

Artículo original



Historial del artículo:

Recibido: 17 | 09 | 2021
Evaluado: 29 | 11 | 2021
Aprobado: 11 | 02 | 2022
Publicado: 28 | 02 | 2022

Autor de correspondencia:

Mayra Alejandra Borda Cárdenas
aleja_borda@hotmail.com

Cómo citar este artículo

Borda Cárdenas MA, Acosta Pérez CA, Vargas Rodríguez LJ.
Percepciones sobre la estrategia: aprendizaje de la anatomía craneal
basada en la construcción de un modelo en 3D. Rev. salud. bosque.
2021;11(2):1-10

DOI: <https://doi.org/10.18270/rsb.v11i2.3723>

Percepciones sobre la estrategia: aprendizaje de la anatomía craneal basada en la construcción de un modelo en 3D

Mayra Alejandra **Borda Cárdenas**
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia.

Camila Andrea **Acosta Pérez**
Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia.

Ledmar Jovanny **Vargas Rodríguez**
Fundación Universitaria
de Ciencias de la Salud - FUCS, Tunja, Colombia.

Resumen

Introducción. La tecnología es un recurso con el cual se ha complementado el estudio y técnica de aprendizaje de la anatomía. Sin embargo, el uso de estas herramientas digitales en estudiantes debe estar acompañado de estrategias que favorezcan las habilidades motrices, la concepción tridimensional y visoespacial del detalle anatómico.

Objetivo. Esta investigación tiene como objetivo evaluar la percepción de los estudiantes frente la construcción de modelos en 3D.

Materiales y métodos. Se realizó un estudio observacional, descriptivo, donde se incluyeron 82 estudiantes de morfología de medicina. El trabajo se basó en la construcción de un modelo en 3D de huesos craneales usando jabón que es un material de fácil acceso.

Resultados. Se presentaron niveles altos de satisfacción con la actividad y una alta percepción de aprendizaje. El promedio de edad era de 19.39 años y el 76.8% eran mujeres. El 78.1% refieren satisfacción con la facilidad de aprendizaje, el 54.8% consideró la actividad difícil y el 80.4% consideraron la actividad útil.

Conclusión. Se puede concluir que la percepción de los estudiantes de medicina frente a esta actividad es positiva, puesto que permite el aprendizaje metódico y creativo, es útil, interesante, no es costosa, genera motivación, y facilita el proceso al tener una buena planificación. Sin embargo, esta actividad tiene algunos aspectos que se pueden mejorar tales como el tiempo de realización y la indiferencia estudiantil.

Palabras clave: Anatomía, morfología, aprendizaje, educación, tridimensional, metodología, medicina.

Perceptions About the Strategy: Learning Cranial Anatomy Based on the Construction of a 3D Model

Abstract

Introduction: Technology is a resource that complements the study and learning technique of anatomy. However, the use of these digital tools in students must be accompanied by strategies that favor motor skills, three-dimensional conception and visuospatial of anatomical detail.

Objective: This research aims to evaluate the perception of students regarding the construction of 3D models.

Materials and methods: An observational, descriptive study was carried out, where 82 students of morphology of medicine were included. The work was based on the construction of a 3D model of cranial bones using soap as an easily accessible material.

Results: High levels of satisfaction with the activity and a high perception of learning were presented. The average age was 19.39 years and 76.8% were women. 78.1% reported satisfaction with the ease of learning, 54.8% considered the activity difficult and 80.4% considered the activity useful.

Conclusion: It can be concluded that the perception of medical students regarding this activity is positive, since it allows methodical and creative learning, it is useful, interesting, inexpensive, generates motivation and facilitates learning by having good planning. However, this activity has some aspects that can be improved, such as the time it takes to complete the activity and student indifference.

Keywords: anatomy, morphology, learning, education, three-dimensional, methodology, medicine.

Percepções sobre a estratégia: aprendizado da anatomia craniana a partir da construção de um modelo 3D

Resumo

Introdução. A tecnologia é um recurso que complementa o estudo e a aprendizagem da técnica da anatomia. No entanto, o uso dessas ferramentas digitais nos alunos deve ser acompanhado de estratégias que favoreçam habilidades motoras, concepção tridimensional, da visão espacial do detalhe anatômico.

Objetivo. Esta pesquisa se propõe avaliar a percepção dos alunos quanto à construção de modelos 3D no aprendizado da anatomia.

Materiais e métodos. Foi realizado um estudo observacional e descritivo com 82 estudantes de morfologia médica. O trabalho baseou-se na construção de um modelo 3D de ossos cranianos utilizando sabão, que é um material de fácil acesso.

Resultados. Houve altos níveis de satisfação com a atividade e uma alta percepção de aprendizagem. A média de idade foi de 19,39 anos e 76,8% eram mulheres. 78,1% relataram satisfação com a facilidade de aprendizado. 54,8% consideraram a atividade difícil e 80,4% acharam útil.

Conclusão. Pode-se concluir que a percepção dos estudantes de medicina em relação a essa atividade é positiva, pois permite um aprendizado metódico, criativo, útil, interessante e de baixo custo que gera facilita o processo. No entanto, esta atividade tem alguns aspectos que podem ser melhorados, como o tempo de conclusão e alguns níveis de indiferença dos alunos.

Introducción

La anatomía humana es una de las ciencias más antiguas del mundo y junto con la fisiología han constituido dos de las áreas fundamentales para la formación médica. Ellas establecen el fundamento teórico para la interpretación clínica, imagenológica y semiológica que representa el eje en el proceso de construcción del diagnóstico médico y el manejo terapéutico. Esto hace que su entendimiento sea primordial a pesar de la complejidad de la terminología, nomenclatura y asociación (1, 2).

Para tal fin, se han desarrollado distintas estrategias de enseñanza, donde se hace transcendental que el fundamento teórico conlleve una puesta en práctica que implique la transición del estudiante “mero consumidor de conocimiento” a alguien que intenta hacerlo y producirlo; así mismo y en ese orden de ideas, hay dos aspectos que obligan a reconsiderar las metodologías tradicionales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la anatomía humana. El primero, son las características de la nueva generación de

estudiantes y la forma en la que ellos acceden a la información. La mayoría nacidos en la última década del siglo XX, son los llamados “estudiantes digitales” que usan la tecnología para la totalidad de la vida cotidiana, desarrollar relaciones interpersonales, aprender cosas nuevas, solucionar problemas, lo que indudablemente les redefine lo que puede llegar a ser real o interesante; pero esta situación puede no ser favorable para las habilidades motrices y viso-espaciales, puesto que hay mucha diferencia a la hora de interiorizar el aprendizaje entre escribir en una tableta o hacerlo a mano - que es neurológicamente más costoso, pero tal y como reflejan los estudios se fija mejor el aprendizaje. (3)

El segundo aspecto a tener en cuenta es que, “toracoscopia asistida por video”, “reconstrucción tridimensional”, “impresión de órganos”, “prótesis biónicas”, “realidad aumentada”, son algunas de las herramientas de la medicina clínica actual que usarán para su práctica diaria los “estudiantes digitales”. Dichas tecnologías requieren que el estudiante de medicina sea competente en el fundamento anatómico, en los avances tecnológicos, tenga un entendimiento tridimensional de las estructuras en el espacio, dentro de las cavidades corporales y su relación con las estructuras adyacentes. El uso de piezas cadavéricas es muy valioso, tanto así que docentes y estudiantes lo consideran elemental como material para el aprendizaje (4). Sin embargo, la escasez y la rentabilidad de su uso dificultaron este tipo de prácticas, lo que ha llevado a buscar otros métodos de aprendizaje (5). En este contexto, durante los trabajos realizados en el aula de clase se decidió realizar como alternativa de aprendizaje, el modelamiento de los huesos de la base del cráneo: etmoides, esfenoides, temporal y las relaciones articulares entre ellos en jabón. Estas piezas óseas se eligen por sus múltiples detalles anatómicos los cuales se presentan en los diferentes ejes corporales, su disposición en el espacio y dada la importancia de dichos aspectos en el entendimiento de la imagen diagnóstica de la base del cráneo, se buscó evaluar la percepción de los estudiantes frente a este trabajo.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y de corte transversal basado en la anatomía de los huesos craneales. Participaron 82 estudiantes, seleccionados de la asignatura de morfología del programa de medicina de la Universidad de Boyacá durante el primer semestre de 2019, se incluyeron aquellos que asistieron a todas las sesiones de desarrollo de la actividad y que aceptaron el consentimiento de manera verbal (Ver consideraciones éticas) e información de participación en la investigación, teniendo en cuenta que la encuesta fue anónima.

Recolección de la información

Se llevó a cabo una actividad como trabajo de clase, la sesión teórica del tema neurocráneo, en la cual se usaron imágenes del atlas de Netter (6) para la descripción del detalle anatómico y el software *Visible Body* (7). La descripción espacial y relación articular se hizo con grupos de dos y tres estudiantes que recibieron la indicación de tallar en barras de jabones las siguientes piezas óseas: etmoides, esfenoides y temporal, respetando el detalle, la relación articular anatómica y teniendo como base la descripción estructural disponible en los libros clásicos y software mencionado previamente. Contaron con 15 días para la elaboración de las piezas.

Como segundo paso se realizó la sustentación ante los docentes investigadores. Una vez se finalizó la actividad de la construcción del modelo anatómico en 3D y la sustentación, se aplicó el cuestionario a los estudiantes mediante el cual se pretendía conocer la autopercepción del grado de aprendizaje obtenido con el desarrollo de la actividad, la motivación, el grado de dificultad, la importancia del mismo, los aspectos negativos, positivos y las posibles sugerencias.

Construcción del cuestionario: El cuestionario fue creado por los autores pertenecientes a la investigación con los siguientes aspectos a evaluar: 1. Autopercepción del grado de aprendizaje. 2. Motivación. 3. Grado de dificultad. 4. La importancia del mismo. 5. Aspectos negativos y positivos. 6. Sugerencias.

Una vez creado, fue evaluado por tres expertos en el área (docentes de morfología), con lo que se obtuvieron algunas sugerencias y ajustes a la escala inicial, dando de esta manera validación por parte de expertos.

Finalmente, quedo un cuestionario que incluía 12 preguntas en escala de Likert (muy de acuerdo, de acuerdo, indiferente, en desacuerdo, muy en desacuerdo) para evaluar los aspectos mencionados previamente.

Análisis estadístico: La base de datos fue registrada en Excel versión 2013 y se analizó en el paquete estadístico SPSS versión 22. El análisis univariado se realizó por medio de un estadístico descriptivo a la población seleccionada, determinando frecuencias absolutas y relativas en las variables categóricas. En el caso de las variables cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar y rango intercuartil) según la distribución de la variable.

Consideraciones éticas: Este trabajo de investigación siguió los lineamientos internacionales relacionados con las recomendaciones para investigar con seres humanos consignados en la declaración de Helsinki, principalmente en el informe de Belmont y las recomendaciones planteadas en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud colombiano. De acuerdo con lo previamente descrito esta es una investigación “sin riesgo” teniendo en cuenta que no se realizó ningún tipo de intervención biológica o psicológica en los individuos que participaron en el estudio, todos los datos obtenidos de los participantes se trataron con confidencialidad, respeto y no se divulgaron sus datos de identificación. El trabajo contó con un consentimiento informado verbal, pues el estudiante que no deseará participar en el mismo, no debía diligenciar la encuesta.

Resultados

Selección y caracterización sociodemográfica de los participantes

De un total de 120 estudiantes, 82 estudiantes participaron en la investigación, la edad promedio fue de 19,39 años ($DE \pm 2,41$ años) y el 76.8% eran mujeres.

Percepción de aprendizaje basado en el diseño de estructuras tridimensionales

Las respuestas obtenidas por cada pregunta se encuentran discriminadas en la tabla 1. Para la primera pregunta: “*La elaboración de un modelo tridimensional de los huesos del cráneo facilitó su aprendizaje*” se obtuvo que el 78,1% manifestó estar de acuerdo y muy de acuerdo, con un 14,6% de indiferencia y un 7,3% de desacuerdo. La segunda pregunta pretendía evaluar el grado de motivación al realizar la actividad, obteniendo que el 69.5% se sintió motivado, 21,9% indiferente y 8,5% no se sintió motivado.

Al evaluar el grado de dificultad con la tercera pregunta, se obtuvo que el 54,8% de los participantes consideraron era una actividad difícil comparado con un 8,2% que lo considero fácil y un 32,9% resultaron indiferentes. La percepción del nivel de planeación de la actividad fue buena en 81,7%, 80,4% consideraron útil la actividad comparada con un 9,7% que la considero inútil y un mismo porcentaje que le fue indiferente. Al igual que gran parte de los estudiantes (82,9%) consideraron que la práctica fue aplicable en el aprendizaje. Con la séptima pregunta se quiso evaluar la percepción de los estudiantes respecto si la práctica fue interesante, resultando en una respuesta afirmativa en un 81,7% comparado con un 13% de indiferencia y un 4,8% de negatividad.

Las preguntas ocho y nueve evaluaban la apreciación estudiantil sobre la eficacia de la actividad para el aprendizaje de la osteología craneal, resultando un nivel de satisfacción de 53,6% a 67%, comparado con un nivel de insatisfacción del 9,7% al 21,9% e indiferencia del 20% al 23%. Así mismo, el 10,9% considero costoso el desarrollo de modelos craneales en jabón y 69,5% considero que la actividad tomo mucho tiempo. Con la pregunta doce se indago en la opinión de si se aprendió o no con el desarrollo de modelos anatómicos tridimensionales resultando 65,8% de respuestas positivas, 25% de indiferencia y 8,5% de negatividad.

Tabla 1. Percepción de los estudiantes frente al aprendizaje basado en el diseño de estructuras tridimensionales.

Preguntas	Respuestas				
	En desacuerdo	En total desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo
1. La elaboración de un modelo tridimensional de los huesos del cráneo facilitó su aprendizaje	1	5	12	31	33
2. Sintió motivación con la actividad	4	3	18	27	30
3. La elaboración de modelos anatómicos tridimensionales es muy difícil	3	7	27	26	19
4. La actividad fue bien planificada	1	4	10	35	32
5. Considera que la actividad fue útil	2	6	8	25	41
6. Considera que la actividad fue aplicable para el aprendizaje	1	4	9	22	46
7. Considera que la actividad fue interesante	1	3	11	29	38
8. El aprendizaje de la osteología es más eficaz con la elaboración de modelos tridimensionales que con atlas, o piezas óseas reales.	5	13	17	30	17
9. La metodología y didáctica implícitas en el proceso de elaboración de modelos anatómicos tridimensionales es más eficaz para el aprendizaje de la osteología	2	6	19	34	21
10. La elaboración de modelos anatómicos tridimensionales es muy costoso	28	23	22	6	3
11. La elaboración de modelos anatómicos tridimensionales toma mucho tiempo	1	6	18	34	23
12. Los modelos anatómicos tridimensionales no permiten el aprendizaje dado que no son estructuras reales	36	18	21	3	4

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Modelos anatómicos obtenidos

Dentro de los trabajos realizados se obtuvieron algunas piezas anatómicas en modelo tridimensional (figuras 1 a 3).

Figura 1. Modelo en jabón del hueso esfenoides. Vista posterolateral derecha. Los detalles anatómicos se señalan con las cabezas de flecha en colores. Amarilla: corresponde a las alas menores del esfenoides, roja: proceso clinoides anterior izquierdo, azul: yugo esfenoidal, rosa: dorso de la silla turca, morada: lámina lateral proceso pterigoides izquierdo, café: foramen oval, blanco: foramen espinoso, verde: foramen redondo, fucsia: fisura orbitaria superior.



Figura 2. Modelo en jabón del hueso etmoides. Vista anterolateral izquierda. Los detalles anatómicos se señalan con las cabezas de flecha en colores. La amarilla corresponde a la lámina vertical del etmoides; morada: masa lateral izquierda; roja: proceso *crista-galli*; azul: lámina cribosa del etmoides.

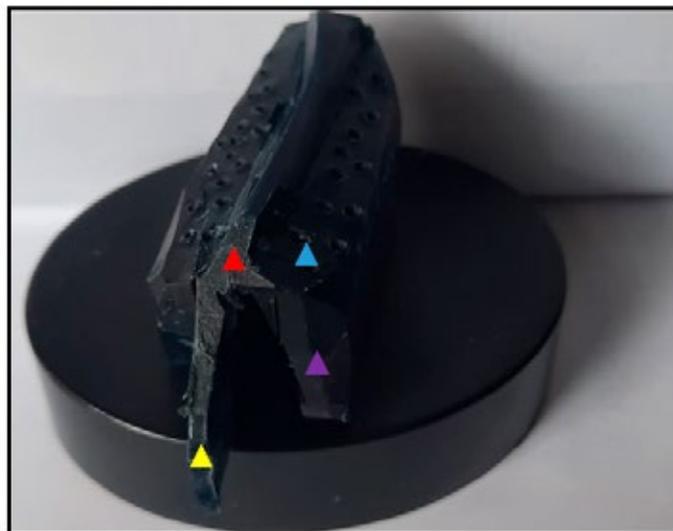
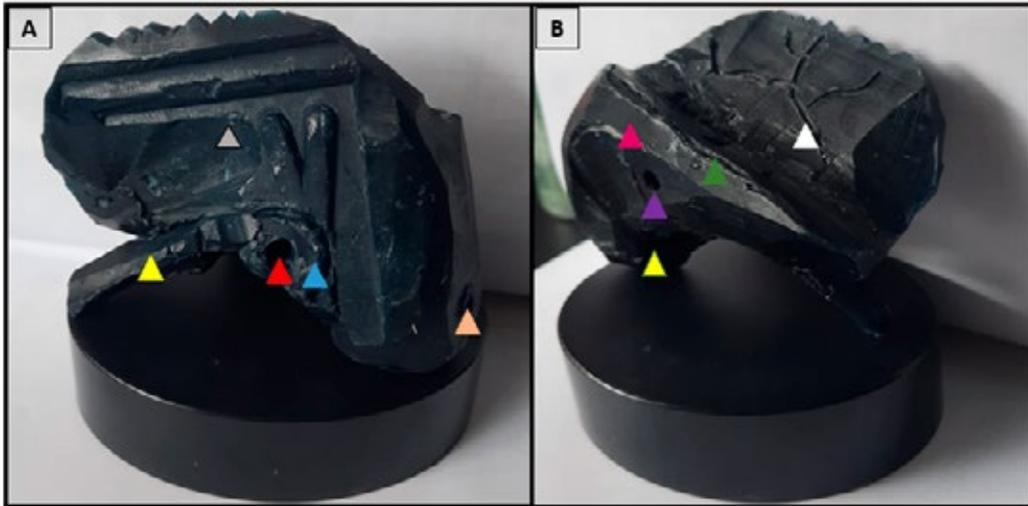


Figura 3. Modelo en jabón del hueso temporal. A. Vista exocraneal izquierda. Los detalles anatómicos señalados se señalan con las cabezas de flecha en colores. Amarilla: proceso cigomático; gris: porción escamosa; roja: conducto auditivo externo; azul, porción timpánica; naranja: foramen mastoideo. B. Vista endocraneal izquierda. Los detalles anatómicos señalados se señalan con las cabezas de flecha en colores. Blanca: surcos de la arteria meníngea media; rosa: porción petrosa; morada: conducto auditivo interno; verde: surco seno petroso superior; amarillo: surco seno sigmoideo.



Discusión

Las herramientas de aprendizaje electrónico para ciencias morfológicas se han convertido en un componente crítico de la enseñanza de la anatomía cuando el espacio físico y los recursos cadavéricos son limitados. Sin embargo, el conocimiento anatómico incluye conceptos descriptivos tridimensionales como la descripción de estructuras que se extienden a la vez en ejes longitudinales, transversales y sagitales. Por ejemplo, los forámenes de las alas mayores del esfenoides, donde dos: oval y espinoso, se extienden en un eje transversal y un tercero, el foramen redondo, se dispone longitudinalmente. Eso implica que en la imagen diagnóstica el cráneo se deba observar en diferentes cortes anatómicos; así mismo, constan de geometrías complejas que retan el sentido viso-espacial, la percepción y el nivel de abstracción (3, 4).

En el caso de la anatomía, la habilidad viso-espacial se entiende como la capacidad cognitiva de comprender y manipular mentalmente las descripciones teóricas de los objetos – como el detalle de huesos - recordando las relaciones entre sus partes y con las estructuras adyacentes. Posteriormente se debe poder generar una reconstrucción tridimensional lógica que brinda una ventaja de aprendizaje útil en la comprensión del órgano, su rol en un sistema y su representación en los diferentes planos en imágenes diagnósticas bidimensionales y tridimensionales (8).

Estas se realizan con el fin de buscar una estrategia que permita entrenar las habilidades cinestésicas, viso-espaciales y tridimensionales mencionadas en el contexto de los modelos informáticos, las clases teóricas tradicionales, enlazando el entendimiento de las estructuras con la aplicación a la medicina. Esta es una carrera que atrae a una amplia gama de mentes y personas por lo que se hace necesario fortalecer estrategias de educación que atiendan las necesidades de todos y más aún conocer la percepción de los mismos (9, 10).

El principal hallazgo es que los estudiantes tienen una buena percepción de esta actividad con resultados similares a los reportados en otras investigaciones (11 - 13). Se encontró además que la actividad facilitó su aprendizaje, considerándose un puente eficaz entre las estructuras 2D y 3D (14). Otros estudios donde se utilizaron otro tipo de materiales han evidenciado que el aprendizaje es más significativo y permite la comprensión de estructuras anatómicas (15, 16).

El presente estudio determinó que este tipo de actividades generaban gran interés para los estudiantes a muy bajo costo, así como los resultados obtenidos por Arrondo *et al* (17). Así mismo, se concuerda con los hallazgos de Núñez *et al.* (11) respecto a la dificultad para la construcción del modelo tridimensional, quienes estimaron una dificultad media, y es que los recursos cognitivos que los estudiantes tuvieron que poner en marcha para el éxito de la actividad son diferentes a los que normalmente se utilizan en el desarrollo de una sesión teórico-práctica donde tradicionalmente el esfuerzo cognitivo se realiza sobre una estructura ya existente. Para la construcción de un modelo tridimensional se debe destacar la creatividad, entendiéndose como una cualidad que se debe cultivar y desarrollar (18) en cada sesión de estudio, al igual que la capacidad de elaboración de detalles. Para el quehacer médico es muy importante la capacidad de ser específicos, de analizar, de captar la realidad y darle un significado lógico nuevo, condiciones muy necesarias en los profesionales de ciencias de la salud.

Otras investigaciones donde se realizaron modelos anatómicos demostraron que al igual que en el presente estudio, el aprendizaje y la percepción de los estudiantes es buena, traducida en buenos resultados evaluativos (19 - 22). Dentro del proceso de valoración de percepción estudiantil, se observó que se considera como una actividad interesante, útil y aplicable, similar a hallazgos de investigaciones previas (23, 24); similar a las conclusiones de otra investigación en estudiantes de fonoaudiología, quienes manifestaron que este tipo de actividades disminuían el estrés y la ansiedad, aumentando la percepción positiva. Y también se coincide con los aspectos negativos relacionados con los gastos, el tiempo utilizado para el proceso y la dificultad para la realización de la misma (12).

Llama la atención el grado de indiferencia que se comprobó en cada una de las respuestas el cual varió de 13% al 32,9%, lo que hace necesario profundizar en estudios respecto a este tema. Sin embargo, la visión general de los estudiantes es que la actividad estuvo bien planeada (81,7%) y cumplió con el objetivo de aprendizaje propuesto. La elaboración de modelos en 3D podría cambiar las prácticas actuales de enseñanza para estudiantes de pre grado y post grado de medicina ampliando su conocimiento a través de la experiencia, así como sería punto de partida para la elaboración de dispositivos médicos y mejora de técnicas quirúrgicas (25, 26).

Dentro de las limitaciones que se pueden presentar en esta investigación están el sentido transversal que tiene lo que nos dificulta realizar un seguimiento. Adicionalmente se puede presentar un sesgo de información, puesto que la aplicación de la encuesta puede permitir que los participantes pongan respuesta que asumen espera el investigador, motivo por el que se realizó la encuesta de manera anónima para disminuir este riesgo de sesgo.

Conclusiones

Se puede concluir que la percepción de los estudiantes de medicina frente a esta actividad es positiva, puesto que permitió el aprendizaje de forma metódica, creativa, interesante, así mismo se calificó como útil y no costosa. Lo que generó mayor interés a los investigadores fue la calificación de motivante, aspecto que contribuirá en el aprendizaje autorregulado y significativo. Sin embargo, esta actividad tuvo algunos aspectos que se pueden mejorar, como el tiempo de realización de la actividad y la indiferencia estudiantil. Dados los resultados obtenidos se considera que esta es una metodología importante para tener en cuenta dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la morfología.

Financiación

Ninguna.

Conflictos de interés

Ninguno.

Referencias

1. Hadie SNH, Hassan A, Ismail ZIM, Asari MA, Khan AA, Kasim F, et al. Developing constructs of anatomy education environment measurement: A delphi study. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2014; 116:4219-23.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.920>
2. Babinski MA, Sgrott EA, Luz HP, Brasil FB, Chagas MA, Abidu-Figueiredo M. The relationship of the students with corpse in the practical study of anatomy: the reaction and influence in the learning. *Int. J. Morphol.* 2003; 21(2):137-42.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022003000200007>
3. Bogomolova K, Hierck BP, van der Hage JA, Hovius SER. Anatomy dissection course improves the initially lower levels of visual-spatial abilities of medical undergraduates. *Anat Sci Educ.* 2020;13(3):333-42.
DOI: [10.1002/ase.1913](https://doi.org/10.1002/ase.1913)
4. Collipal-Larre E, Silva-Mella H. Study of anatomy in cadavers and anatomical models. Impression of students. *Int. J. Morphol.* 2011; 29(4):1181-5.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000400018>
5. Contreiras- Calazans N. Aprendizaje prácticos da anatomia humana: uma revisão de literatura [trabajo de grado]. Salvador de Bahia: Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia; 2013.
6. Netter FH. Atlas de Anatomía Humana. 5ª ed. España: Editorial Elsevier; 2011.
7. Visible Body [sitio web]. Visible Body: Human Anatomy Atlas 2022+. USA: Visible Body; 2022 [citado 7 febrero 2022].
<https://www.visiblebody.com/es/>
8. López-Velásquez ND, Coronado-López JC, Herrera-Pino J, Soto-Añari M, Ferrel -Ortega FR. Efecto del aprendizaje de morfología en el procesamiento visoespacial de estudiantes universitarios chilenos. *Interam J Psychol.* 2016; 50 (3): 441-48.
DOI: <https://doi.org/10.30849/rip/ijp.v50i3.127>
9. Ávila F JS, De Rossi EM, Martínez TM. Modelos anatómicos personalizados impresos en 3D como herramientas para el aprendizaje y la preparación de intervenciones. *Rev. Colomb. Enferm.* 2018; 17: 31-8.
DOI: <https://doi.org/10.18270/rce.v17i13.2352>
10. Inzunza O, Caro I, Mondragón G, Baeza F, Burdiles Á, Salgado G. Impresiones 3D, nueva tecnología que apoya la docencia anatómica. *Int. J. Morphol.* 2015; 33(3):1176-82.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000300059>
11. Núñez-Cook S, Gajardo P, Lizana PA, Vega-Fernández G, Hormazabal-Peralta A, Binignat O. Percepción de los estudiantes de anatomía humana frente a un método de enseñanza y aprendizaje basado en la construcción de un modelo de pelvis. *Int. J. Morphol.* 2018; 36(1): 221-25.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022018000100221>
12. López-Farías B, Sandoval-Marchant C, Giménez-Mon AM, Rosales-Villaruel P. Assessment of anatomical models activity in the competence development in undergraduate students and their relationship to learning style, career and sex. *Int. J. Morphol.* 2011; 29(2):568-74.

DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000200045>

13. Lizana P, Merino C, Bassaber A, Henríquez R, Vega G, Binignat O. Learning human anatomy using three-dimensional models made from real-scale bone pieces: Experience with the knee joint among pre-service biology teachers. *Int. J. Morphol.* 2015; 33 (4):1299-306.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000400018>.
14. Huk T. Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *J. Comput. Assist. Learn.* 2006; 22(6): 392-404.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00180.x>
15. Akle V, Peña-Silva RA, Valencia DM, Rincón-Perez CW. Validation of clay modeling as a learning tool for the periventricular structures of the human brain. *Anat Sci Educ.* 2018;11(2):137-45.
DOI: [10.1002/ase.1719](https://doi.org/10.1002/ase.1719)
16. Oh CS, Kim JY, Choe YH. Learning of cross-sectional anatomy using clay models. *Anat Sci Educ.* 2009; 2(4):156-9. DOI: [10.1002/ase.92](https://doi.org/10.1002/ase.92)
17. Arrondo G, Bernacer J, Díaz L. Visualización de modelos digitales tridimensionales en la enseñanza de la anatomía: principales recursos y una experiencia docente en neuroanatomía. *Elsevier.* 18(4): 267-269, 2017.
18. De Bono E. El pensamiento creativo. El poder del pensamiento lateral para la creación de nuevas ideas. 12ª ed. Barcelona: Paidós Ibérica; 1994.
19. Myers DL, Arya LA, Verma A, Polseno DL, Buchanan EM. Pelvic anatomy for obstetrics and gynecology residents: an experimental study using clay models. *Obstet Gynecol.* 2001;97(2):321-4.
DOI: [10.1016/s0029-7844\(00\)01098-x](https://doi.org/10.1016/s0029-7844(00)01098-x)
20. Schmidt B, Thompson BJ, Chang A. The use of clay models to teach pelvic anatomy to first and second year medical students at OUWB School of Medicine. *FASEB J.* 2017; 31(S1): 582.1.
DOI: https://doi.org/10.1096/fasebj.31.1_supplement.582.1
21. Izquierdo-Pardo JM, Pardo-Gómez ME, Izquierdo-Lao JM. Modelos digitales 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias médicas. *Medisan.* 2020; 24 (5): 1035-48.
22. Suardiá-Muro J, Pérez-Gomáriz M, Cabrera-Lozoya A, Do Carmo-Trolle, ROV. Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje. *RIED.* 2021; 24(1):115-35.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27596>
23. Estevez ME, Lindgren KA, Bergethon PR. A novel three-dimensional tool for teaching human neuroanatomy. *Anat Sci Educ.* 2010;3(6):309-17.
DOI: [10.1002/ase.186](https://doi.org/10.1002/ase.186)
24. Inzunza O, D'Acuña E, Bravo H. Practical evaluation in anatomy. Performance of first year medical students in relation to different ways of asking questions. *Int. J. Morphol.* 2003; 21(2):131-6.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022003000200006>
25. Heinze A, Basulto-Martínez M, Suárez-Ibarrola R. Impresión 3D y sus beneficios en el campo de la educación médica, entrenamiento y asesoría del paciente. *Rev Esp Edu Med.* 2020; 1(1): 1-8;
DOI: [10.6018/edumed.421221](https://doi.org/10.6018/edumed.421221)
26. Atalay HA, Canat HL, Ülker V, Alkan İ, Özkuvanci Ü, Altunrende F. Impact of personalized three-dimensional -3D- printed pelvicalyceal system models on patient information in percutaneous nephrolithotripsy surgery: a pilot study. *Int Braz J Urol.* 2017; 43(3):470-5.
DOI: [10.1590/S1677-5538.IBJU.2016.0441](https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2016.0441)