina que son “muy útiles” para la comprensión. Si bien la noción de *utilidad* a la que aluden los estudiantes no coincide con el

Tabla 3. Media agrupada de UP general

		Frecuencia	Porcentaje
Favorable	49	81.7	81.7
Muy favorable	11	18.3	18.3
Total	60	100.0	100.0

Tabla 4. Media agrupada de FUP general

		Frecuencia	Porcentaje
Desfavorable	17	28.3	28.3
Favorable	43	71.7	71.7
Total	60	100.0	100.0

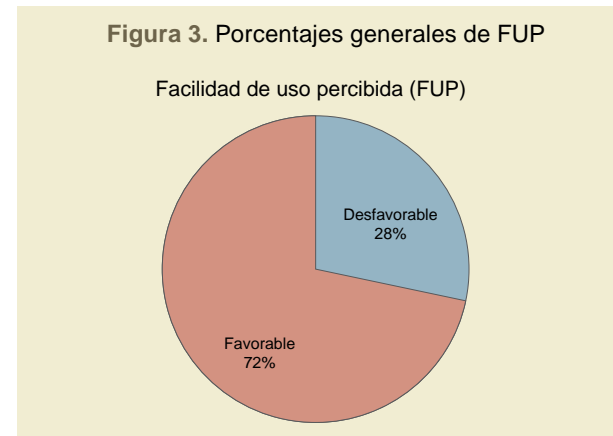
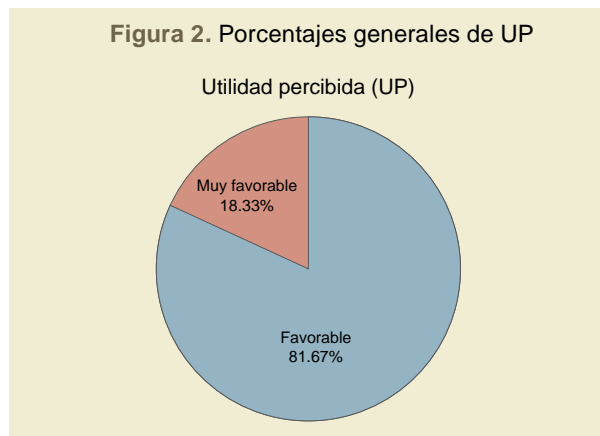


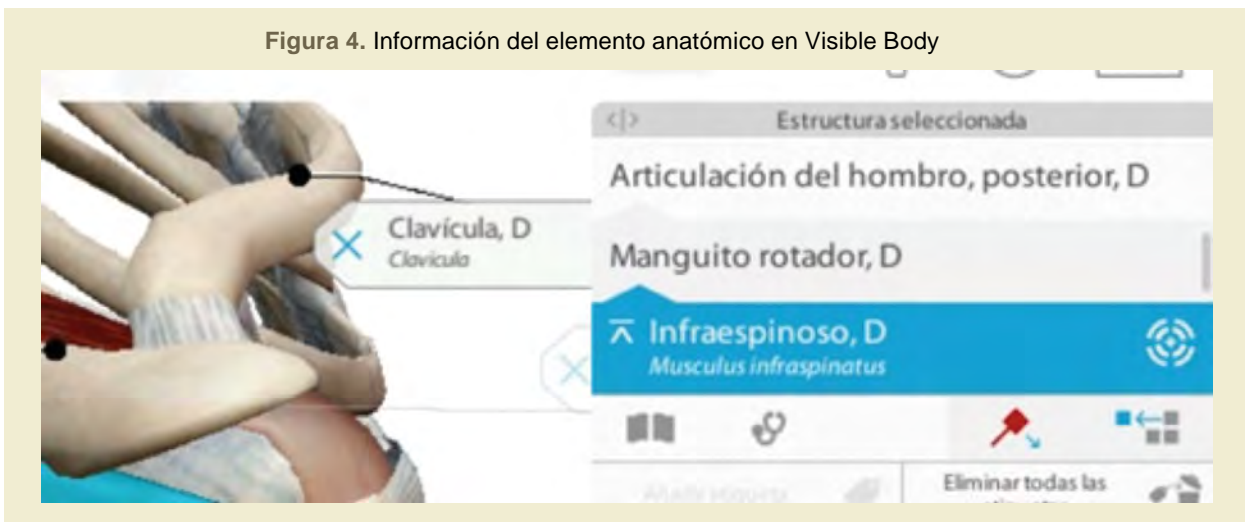
Tabla 5. Resultados de la encuesta de opiniones

Pregunta	Opciones de respuesta	Frecuencia absoluta (número de participantes, n = 60)	Frecuencia porcentual
1. ¿Las aplicaciones 3D te resultaron útiles para representar las estructuras músculo esqueléticas que observaste en los videos sobre patologías?	1. Muy útiles	60	100%
	2. Útiles	0	0%
	3. Aceptables	0	0%
	4. Regulares	0	0%
	5. Nada útiles	0	0%
2. ¿Las aplicaciones 3D te fueron útiles para comprender mejor las estructuras y sistemas implicados en las patologías?	1. Muy útiles	10	16.67%
	2. Útiles	50	83.33%
	3. Aceptables	0	0%
	4. Regulares	0	0%
	5. Nada útiles	0	0%

Continúa en la página siguiente...

Pregunta	Opciones de respuesta	Frecuencia absoluta (número de participantes, n = 60)	Frecuencia porcentual
3. ¿Te resultó fácil hallar estructuras anatómicas en Openanatomy?	1. Muy fácil	40	66.67%
	2. Fácil	10	16.67%
	3. Algunas veces	2	3.33%
	4. No muy fácil	8	13.33%
	5. Nada fácil	0	0%
4. ¿Te resultó fácil hallar estructuras anatómicas en Visible Body?	1. Muy fácil	5	8.33%
	2. Fácil	30	50%
	3. Algunas veces	3	5
	4. No muy fácil	20	33.33
	5. Nada fácil	2	3.33%
5. ¿Qué aplicación elegirías para trabajar en las asignaturas de anatomía?	1. Open anatomy	10	16.67%
	2. Visible Body	50	83.33%

Figura 4. Información del elemento anatómico en Visible Body



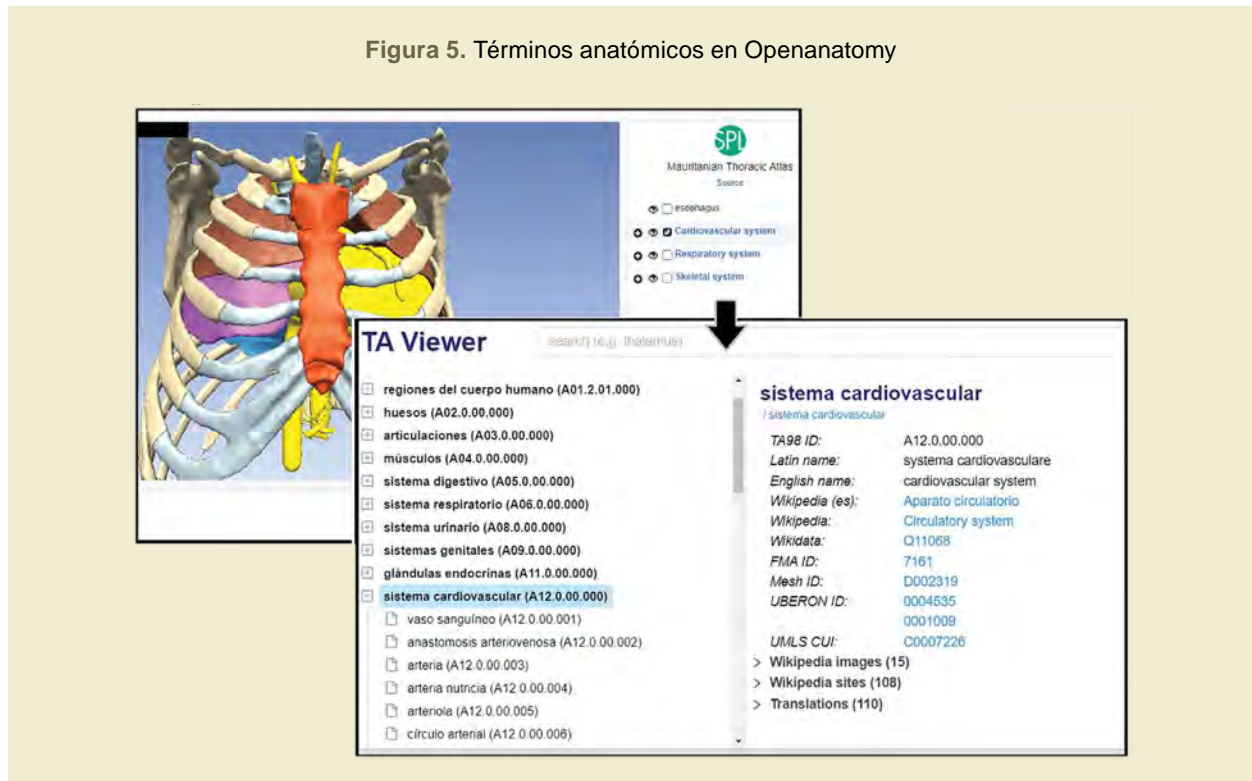
concepto estadístico de utilidad percibida según Davis³³ –que evalúa la probabilidad de uso posterior del software– esta encuesta de opinión es orientativa acerca de la valoración de ambas aplicaciones, en especial para establecer diferencias entre ambas.

Con respecto a la facilidad de uso de la aplicación Openanatomy, el 66.67% (40 de 60) la encuentra “muy fácil”, pero solo el 8.33% opina lo mismo de Visible Body. Si bien el 50% encuentra “fácil” Visible Body, el 33.33% (20 de 60) la encuentra “no muy fácil”. Sobre este punto, debe aclararse que por tratarse de un curso muy breve, solo se llega a evaluar la facilidad en los primeros contactos con la aplicación, pero los resultados podrían variar una vez superada la curva

de aprendizaje. En Visible Body es mayor el número de atlas, pero a medida que avanza la práctica, la aplicación se vuelve más operativa para el usuario. Es posible que los estudiantes jóvenes, con gran experiencia en poner a prueba aplicaciones novedosas, hayan tenido en cuenta esta posibilidad, ya que han seleccionado como mejor opción la aplicación Visible Body (83.33%) a pesar de que les resultó más difícil encontrar las estructuras.

Algunos estudiantes comentaron oralmente que utilizaban ordenadores con poca memoria y que Visible Body tardaba en cargar. En esos casos veían más conveniente utilizar Openanatomy. Una de las ventajas que observaron en Visible Body (**figura 4**)

Figura 5. Términos anatómicos en Openanatomy



es que la información acerca del elemento anatómico se despliega al clicar sobre él.

En Openanatomy, para ver definiciones de los términos, debe recurrirse al Visor de términos anatómicos (**figura 5**) accesible en otra página del mismo proyecto (<https://taviewer.openanatomy.org/>).

DISCUSIÓN

En la introducción se planteó el objetivo de disminuir el nivel de deserción en el ciclo introductorio de una licenciatura en kinesiología mediante innovaciones en asignaturas de bajo rendimiento académico⁶. Si bien en la literatura abundan los estudios de introducción a herramientas 3D para promover el aprendizaje de la anatomía, este trabajo planteó una estrategia pedagógica distintiva que incluye la consideración de la carga cognitiva del software en la manipulación del 3D y el uso de las referencias espaciales provistas por algunas aplicaciones. Esto implica una diferencia fundamental en el punto de vista. La mayoría de las investigaciones latinoamericanas de introducción a la anatomía 3D, dan por sentado que el software por sí mismo representa una

mejora en el rendimiento del estudiante²⁰⁻²² ignorando los estudios en ciencias cognitivas que evidenciaron desorientación en rotaciones no controladas²⁴⁻²⁹.

En una investigación previa se evaluó comparativamente la percepción de aplicaciones de anatomía 3D entre estudiantes de medicina que recibieron recomendaciones sobre el uso de referencias espaciales y un grupo control que no las recibió (exploró el software con rotación libre). Se observó una diferencia significativa en la aceptación del software a favor del grupo que conocía las referencias de orientación.

En este trabajo, de corte exploratorio, también se obtuvieron resultados positivos en la percepción del software, en este caso con estudiantes de kinesiología cuyo acercamiento a la anatomía es particular. El estudiante de kinesiología aprende a diagnosticar y tratar con técnicas que implicarán manipulaciones corporales directas mediante el tacto o el ejercicio físico. Este tipo de acercamiento al conocimiento anatómico no necesita ser estrictamente analítico como en los métodos tradicionales –desde los detalles al todo–, sino que puede basarse en experiencias globales donde se trabaje simultáneamente en

ambos planos (general y detallado). Esto se realizó tradicionalmente mediante la observación clínica y el estudio con atlas de anatomía. La ventaja de utilizar el software 3D como atlas de anatomía y utilizar videos de casos de estudio para emular la observación clínica, es un mayor dinamismo para relacionar la anatomía con el caso (para ir de lo general y lo particular).

Los atlas 3D habilitan al estudiante para realizar el desplazamiento espacial anatómico y la observación desde múltiples planos sin la ansiedad que produce hallarse frente a un paciente real. Todos estos beneficios se potencian desde una perspectiva de aprendizaje recíproco^{7,9}, con base en el aprendizaje situado^{17,18}, en redes donde se propone a los estudiantes comprometerse a compartir lo que ya aprendieron (cada estudiante es receptor y dador de conocimiento).

Los resultados son positivos porque indican un nivel elevado de usabilidad de la aplicación, entendida como alta probabilidad de uso futuro. Pero la usabilidad no garantiza que el uso del 3D impacte positivamente sobre el aprendizaje de los conceptos de anatomía. La usabilidad indica que los alumnos serán propensos a utilizar el software y abre la posibilidad de extender el uso a asignaturas específicas de anatomía (la percepción se midió en Informática Aplicada) en las cuales se pueda evaluar específicamente el aprendizaje.

Si bien los cursos se dictaron durante la pandemia COVID-19 (2020) en una plataforma a distancia, pudo constatar que el software integrado en un marco colaborativo permite aumentar la participación y posiblemente la motivación para el aprendizaje integral de la anatomía humana, una disciplina de gran incidencia en los niveles de deserción por el bajo rendimiento académico constatado a nivel internacional³⁵⁻³⁸.

El objetivo de retención temprana del alumnado apunta a dar una respuesta pronta a la pérdida de motivación inicial por exceso de dificultad en los contenidos (no a evaluar el aprendizaje efectivo a lo largo del tiempo). Sin embargo, el sostenimiento de la motivación se basa en la obtención de logros (aprobación de las asignaturas). Si el estudiante está motivado, pero no logra aprobar, la deserción no disminuye, solo se posterga. Por esto se estima necesaria

una pronta evaluación comparativa de los aprendizajes con aplicaciones 3D vs materiales tradicionales.

Otras consideraciones a futuro refieren a la cognición en la interacción con el software. Se ha observado, en general, que los estudiantes subestiman la potencialidad del software gratuito y que priorizan cuestiones estéticas. Por ejemplo, prefieren las imágenes con detalles más realistas y descartan las imágenes livianas y esquemáticas de los atlas de acceso abierto como Openanatomy. Sin embargo, es importante mencionar que las imágenes extremadamente realistas tienen desventajas de tipo técnicas y psicométricas. Por un lado, consumen más memoria y eso puede implicar un rendimiento menor del equipo o la necesidad de un equipamiento más caro. Por otra parte, los supuestos provenientes de la ciencia cognitiva sobre cómo la mente humana procesa la información y transforma las percepciones en conceptos indican que la carga cognitiva que debe sostener el estudiante frente a imágenes realistas en 3D es mucho mayor que frente a imágenes esquemáticas^{39,40}. La adecuada administración de estos materiales para que sean realmente efectivos es una parte de la tarea docente que tiene especial importancia en anatomía, donde la mayoría de los conceptos se asocian con un elemento viso espacial.

Es importante hacer notar que en las investigaciones de corte cognitivo las recomendaciones de uso del software provienen de equipos interdisciplinarios liderados por psicólogos cognitivos. Por ello es posible que este tipo de recomendaciones no estén difundidas en el área de medicina. De hecho, el desarrollo de este trabajo permitió que la información sobre referencias de orientación espacial llegara a profesores de medicina que las desconocían y que podrán tenerlas en cuenta en el futuro, si deciden utilizar aplicaciones 3D.

CONCLUSIONES

En línea con las recomendaciones para la retención temprana estudiantil^{4,6}, exploramos la percepción de aplicaciones 3D en una etapa inicial de la carrera de kinesiólogía con el apoyo de una estrategia pedagógica colaborativa que anticipó las dificultades propias de la carga cognitiva de aplicaciones 3D. Los resultados muestran la aceptación general de los estudiantes para la manipulación de la aplicación con

la estrategia mencionada, pero no garantizan que en otro contexto pedagógico las aplicaciones tengan la misma recepción, ni que aumente el rendimiento en el aprendizaje de conceptos de anatomía.

Aunque el objetivo de retención temprana del alumnado está más dirigido a dar una respuesta pronta a la pérdida de motivación inicial que a evaluar el aprendizaje efectivo a lo largo del tiempo, la motivación se sostiene con logros de aprendizaje, por lo cual sería relevante investigar cómo se relaciona el uso del 3D con el aprendizaje.

Dado que la usabilidad del software es en gran medida su probabilidad de uso futuro, los resultados indican que es viable utilizar el software por períodos más prolongados para realizar nuevos estudios sobre la relación entre el uso de aplicaciones 3D y el aprendizaje de conceptos de anatomía.

Se considera relevante para el diseño pedagógico de clases de anatomía difundir en el ámbito de la educación médica las peculiaridades cognitivas del uso de aplicaciones 3D.

Si bien el software de pago y de mayor riqueza visual ha sido preferido por los estudiantes, recomendamos no subestimar las iniciativas colaborativas de libre acceso como Openanatomy, y seguir de cerca las actualizaciones de sus atlas aún en desarrollo, dado que las imágenes esquemáticas (aunque no sean extremadamente realistas) pueden aportar un beneficio a nivel operativo y cognitivo.

CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

- VSD: Cocreador de la idea de investigación, revisión bibliográfica y documental, diseño de actividades, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y aprobación de la versión final.
- DAA: Cocreador de la idea de investigación, revisión bibliográfica y documental, diseño de actividades y aprobación de la versión final.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Lic. Laura Coletto y a la Dra. Florencia Fernández por su importante contribución para la realización de este trabajo.

PRESENTACIONES PREVIAS

Ninguna.

FINANCIAMIENTO

Esta investigación fue subsidiada por la Secretaría de Investigación de la Universidad Abierta Interamericana, como parte de un proyecto interdisciplinar durante el período 2020-2022. Percepción del uso de aplicaciones 3D de anatomía humana.

CONFLICTOS DE INTERESES

Ninguno.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los participantes fueron informados desde el inicio del ciclo lectivo sobre la finalidad del proyecto de investigación en curso sobre enseñanza de anatomía. Fueron invitados a participar y completaron la encuesta de forma voluntaria. 🔍

REFERENCIAS

1. Arias-Gómez D, Durán-Aponte E. Persistencia académica en un programa de nivelación universitario venezolano: caso Universidad Simón Bolívar. *Rev Digit Investig En Docencia Univ.* 2017;11(2):289-307. <https://doi.org/10.19083/ridu.11.512>
2. Durán-Aponte E, Pujol L. Retención y deserción en el nivel universitario: Revisión de variables personales y contextuales. *Gestión Universitaria.* 2013;6(1).
3. Fanelli AM. Rendimiento académico y abandono universitario: Modelos, resultados y alcances de la producción académica en la Argentina. *Rev Argent Educ Super.* 2014;6(8):9-38.
4. Celada VL, Lattuada M. La evaluación en la Universidad. Algunas experiencias internacionales que pueden contribuir a las estrategias de retención temprana de la población estudiantil. *Debate Univ CAEE-UAI.* 2018;6(12):41-69.
5. Rudón EG. El Abandono Temprano y su Abordaje Mediante el Programa de Adaptación a la Vida Universitaria (PAVU). *La Universidad Frente a los Cambios.* 2019;6.
6. Lattuada MJ. Deserción y retención en las unidades académicas de educación superior: una aproximación a las causas, instrumentos y estrategias que contribuyen a conocer y morigerar su impacto. Mayo de 2017 [citado 2 de marzo de 2022]; Disponible en: <https://bit.ly/3Cax0z5>
7. Airasca DA. La perspectiva esférica. En: *La cultura escolar.* Teseo; 2013.
8. Silveti P Ignacio, Airasca DA. Nueva estrategia didáctica en anatomía. La transformación del aula en comunidad de investigación (Tesis de grado no publicada). Rosario; 2015.
9. Muia J, Airasca DA. Redes de aprendizaje. Una alternativa de aprendizaje recíproco en la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría. [Internet]. [Rosario, Argentina]: Universidad Abierta Interamericana; 2007. Disponible en: <https://bit.ly/3R6WKk5>
10. Barrovecchio JC. Rendimiento académico en un grupo de estudiantes de medicina de la Universidad Abierta Interame-

- ricana de Rosario-Santa Fe, Argentina. Arch En Med Fam. 6 de mayo de 2019;21(1):11-8.
11. Barrovecchio J. Predictores individuales y demográficos de rendimiento académico en estudiantes del primer año de la Facultad de Medicina. 2013;6.
 12. Cárdenas Barrientos O, Otondo Briceño M. Rendimiento académico en Anatomía Humana en estudiantes de kinesiología. Aproximación a sus causas y efectos. Educ Médica Super. Junio de 2018;32(2):0-0.
 13. Lieu RM, Gutierrez A, Shaffer JF. Student Perceived Difficulties in Learning Organ Systems in an Undergraduate Human Anatomy Course. HAPS Educ. Abril de 2018;22(1):84-92.
 14. Mompeó-Corredera B. Metodologías y materiales para el aprendizaje de la anatomía humana: percepciones de los estudiantes de medicina «nativos digitales». FEM Rev Fund Educ Médica. Junio de 2014;17(2):99-104. <https://doi.org/10.4321/S2014-98322014000200007>
 15. Sturges D, Maurer TW, Allen D, Gatch DB, Shankar P. Academic performance in human anatomy and physiology classes: a 2-yr study of academic motivation and grade expectation. Adv Physiol Educ. Marzo de 2016;40(1):26-31. <https://doi.org/10.1152/advan.00091.2015>
 16. Barrovecchio JC, Pérez B, Bella de Paz L. Sugerencias acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje en anatomía humana. Rev Chil Anatomía. 1998;16(2):219-24. <https://doi.org/10.4067/S0716-98681998000200008>
 17. Lave J. Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life. Cambridge University Press; 1988. 236 p.
 18. Lave J, Wenger E. Situated learning: Legitimate peripheral participation. New York, NY, US: Cambridge University Press; 1991. 138 p. (Situated learning: Legitimate peripheral participation). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
 19. Preim B, Saalfeld P. A survey of virtual human anatomy education systems. Comput Graph. 1 de abril de 2018;71:132-53. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2018.01.005>
 20. Bhagat K, Huang R. Improving Learners' Experiences Through Authentic Learning in a Technology-Rich Classroom. En: Lecture Notes in Educational Technology. 2018. p. 3-15. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5930-8_1
 21. Ruiz Cerrillo S. Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través de las realidades aumentada y virtual. Innov Educ México DF. Abril de 2019;19(79):57-76. [citado 2022-03-16], pp.57-76. ISSN 1665-2673. Disponible en: <https://bit.ly/3BLU3ic>
 22. Torres Merchán NY. Enseñanza de Anatomía: una experiencia a partir de cuestionamientos propuestos en situaciones contextuales. 2013.
 23. González La Nuez O, Suárez Surí G. Los medios de enseñanza en la didáctica especial de la disciplina Anatomía Humana. Rev Médica Electrónica. Agosto de 2018;40(4):1126-38.
 24. Heather A, Chinnah T, Devaraj V. The Use of Virtual and Augmented Reality in Anatomy Teaching. MedEdPublish. 5 de abril de 2019;8:77. <https://doi.org/10.15694/mep.2019.000077.1>
 25. Kurniawan MH, Suharjo, Diana, Witjaksono G. Human Anatomy Learning Systems Using Augmented Reality on Mobile Application. Procedia Comput Sci. 1 de enero de 2018;135:80-8. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.152>
 26. Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. Anat Sci Educ. 2017;10(6):549-59. <https://doi.org/10.1002/ase.1696>
 27. Stull A, Hegarty M, Mayer R. Anatomy Learning with Virtual Objects. En: AAAI Spring Symposium - Technical Report. 2010.
 28. Stull AT, Hegarty M, Mayer RE. Getting a handle on learning anatomy with interactive three-dimensional graphics. J Educ Psychol. 2009;101(4):803-16. <https://doi.org/10.1037/a0016849>
 29. Weyhe D, Uslar V, Weyhe F, Kaluschke M, Zachmann G. Immersive Anatomy Atlas—Empirical Study Investigating the Usability of a Virtual Reality Environment as a Learning Tool for Anatomy. Front Surg [Internet]. 2018 [citado 9 de marzo de 2021];5. Disponible en: <https://bit.ly/3dSEugu>
 30. Stull AT, Hegarty M, Mayer RE. Getting a handle on learning anatomy with interactive three-dimensional graphics. J Educ Psychol. 2009;101(4):803-16.
 31. D'Angelo V. Referencias de orientación espacial en las App de Anatomía 3D. Rev Esp Educ Médica. 28 de junio de 2021; 2(2):54-71. <https://doi.org/10.6018/edumed.473331>
 32. Halle M, Demeusy V, Kikinis R. The Open Anatomy Browser: A Collaborative Web-Based Viewer for Interoperable Anatomy Atlases. Front Neuroinformatics. <https://doi.org/10.3389/fninf.2017.00022>
 33. Davis FD. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Q. 1989; 13(3):319-40. <https://doi.org/10.2307/249008>
 34. Wilson TD. Role of Image and Cognitive Load in Anatomical Multimedia. En: Chan LK, Pawlina W, editores. Teaching Anatomy: A Practical Guide [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2015 [citado 9 de octubre de 2020]. p. 237-46. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-08930-0_27
 35. Bergman EM, Prince KJAH, Drukker J, Vleuten CPM van der, Scherpbier AJJA. How much anatomy is enough? Anat Sci Educ. 2008;1(4):184-8. <https://doi.org/10.1002/ase.35>
 36. McKeown PP, Heylings DJA, Stevenson M, McKelvey KJ, Nixon JR, McCluskey DR. The impact of curricular change on medical students' knowledge of anatomy. Med Educ. 2003;37(11):954-61. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2003.01670.x>
 37. Spielmann PM, Oliver CW. The carpal bones: A basic test of medical students' and junior doctors' knowledge of anatomy. The Surgeon. 1 de agosto de 2005;3(4):257-9.
 38. Waterston SW, Stewart IJ. Survey of clinicians' attitudes to the anatomical teaching and knowledge of medical students. Clin Anat. 2005;18(5):380-4. [https://doi.org/10.1016/S1479-666X\(05\)80087-3](https://doi.org/10.1016/S1479-666X(05)80087-3)
 39. Mayer RE. Instruction based on visualizations. En: Handbook of research on learning and instruction. Routledge; 2011. p. 441-59.
 40. Mayer RE. Multimedia Learning. Cambridge; New York; 2009. 320 p.