

p-ISSN 1315-4079 Depósito legal pp 199402ZU41
e-ISSN 2731-2429 Depósito legal ZU2021000152

*Esta publicación científica en formato digital es
continuidad de la revista impresa*

Encuentro Educativo

Revista Especializada en Educación



Universidad del Zulia

Facultad de Humanidades y Educación

Centro de Documentación e Investigación Pedagógica

Vol. 29

Nº 2

Julio - Diciembre

2 0 2 2

Encuentro Educacional

e-ISSN 2731-2429 ~ Depósito legal ZU2021000152
Vol. 29 (2) julio - diciembre 2022: 240-255

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8122562>

Modelo anatómico artificial de coleóptero del suborden Polyphaga para la enseñanza de la entomología

*Ángel Cardozo Valera; Teresa Martínez Leones y
Alfredo Briceño Santos*

*Facultad de Humanidades y Educación. Universidad del Zulia.
Maracaibo-Venezuela.*

angelccv123@gmail.com; teremartinezleones@yahoo.com;

adbs.91@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0152-2444>; <https://orcid.org/0000-0002-4388-4761>;

<https://orcid.org/0000-0001-5902-9340>

Resumen

Las representaciones bidimensionales son recursos utilizados en la enseñanza de las ciencias naturales. Sin embargo, actualmente no existe una imagen completa de un coleóptero; razón por la cual el objetivo fue analizar el proceso de confección de un modelo anatómico artificial de escarabajo del suborden Polyphaga para la enseñanza de la entomología. El sustento teórico fueron los aportes de Hackmann, Dos Reis y Chaves (2019); Anandit, Niranjini y Vinay (2018); Briceño et al. (2014); Briceño et al. (2013) y Briceño et al. (2012). La investigación fue cualitativa, de tipo etnográfica. Se realizó una revisión bibliográfica y se seleccionó un procedimiento para la elaboración de un modelo confeccionado durante el segundo período de 2018 en el Laboratorio de Taxidermia y Preparados Anatómicos “Ramón de Jesús Acosta” del Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia. La muestra estuvo constituida por un grupo de tres voluntarios. La técnica de recolección de información fue la observación participativa y los instrumentos un diario de anotaciones y fotografías. El patrón a escala en 2D requirió de una pluralidad de materiales y procedimientos que brinda al docente las instrucciones necesarias para elaborarlos, ya que las técnicas aplicadas permitieron la elaboración de un coleóptero en polímero que puede ser utilizado como una herramienta didáctica y a su vez promover la conservación de las especies al no utilizar material biológico para realizar disecciones.

Palabras clave: Modelo anatómico artificial; entomología; Polyphaga; confección.

Recibido: 05-08-2022 ~ Aceptado: 08-10-2022

Artificial anatomical model of Coleoptera of the suborder Polyphaga for entomology teaching

Abstract

Two-dimensional representations are resources used in the teaching of natural sciences. However, there is currently no complete picture of a beetle; reason why the objective was to analyze the process of making an artificial anatomical model of beetle of the suborder Polyphaga for the teaching of entomology. The theoretical support was the contributions of Hackmann, Dos Reis and Chaves (2019); Anandit, Niranjini and Vinay (2018); Briceño et al. (2014); Briceño et al. (2013) and Briceño et al. (2012). The research is qualitative and ethnographic in nature. A bibliographic review was carried out and a procedure was selected for the elaboration of a model made during the second period of 2018 in the Laboratory of Taxidermy and Anatomical Preparations "Ramón de Jesús Acosta" of the Center for Biological Research, Faculty of Humanities and Education, University from Zulia. The sample consisted of a group of three volunteers. The information collection technique was participatory observation and the instruments: a journal of notes and photographs. The 2D scale pattern required a plurality of materials and procedures that provide the teacher with the necessary instructions to elaborate them, since the applied techniques allowed the elaboration of a polymer beetle that can be used as a didactic tool and in turn promote the species conservation by not using biological material to carry out dissections.

Keywords: Artificial anatomical model; entomology; Polyphaga; making.

Introducción

La elaboración de los modelos anatómicos artificiales se remonta al siglo XV, los cuales surgieron con el estudio de la anatomía humana en Europa donde la ciencia y el arte estuvieron muy ligadas, desde el Renacimiento hasta el Romanticismo; en esa época la cera jugó un papel fundamental en los estudios de anatomía descriptiva. Para el siglo XVII

las Escuelas de Salud de París, Montpellier y Estrasburgo integraron a la cirugía y a la medicina en una sola carrera. En esta fecha los modelos anatómicos artificiales de cera se convirtieron en un recurso didáctico valioso para la enseñanza del arte de curar, de manera que constituyeron una herramienta indispensable para el conocimiento, agentes esenciales para el entendimiento y

aprendizaje de la medicina (Lemire, 1993).

Así mismo, la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (OREALC-LLECE) (2009) realizaron un estudio sobre la calidad de la educación, donde afirman que la enseñanza de la biología ha evolucionado desde lo que podría ser llamado la necrología (el estudio de cantidad de cosas grises preservadas en fijadores) a concepciones más dinámicas a través del uso de diversas herramientas y estrategias didácticas en el aula.

Razón por la cual, González (2009) aboga en introducir nuevas estrategias y herramientas que permitan que el estudiante desarrolle y fortalezca las formas y estructuras de construcción de conocimiento dentro del aula; las cuales al mismo tiempo servirán para resolver los problemas concernientes a su cotidianidad. Seguidamente Cardozo y Finol (2017) indican que la didáctica cada vez hace más hincapié en la idea de que el estudiante debe jugar un papel más activo, desarrollando su propio aprendizaje, ajustándolo de acuerdo a sus necesidades y objetivos personales.

En consecuencia, los cambios sociales generados dentro del ámbito educativo demandan estrategias y recursos que permitan subsumir saberes complejos en el escenario educativo, ya que la

enseñanza de la zoología debe ser considerada como un proceso dinámico, que permita la comprensión de conceptos asociados a la anatomía y fisiología de ejemplares zoológicos (Cardozo y Finol, 2017).

Para Ávila (2016) los modelos anatómicos artificiales constituyen representaciones tangibles, que por su origen y naturaleza de simulación son prácticos y útiles en los procesos de enseñanza al segmentar con códigos de color, contrastes de material y las formas de las diferentes estructuras anatómicas a estudiar. Briceño et al. (2012) indican la existencia de diversas técnicas artísticas para la elaboración de modelos anatómicos artificiales que son tan amplias como los materiales utilizados; haciendo el proceso más sencillo de observar, entender y sentir sus elementos.

En este orden de ideas, Briceño et al. (2013) indican que las artes plásticas han suministrado información valiosa de cómo construir modelos anatómicos didácticos importantes para impartirlos contenidos teóricos. Igualmente, los autores Balaguera et al. (2021) se han centrado en promover el uso de este recurso en la enseñanza de las ciencias veterinarias. Sin embargo, no ha sido descrita por completo su aplicabilidad didáctica y las bondades de los procedimientos implementados para elaborarlos. Además, actualmente no existe una ilustración completa de escarabajo registrada, porque en los textos biológicos no hay una imagen total que muestre cada uno

de los sistemas y estructuras que este posee.

El objetivo del presente estudio fue analizar el proceso de confección de un modelo de anatómico artificial de escarabajo del suborden: Polyphaga.

Fundamentación teórica

Variedad de materiales y métodos para la elaboración de modelos anatómicos artificiales

En la actualidad existe una gran variedad de métodos y materiales utilizados para la elaboración de modelos anatómicos artificiales; al respecto Anandit, Niranjini y Vinay (2018) plantean que se pueden realizar modelos para explicar la fisiología de órganos como los músculos a partir de materiales tan simples como: bolas de plástico de dos colores diferentes, cinta adhesiva de colores, tiras de velcro, alambre de metal (hierro galvanizado/cobre) y pinturas acrílicas, entre otros.

Por otro lado, Ávila y Alcón (2013) indican que el yeso o sulfato de calcio hidratado es un material cerámico muy sencillo en su preparación y útil en diferentes áreas. También es uno de los más importantes para la profesión odontológica y protética, ya que es un material único e indispensable para la obtención de modelos anatómicos de estudio y laboratorio. Este puede cubrir al máximo las exigencias del profesional; por lo tanto, es necesario su uso correcto. El yeso puede ser empleado en la elaboración

de modelos de laboratorio obtenidos por calcinación en autoclave del yeso, consiguiéndose de esta forma partículas menos porosas y más regulares para el montaje de modelos en los articuladores, enmuflados de prótesis removibles parciales o totales y fabricación de modelos preliminares en prótesis totales.

Así mismo, Briceño et al. (2014) explican la utilización de polímeros plásticos como la resina para la elaboración de modelos, ya que este es un material resistente. Sin embargo, los pasos para su obtención requieren de mucha dedicación y se necesitan destrezas manuales, porque durante el proceso se esculpen y pintan las estructuras anatómicas.

Un método novedoso para la elaboración de modelos anatómicos artificiales es el aplicado por Hackmann, Dos Reis y Chaves (2019), que consiste en la utilización de un escáner láser. Este hace posible capturar de forma rápida un conjunto de muestras suficientemente grande de los órganos de interés para la persona. Luego sigue la impresión 3D, muy utilizada en la medicina y la veterinaria para producir biomodelos.

En concordancia con lo anterior, para Mantrana et al. (2018) la impresión en 3D es el proceso de fabricación aditiva que implica unir materiales para hacer objetos físicos a partir de un modelo digital, y normalmente se lleva a cabo por un proceso de aposición de capas, poniendo una capa sobre otra, lo que supone una revolución en la manera de trabajar los materiales.

Los modelos anatómicos como herramienta didáctica

Los modelos anatómicos artificiales según Balaguera et al. (2021) se emplean para facilitar el entendimiento de la medicina humana y animal en asignaturas como: anatomía, fisiología, cirugía y patología, las cuales son de mayor relevancia en la formación del profesional en medicina. Estos modelos buscan una aproximación a la morfología y función de un organismo; ayudan a su exploración y en lo posible, un reemplazo para disminuir las prácticas con experimentación animal.

Por otro lado, Anandit, Niranjini y Vinay (2018) en un intento de explicar la fisiología de la contracción muscular, crearon un modelo de fibras a partir de materiales simples, como cuerdas y pelotas. La naturaleza tridimensional del modelo permite a los estudiantes a comprender los aspectos estructurales del músculo esquelético. De acuerdo con los resultados de la investigación, los estudiantes disfrutaron estas intervenciones, haciendo del proceso de aprendizaje tanto informativo como agradable.

Los autores Sajal, Bhaskar y Vinay (2018) indican que los modelos anatómicos artificiales son utilizados para explicar los procesos del ciclo cardíaco, porque permite que los estudiantes recuerden conceptos y despierten interés por la medicina. Estas actividades pueden utilizarse para el estudio de otros órganos del cuerpo humano.

Igualmente, Hackmann, Dos Reis y Chaves (2019) manifiestan que estos re-

ursos son útiles, ya que es posible identificar las regiones del estómago canino; como las curvaturas mayores y menores del estómago. Además, se puede observar las relaciones topográficas del estómago con otros órganos como: el esófago, el duodeno descendente y el páncreas. El uso como material didáctico no se limitaría a los laboratorios de anatomía; sino que, también, podría utilizarse en otros lugares como bibliotecas y aulas.

Finalmente, Mantrana et al. (2018) afirman que: los modelos hápticos, creados con impresoras 3D, son de gran utilidad en la planificación y ejecución de cirugías reparadoras complejas, al aportar grandes ventajas con su utilización.

Metodología

El presente estudio es cualitativo y de tipo etnográfico (Hernández y Mendoza, 2018); este fue realizado durante el segundo periodo de 2018 en el Laboratorio de Taxidermia y de Preparados Anatómicos “Ramón de Jesús Acosta” del Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Humanidades y Educación, La Universidad del Zulia.

El diseño de investigación fue estructurado según los lineamientos de Hernández y Mendoza (2018) y consta de las siguientes fases:

1. Se realizó una revisión bibliográfica sobre los diversos procedimientos para la estructuración de modelos anatómicos artificiales y se seleccionaron los descritos por los autores Briceño et al. (2012,

2013, 2014), ya que estos explican con rigurosidad su elaboración.

2. Se analizó el ambiente del Laboratorio de Taxidermia y los recursos disponibles.
3. La muestra estuvo constituida por un grupo de tres voluntarios que aplicaron los métodos de confección plasmados en este trabajo.
4. La técnica de recolección de información fue la observación participativa y los instrumentos: un diario de anotaciones y fotografías.
5. Se utilizó la codificación selectiva para establecer dos categorías de análisis que permitieron hacer una reflexión profunda sobre los procedimientos y las bondades del recurso didáctico obtenido.

Las técnicas de modelaje se describen a continuación:

Etapa I: indagación y elaboración del patrón en 2D

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica de imágenes o ilustraciones esquemáticas de todas las estructuras de un coleóptero, pero se detectó que las ilustraciones estaban incompletas. Debido a esta circunstancia se extrajeron

estructuras de varios textos; por lo tanto, la mayor parte del diseño de la morfología interna (sistema digestivo, excretor, circulatorio y nervioso) se realizó siguiendo como referencia el diccionario entomológico de Ramírez (2012); mientras que el aparato reproductor femenino y masculino, así como el sistema traqueal, se tomó del texto de Zoología de Invertebrados de Barnes y Ruppert (1996). La morfología externa se hizo con base a un escarabajo del suborden: Polyphaga ilustrado en el diccionario entomológico de Ramírez (2012).

Se graficó la anatomía interna de un escarabajo en papel blanco y se calcó en vegetal, siguiendo el procedimiento descrito por Briceño et al. (2014): se elaboró el boceto, posteriormente se realizó el dibujo acabado el cual constituyó el patrón a utilizar por el modelador y se transfirió el boceto a una hoja de papel vegetal cuadriculado con escala de acuerdo a las dimensiones de la escultura.

El color para cada estructura biológica se seleccionó según las instrucciones de los autores antes mencionados y se incluyó en el boceto (diseño) por aplicación del programa Inkscape 0,92 (2019). El escarabajo está ilustrado en la figura 1.

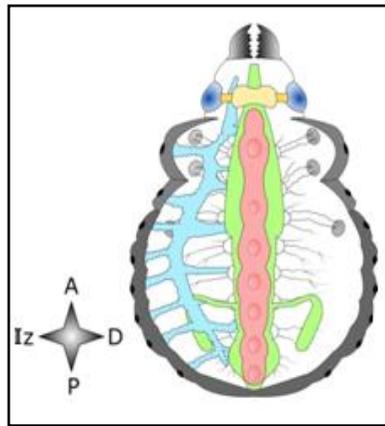


Figura 1. Boceto del modelo anatómico artificial de un escarabajo del suborden Polyphaga A: anterior, D: derecha, P: posterior y Iz: izquierda

Fuente: Elaboración propia (2022)

Etapas II: modelo transitorio en arcilla

Se pulverizó la arcilla endurecida mediante un martillo de madera; se tamizó con un colador de rejillas fina; posteriormente el polvo se depositó en una bota de jeans cocida en uno de sus extremos y se le colocó agua. El extremo de la bota fue asegurado con un cordón o pabilo y después de una semana la arcilla ya compactada y humedecida, se amasó hasta quedar homogeneizada.

La masa de arcilla fue aplanada sobre la bota con ayuda del rodillo, luego se cortaron tiras de arcilla con ayuda de paletas de madera de bordes afilados; di-

chas tiras se colocaron sobre la bandeja y se unieron humedeciendo los fragmentos con un poco de agua para crear una base continua. Se niveló utilizando un alambre tensado sobre la arcilla tomando como referencia el borde de la bandeja; se copió el patrón a moldear; se delineó el contorno de la forma corporal. Luego se elaboraron los sistemas y estructuras graficadas en el boceto del escarabajo para finalmente ensamblarse (figura 2). Este proceso se realizó con pinceles, paletas de madera con punta afilada, paletas pequeñas de metal y pequeñas porciones de agua.



Figura 2. Modelo transitorio en arcilla del escarabajo-suborden Polyphaga

Fuente: Elaboración propia (2022)

Etapa III: elaboración del molde de yeso

El modelo en arcilla del escarabajo fue confinado con cartulina 200 grs impermeable. El lado impermeable de dicha cartulina se colocó hacia la parte interior que se encuentra mirando al modelo, construyendo analógicamente una pequeña represa. La base y sostén de la cartulina se construyó con la arcilla sobrante, de tal manera que el yeso no se filtró alrededor del modelo transitorio (figura 3).

Inmediatamente se vertió el yeso y se movió la bandeja para generar vibraciones. Este proceso permitió que el yeso

penetrara en todas las depresiones y detalles para copiar la topografía del modelo transitorio en arcilla completamente. Según Ávila y Alcón (2013) el yeso procesado es un material que permite la reproducción fina de detalles de una estructura física.

El yeso restante se difundió alternado su vertimiento con dos capas de gasa hasta que el modelo quedó totalmente cubierto como indica Briceño et al. (2012). La gasa tiene la finalidad de reforzar el molde y a la vez aumentar la resistencia mecánica de la pieza moldeada. Finalmente se separó la impresión topografía en yeso del modelo transitorio obteniéndose el molde.



Figura 3. Vaciado del yeso para la elaboración del molde utilizado en la confección del patrón en resina

Fuente: Elaboración propia (2022)

Etapa IV: vaciado del material

Una vez obtenido el molde este se lavó con cuidado hasta retirar todos los restos de arcilla para pasar por un proceso de revisión, donde los bordes afilados o cortes sesgados de las depresiones que puedan generar trampas fueron delineados en un ángulo de 45° , con ayuda de pequeñas paletas metálicas con bordes redondeados.

El molde se lavó para retirar el exceso de gránulos de yeso y polvo, se expuso al sol para aligerar el secado. Seguidamente con un pincel se colocó una

capa de cera para desmoldar y nuevamente se colocó bajo el sol y se pulió con un paño limpio.

Este procedimiento se repitió dos veces añadiendo tres capas más de cera desmoldante. Posteriormente se agregó una capa de alcohol polivinílico con un pincel, se colocó al sol y se añadió otra capa de este material. Finalmente se vertió la resina con capas alternas de fibras de vidrio, las cuales proporcionan un soporte mecánico. Se desmoldó el modelo en resina, se lijó, se cortaron las fibras de vidrio sobresalientes y se lavó para eliminar los residuos (figura 4).



Figura 4. Modelo anatómico artificial en resina en proceso

Fuente: Elaboración propia (2022)

Etapa V: perfeccionamiento y pintado

Una vez seco el modelo, se aplicó una capa de pintura blanca de aceite (figura 5). Se procedió a pintar de manera

precisa cada uno de los órganos en relieve esculpidos perfeccionando cada uno de los órganos y estructuras; el modelo definitivo quedó listo para ser fijado en una base de madera para mayor resguardo



Figura 5. Modelo anatómico artificial en resina casi culminado

Fuente: Elaboración propia (2022)

Resultados y discusión

El resultado final fue un modelo anatómico artificial en resina del

escarabajo del suborden Polyphaga, el cual se presenta en la figura 6.

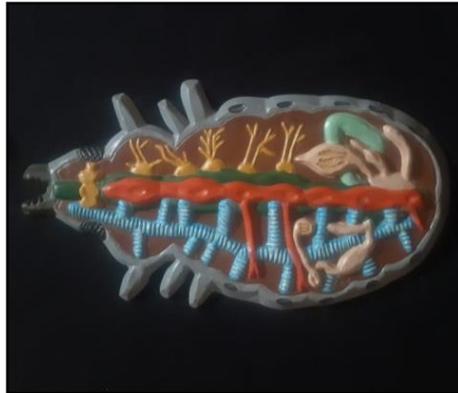


Figura 6. Modelo culminado del escarabajo-suborden Polyphaga

Fuente: Elaboración propia (2022)

Bondades de los materiales y métodos aplicados

En la primera etapa el programa utilizado permitió ensamblar los sistemas y estructuras que forman parte de un escarabajo. Así mismo, la metodología aplicada en las siguientes etapas (2, 3, 4 y 5) involucró una pluralidad de técnicas y cuidados que permitieron confeccionar la topografía de todas las estructuras del escarabajo confirmándose las bondades de las técnicas descritas por Briceño et al. (2012). El modelo anatómico artificial de escarabajo obtenido es exacto al elaborado en el boceto, ya que las estructuras se corresponden en forma y proporción a las graficadas en la figura 1.

Según Balaguera et al. (2021) buscan una aproximación a la morfología y función de un organismo; ayudan a su exploración y en lo posible, un reemplazo para disminuir las prácticas con experimentación animal.

En la topografía del modelo se observan diferentes colores. Partiendo de la anatomía externa, el exoesqueleto se pintó de color gris, los espiráculos y los ojos compuestos de negro y el aparato bucal marrón. Siguiendo con la anatomía interna el sistema nervioso fue teñido de color amarillo, el sistema circulatorio de color rojo, las estructuras respiratorias de celeste, el sistema digestivo

de verde, las gónadas de rosado y los túbulos de Malpighi verde claro. Estos colores concuerdan con los utilizados en las imágenes de los libros de zoología incluidos en la metodología.

Además, el modelo es un recurso de material resistente y duradero que puede ser utilizado por muchos años. También, su uso permite subsanar la escasez de material biológico existente en algunas instituciones educativas y así disminuir los gastos generados por la compra de los químicos utilizados en su conservación que pueden modificar la textura y color de las estructuras; además frecuentemente en la preservación de las muestras biológicas se utilizan el formol como fijador y el fenol como antimicótico, ambos productos catalogados como tóxicos y volátiles (Molina et al., 2019).

Aplicabilidad del modelo

El modelo anatómico de escarabajo puede considerarse un recurso didáctico para la enseñanza de la entomología, ya que a través de este se observan las estructuras anatómicas de interés biológico para los estudiantes. Según Balaguera et al. (2021) los modelos artificiales se utilizan para imitar las estructuras biológicas para usos educativos.

Al respecto se puede destacar un informe realizado en el 2019 por la organización European Resource Center for Alternatives in High Education (EURCA) de la Unión Europea, en el cual se señala que aproximadamente 179.000 animales de laboratorio se utilizan con fines docentes, lo que representa

el 1% del total de animales manipulados en investigación (Molina et al., 2019); de manera que, el uso de modelos anatómicos artificiales minimiza el sacrificio de animales en las prácticas de laboratorio. Además, dichos modelos constituyen una representación tangible macroscópica de estructuras que no pueden ser detalladas a simple vista; por lo tanto, sino existen equipos para observar la morfología de un escarabajo, el modelo es una alternativa para estudiar la anatomía interna y externa. Aunado a esto, Ávila (2016) manifiesta que por su naturaleza de simulación se tornan prácticos y provechosos en los procesos de enseñanza. Igualmente, según Yi et al. (2019) pueden ayudar a estimular la curiosidad del estudiante y conducir a una mejor efectividad de la enseñanza.

Consideraciones finales

La construcción de modelos anatómicos artificiales entomológicos está dividida en una serie de etapas, entre las que se destacan: indagación y elaboración del patrón en 2D, modelo transitorio en arcilla, elaboración del molde de yeso, vaciado del material, perfeccionamiento y pintado que permiten a los participantes consultar información sobre la morfología de insectos como los coleópteros; también reproducir y magnificar todas las estructuras complejas, que muchas veces son difíciles de representar en un solo dibujo y/o plano; puesto que representa una ventaja para poder visualizar mejor cada uno de los elementos

del cuerpo de un animal, así como ensamblar modelos nuevos con fines didácticos, ya que el modelo a escala en 2D del coleóptero constituye un híbrido hermafrodita creado con resina para efectos didácticos, el cual puede ayudar a mejorar la enseñanza de la entomología y otras subdisciplinas de la biología.

Al momento de realizar las prácticas de laboratorio, este tipo de modelo puede constituir una herramienta o recurso útil, eficiente y seguro para la enseñanza de la entomología, porque desde el punto de vista de la bioética no representa un problema para la captura de las muestras y tampoco un peligro biológico. Además, todos los sistemas y estructuras del escarabajo pueden ser detallados en la topografía del modelo. Un factor esencial en la enseñanza de la anatomía de animales invertebrados.

Recomendaciones

Esta experiencia resultó gratificante y satisfactoria para los autores, de manera que recomiendan a otros docentes capacitarse en la elaboración de modelos anatómicos artificiales, los cuales pudieran ser de gran utilidad en la enseñanza de otras áreas del conocimiento tanto a nivel de educación básica, media diversificada, como universitaria.

Agradecimiento

Al Laboratorio de Taxidermia y Preparados Anatómicos “Ramón de Jesús Acosta”.

Referencias bibliográficas

- Anandit, John; Niranjini, Chandrasekaran y Vinay, Oommen. (2018). All play and no work: skits and models in teaching skeletal muscle Physiology. **Revista Advances in Physiology Education**. Vol. 42, pp. 242–246. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/epdf/10.1152/advan.00163.2017>. Recuperado el 29 de mayo de 2022.
- Ávila, Juan. (2016). Diseño de material didáctico para la enseñanza de anatomía. **Memorias arbitradas 6to foro internacional del diseño como proceso**, 22 al 24 de junio de 2016, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, pp. 1015-1030. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/85336/2955-11338-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Recuperado el 05 de abril de 2022.
- Ávila, Jeannette y Alcón, Guery. (2013). Yesos odontológicos (GYPSO). *Revista de Actualización Clínica Investiga*. Vol. 30, pp. 1483-1487. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682013000300002&script=sci_arttext. Recuperado el 08 de marzo de 2022.
- Balaguera, David; Vesga, Javier; Burgos, Andrés; Simbaqueva, Jeyson; Rodríguez Jhoan y Córdoba, Juan.

- (2021). El uso de los biomodelos didácticos en las ciencias veterinarias: Una revisión. **Revista Ciencias Veterinarias**. Vol. 39, N° 2, pp. 1-13. Disponible en: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/article/view/15672/22573>. Recuperado el 28 de junio de 2022.
- Barnes, Robert y Ruppert, Edward. (1996). **Zoología de los invertebrados**. Sexta edición, Madrid: McGraw- Hill Interamericana, México.
- Briceño, Alfredo; Núñez, Jaime; Martínez, Teresa y Patiño, Danis. (2012). **Herramienta didáctica en polímero plástico de anatomía de planaria (platelminto) para la enseñanza de la Biología**. [Mensaje en un blog]. ADBS.DOC. Disponible en: <http://adbsunidoc.blogspot.com/2015/?m=1>. Recuperado el 12 de marzo de 2022.
- Briceño, Alfredo; Núñez, Jaime; Martínez, Teresa; Patiño, Danis y Altuve, Víctor. (2013). Instrucciones didácticas para la elaboración de modelos anatómicos artificiales partiendo de experiencias significativas. **Memorias arbitradas II Congreso Venezolano y III Jornadas Nacionales de Investigación Estudiantil “Dra. Luz Maritza Reyes de Suárez”**, 21 al 23 de octubre de 2013, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, pp. 561-567.
- Briceño, Alfredo; Núñez, Jaime; Martínez, Teresa; Patiño, Danis; Altuve, Víctor y Varilla, Aliana. (2014). Descripción del proceso de diseño patrón de modelos didácticos tridimensionales. **Memorias arbitradas III Congreso Venezolano y IV Jornadas Nacionales de Investigación Estudiantil “Dra. Imelda Rincón Finol”, Investigamos e innovamos para Venezuela**, 24 al 26 de septiembre de 2014, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, pp. 467-474.
- Cardozo, Ángel y Finol Wilfredo. (2017). Los modelos anatómicos artificiales. Una estrategia de para la enseñanza para la zoología. **Revista de Investigación Estudiantil-REDIELUZ**. Vol. 7, N° 2, pp. 75-83. Disponible en: <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/redieluz/issue/archive>. Recuperado el 10 de mayo de 2022.
- González, Molly. (2009). **La generación de conocimiento científico en el aula. Una explicación teórica desde la práctica pedagógica** (Tesis doctoral). Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Hackmann, Conrado; Dos Reis, Daniela y Chaves, Antonio. (2019). Digital Revolution In Veterinary Anatomy: Confection of Anatomical Models of Canine Stomach by Scanning and Three-Dimensional Printing (3D). **International Journal of Morphology**. Vol. 37, N° 2,

- pp. 486-490. Disponible en: http://www.intjmorphol.com/wp-content/uploads/2019/04/art_16_372.pdf. Recuperado el 29 de junio de 2022.
- Hernández, Roberto y Christian, Mendoza. (2018). **Metodología de la investigación**. Primera edición, McGraw Hill Education, México.
- Inkscape 0.92. (2019). **Inkscape Draw freely** [Software]. Disponible en: <https://inkscape.org/>. Recuperado el 03 de marzo de 2022.
- Lemire, Michel. (1993). La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera. **Revista Ciencias**. Vol. 32, pp. 59-69. Disponible en: <https://www.revistacienciasu-nam.com/es/182-revistas/revista-ciencias-32/1707-la-representaci%C3%B3n-del-cuerpo-humano-modelos-anat%C3%B3micos-de-cera.html>. Recuperado el 10 de febrero de 2022.
- Mantrana, Gustavo; Jacobo, Oscar; Hartwing, Denisse y Giachero, Virginia. (2018). Modelos de impresión tridimensional en la planificación preoperatoria y en la enseñanza académica de las fracturas mandibulares. **Revista Cirugía Plástica Ibero-Americana**. Vol. 44, N° 2, pp. 193-200. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-78922018000200012. Recuperado el 11 de mayo de 2022.
- Molina, Ana; Diz, Andrés; Ayala, Nahum; Diz, Lorena; Lora, Antonio; Martínez, Alfonso; Vivo, Joaquín; Navas, José; Barasona, María; Bujalance, Francisca; Rueda, Andrés; Diez, Ana; Montero, Estrella y Moyano, Rosario. (2019). Elaboración de modelos anatómicos mediante técnicas de plastinación como alternativa al uso de animales en docencia y como recurso en el proceso enseñanza-aprendizaje. **Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes**. Vol. 8, N° 4, pp. 24-32. Disponible en: <https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/ripadoc/article/view/12321/pdf>. Recuperado el 19 de mayo de 2022.
- Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (OREALC-LLECE). (2009). **Aporte para la enseñanza de las Ciencias Naturales**. Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Santiago, Chile. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000180275>. Recuperado el 27 de marzo de 2022.
- Ramírez, Jaime. (2012). **Diccionario entomológico venezolano**. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Ediciones IVIC, Venezuela.

Sajal, Clarence; Bhaskar, Anand y Vinay, Oommen. (2018). Pumping the pulse: a bicycle pump to simulate the arterial pulse waveform. **Journal Advances in Physiology Education**. Vol. 42, pp. 256–259. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/epdf/10.1152/advan.00004.2018>. Recuperado el 28 de junio de 2022.

Yi, Xuehan; Ding, Chenyu; Xu, Hao; Huang, Tingfeng; Kang, Dezhi & Wang, Desheng. (2019). Three-dimensional printed models in anatomy education of the ventricular system: A randomized controlled study. **Journal World Neurosurg**. Vol. 125, pp. 891-901. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30743037/>. Recuperado el 29 de junio de 2022.