



Piezas anatómicas preservadas como instrumento de enseñanza de la anatomía veterinaria

García Tovar C.G.¹, Soto Zárate C.I.¹, Oliver González M.R.¹, Garrido Fariña G.I.¹ y Rodríguez Salazar L.M.²

¹Departamento de Ciencias Biológicas, FES-Cuautitlán, UNAM, Estado de México, 54740

²Instituto Politécnico Nacional, CIECAS. Ciudad de México, 11360.

ARTICLE INFO

Received: 20 octubre 2019
Accepted: 13 enero 2020
Available on-line: 01 mayo 2020

Keywords: anatomía veterinaria, disección, piezas anatómicas, instrumentos de enseñanza, epistemología de la imaginación.

E-mail addresses:
García Tovar CG.
cgarciatov@yahoo.com.mx
Soto Zárate CI.
cisz2003@hotmail.com
Oliver González MR.
oliverglz@yahoo.com.mx
Garrido Fariña GI.
isaurogafa@yahoo.com.mx
Rodríguez Salazar LM.
luismauriciors@gmail.com

ISSN 2007-9847

© 2020 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

To achieve consistent training in the career of Doctor in Veterinary Medicine (DVM), it is essential to know the anatomy of domestic animals for the understanding of physiology and pathology to which allows the development of medical and zootechnical procedures for the prevention and treatment of diseases. In the Basic Veterinary Anatomy course, the teacher it rests on dissections to carry out the teaching-learning process. Nevertheless, the DVM training, requires understanding the anatomy of all domestic species (horses, ruminants, pigs, carnivores and birds) not being able to dissect in all of them, requiring the use of preserved anatomical pieces (bones, joints, muscles, viscera, heart, etc.) as teaching instruments. This process allows students to create imaginary configurations of the real anatomy of these preserved anatomical pieces in species that are difficult to access for dissection, in order that on their development Professional they can be able to apply these mental configurations in physical examination, surgeries or necropsies among other. This way of generating knowledge by means of mental configurations applied to reality, is part of what is stipulated in the epistemology of the imagination (proposal of one of the members of our group), which points out the creation of imaginary configurations of not visible realities for recognize the shape and structure of the body parts of species that were not dissected.

Para lograr una formación consistente en la carrera de medicina veterinaria y zootecnia, es fundamental conocer la anatomía de los animales domésticos como requisito indispensable para la comprensión de la fisiología y la patología, las cuales permiten desarrollar procedimientos médicos y zootécnicos para la prevención y tratamiento de enfermedades. En el curso de Anatomía Veterinaria Básica, el docente se apoya en disecciones para llevar a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje. El ejercicio profesional del MVZ requiere comprender la anatomía de todas las especies domésticas (equinos, rumiantes, porcinos, carnívoros y aves), sin embargo, no es posible realizar disecciones en todas ellas, por lo que se requiere emplear piezas anatómicas preservadas (huesos, articulaciones, músculos, vísceras, corazón, etc.) como instrumentos de enseñanza. Esto permite a los estudiantes crear configuraciones imaginarias de la anatomía real a partir de las piezas preservadas, en especies a las que es difícil tener acceso para su disección, con el objeto de que durante su desarrollo profesional puedan aplicar estas configuraciones en la exploración física, cirugías o necropsias, entre otras actividades. Esta forma de generar conocimientos por medio de configuraciones mentales aplicadas a la realidad forma parte de lo estipulado en la epistemología de la imaginación (propuesta de uno de los integrantes de nuestro grupo), que señala la creación de configuraciones imaginarias de realidades no visibles, para reconocer la forma y estructura de las partes corporales de especies a las que no se les realizó una disección.

I. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual requiere de profesionistas proactivos, colaborativos, innovadores, creativos y competentes, para lo cual la actividad docente debe estar vinculada con las expectativas y problemas de su tiempo y de la sociedad en donde se desarrolla (Coello et al., 2019). Para lograr esto es necesario que el proceso enseñanza-aprendizaje se lleve a cabo a través de un trabajo académico planificado, intencionado y sistemático, dirigido a la mejora continua de dicho proceso, el cual debe fundamentarse en el Plan de Estudios de la carrera y los programas de las asignaturas que lo conforman.

En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM (México) se imparte la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, bajo el esquema presencial. El Plan de Estudios contempla asignaturas básicas dentro de las cuales está la Anatomía Veterinaria Básica, en donde los estudiantes conocen la constitución del cuerpo de los animales domésticos (equinos, rumiantes, porcinos, carnívoros y aves). Al aprender la anatomía de los animales domésticos, los alumnos asimilan una serie de términos que forman la base de la nomenclatura médica, el manejo de instrumental a través de disecciones y constituye el primer contacto con un cadáver animal, lo cual suele poner a prueba su vocación y aptitudes. Otra asignatura es la Anatomía Veterinaria Aplicada, que se imparte en el 5° semestre y se fundamenta en el uso de los conocimientos anatómicos para la resolución de problemas en el campo de la medicina y la producción animal.

En el estudio de la Anatomía Veterinaria Básica, la disección es la actividad fundamental para su aprendizaje, lo que está implícito en el nombre de esta disciplina que etimológicamente significa cortar separando o disociando las partes del cuerpo (Getty, 1975; Montemayor, 2011). El objetivo central de esta asignatura es que los alumnos comprendan la anatomía de las diferentes especies domésticas. Este estudio de la anatomía veterinaria se hace complejo debido a la dificultad para acceder a todas las especies domésticas para su disección. A través de los años, hemos resuelto parte de la problemática utilizando técnicas de enseñanza que incluyen la participación colaborativa de los estudiantes en la construcción del conocimiento a través de la generación de material didáctico de apoyo, consistente en piezas anatómicas preservadas utilizadas como instrumentos de enseñanza.

Los instrumentos de enseñanza o didácticos, englobados dentro del concepto general de medios educativos y tratados entonces como “material de enseñanza”, incluyen prácticamente cualquier objeto vivo o inerte, natural o artificial, simple o complejo (De la Orden, 1972). Las piezas anatómicas que tienen un objetivo para el aprendizaje se convierten entonces en instrumentos de enseñanza.

Recientemente, hemos planteado que es posible generar conocimiento mediante configuraciones mentales aplicadas a la realidad, basados en lo estipulado en la epistemología de la imaginación, propuesta de uno de los integrantes de nuestro grupo (Rodríguez-Salazar, 2015), que señala la creación de configuraciones imaginarias de realidades posibles, planteado ahora como una configuración imaginaria de realidades no visibles, para reconocer la forma y estructura de las partes corporales de especies a las que no se les realizó una disección, dicho de otra manera, tener acceso a una realidad no visible a través de la imaginación. Esto permitirá que los alumnos, a partir de las piezas anatómicas preservadas construyan en su mente la situación anatómica, forma y estructura de las partes corporales en especies a las que no ha tenido acceso en una disección y de esta manera crear una realidad posible de lo no visible al momento de trabajar en la preservación de la salud y realizar la producción animal con estas especies (la construcción imaginaria de una disección), como lo señalamos al final de este trabajo.

II. EL MÉTODO DE ENSEÑANZA DE LA ANATOMÍA VETERINARIA

Anatomía es la rama de las Ciencias Biológicas que se encarga del estudio de la forma y estructura de las partes corporales que conforman a los organismos a través de cortes y disecciones, entendiéndose por “partes corporales” todas las estructuras que constituyen el cuerpo ya sea de humanos o animales, esto es: huesos, articulaciones, músculos, vísceras (que incluye a todos los órganos, glándulas y membranas serosas que forman parte o están relacionadas con los diferentes aparatos como son el respiratorio, digestivo, urogenital y endocrino), el corazón y el sistema vascular sanguíneo y linfático, el sistema nervioso, los órganos sensoriales y la piel y sus anexos (Getty, 1975).

En la asignatura de Anatomía Veterinaria Básica se estudia la forma y estructura de las partes corporales de los animales domésticos, dentro de estos, los que con mayor frecuencia son utilizados como animales para la producción, el

deporte y compañía: equinos, rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos), porcinos, carnívoros (caninos y felinos) y aves (gallináceas, como la gallina, el guajolote y la codorniz; columbiformes, como la paloma y anseriformes, como el pato y ganso).

La forma en que se aborda es acorde con la Anatomía Descriptiva, esto es; se reseña la forma y estructura de las partes corporales, delineando y detallando de una manera narrativa, pormenorizando las características que forman parte de ellas. Al mismo tiempo, el estudio de las diferentes especies se realiza, acorde a la Anatomía Comparada: marcando diferencias y similitudes presentes entre las especies en la forma y estructura de las diferentes partes corporales (Getty, 1975). La asignatura se imparte en un curso teórico-práctico, el cual se basa en clases de teoría en donde se brindan los conceptos, definiciones y descripciones de las estructuras anatómicas, las cuales posteriormente se abordan de forma práctica en sesiones de laboratorio, fundamentadas en disecciones y piezas anatómicas preservadas.

La disección como actividad fundamental para la generación y adquisición de conocimientos en anatomía, una visión histórica: de Herófilo a Vesalius

La disección es la actividad fundamental para generar y adquirir los conocimientos en anatomía, es necesaria e insustituible, conclusión a la que han llegado los anatomistas a través de la historia.

El estudio de la anatomía utilizando la disección como estrategia fundamental se remonta al pasado lejano de la era conocida como Antigüedad Clásica. En una revisión básica introductoria al tema, que es a la recurrimos todos en primer instancia (Fundación Wikimedia Inc., 2019), se hace referencia a Herófilo (335 – 280 AC), así como a Erasístrato de Ceos (304 – 259 AC) como fundadores de la escuela de Alejandría (Fundación Wikimedia Inc., 2018), que de acuerdo con experiencia en docencia en anatomía, es una buena referencia de que estos dos autores pueden ser considerados los primeros anatomistas, realizando disecciones anatómicas de cuerpos humanos de manera sistemática.

Sin embargo, la mayor referencia es a Claudio Galeno de Pérgamo (130 – 200 D.C.), de quien consultamos tanto su obra directa, como la referencia que se hace de él por algunos autores contemporáneos, fue un médico que se preocupó por la necesidad de conocer el funcionamiento del cuerpo para comprender las enfermedades y cómo tratarlas, por lo que se hizo investigador de la medicina. En esa práctica aprendió que antes que nada era necesario conocer como estaba estructurado el cuerpo, de ahí que toda su vida profesional estuvo centrada por su interés y estudio de la anatomía, en donde alcanzó toda su brillantez, manifestando que la forma de aprender anatomía es mediante la disección (Galeno, 2002; Romero y Huesca et al., 2011). Enseña como diseccionar las diferentes partes del cuerpo, también describe su posición, forma, sustancia y la relación que hay entre ellas, así como su función (Galeno, 2002; Galeno, 2010). Impulsa el estudio sistemático de la anatomía, lo cual se ve reflejado en la forma metódica en la que realizaba su trabajo basado en las disecciones (Galeno, 2002).

Otro médico, siete siglos posteriores a Galeno es Abd Allāh ibn Sīnā, conocido en Persia como Ibn Sina, castellanizado como Avicena (980-1037), quien escribió una síntesis que recoge todo el saber de los grandes médicos grecorromanos: Hipócrates, Aristóteles, Dioscórides y Galeno. Una de sus aportaciones fue describir la circulación pulmonar y señalar la inexistencia de los pequeños orificios descritos por Galeno que intercomunicaban a los ventrículos cardíacos a través del tabique interventricular, lo que demuestra su descripción anatómica con base a la disección (Garde Herce, 2017).

Andrés Vesalio (1514-1564), publicó en 1543 lo que puede considerarse la primera obra maestra de Anatomía *De Humani Corpori Fabrica* (De la estructura del cuerpo humano) por lo que se le considera fundador de la ciencia moderna basada en la investigación, gracias a sus disecciones en humanos. En este punto rompemos con la referencia a que la anatomía está fundada en la observación, ya que, como se mencionó en un trabajo anterior (Rodríguez-Salazar 2018a), tanto sus observaciones, como las de Galeno, estaban guiados por su conceptualización del funcionamiento de los órganos, no solamente en su forma. Dicho de otra manera, la estructura anatómica estaba guiada por su conceptualización fisiológica, o como ahí se señala, la fisiología es la metafísica de la anatomía.

Es por eso por lo que consideramos que la mayoría de los autores señalan que, al seguir a Galeno e intentar obtener el conocimiento anatómico a través de la disección, Vesalius advirtió que el médico griego había descrito el cuerpo humano a partir de la anatomía de otros animales por lo que se dispuso a corregirlo. Con todo la suya era una

crítica “galénica” ya que privilegiaba el saber adquirido con ayuda de las manos y de los ojos frente a la autoridad de las obras (Saunders & O'Malley, 1950; Galeno, 2002; Galeno, 2010; Kusukawa, 2016). En cambio, como se planeó en dos trabajos recientes (Rodríguez-Salazar 2018b; Rodríguez-Salazar, 2019), la diferencia entre Galeno y Vesalius era que el primero concebía la circulación sanguínea del lado derecho del corazón, diferente de la del corazón izquierdo, directamente relacionada con el pulmón, por la que circulaba aire con sangre, de ahí el nombre de arteria.

El método sistemático y el método topográfico aplicado al estudio de la Anatomía.

El método sistemático se realiza estudiando las partes corporales cuyo origen y estructura son similares y que colaboran en conjunto en el desempeño de una función; para esto se contemplan ocho ramas auxiliares de la anatomía: osteología (huesos y cartílagos), artrología (articulaciones y sus anexos), miología (músculos y sus anexos), esplacnología (órganos que integran a los aparatos y sistemas responsables de mantener la vida y continuar la especie, como son: aparato digestivo, aparato respiratorio, aparato urogenital y sistema endocrino; los órganos que los constituyen se conocen con el nombre de vísceras), angiología (órganos de la circulación tanto sanguínea como linfática, incluyendo al corazón, bazo y timo), sistema nervioso (constituido por un conjunto de órganos y estructuras que trabajan en la regulación de las funciones del organismo, relacionándolo con el medio ambiente como son el encéfalo, médula espinal, ganglios y nervios), órganos sensoriales (estructuras que actúan como receptores de estímulos del medio ambiente, para después transmitirlos al sistema nervioso central y hacerlas conscientes, como son los órganos de la visión, oído, olfato, gusto y tacto) y tegumento común (piel y sus anexos) (Getty, 1975).

El método topográfico estudia al organismo, dividiéndolo en regiones corporales de superficie, tomando en cuenta la relación y localización de los distintos elementos anatómicos.

En el curso de Anatomía Veterinaria Básica se combinan ambos métodos ya que en principio se divide el cuerpo de los animales en 7 regiones (cabeza, cuello, tórax, abdomen, pelvis, miembro torácico y miembro pelviano) y posteriormente se estudian las diferentes estructuras que las conforman siguiendo el método sistemático, por ejemplo, en miembro torácico se estudian los huesos, articulaciones, músculos, vasos sanguíneos y nervios; en cavidad torácica los huesos, articulaciones, músculos, vísceras, órganos de la circulación (corazón y vasos sanguíneos) y nervios. Este método permite relacionar desde un punto de vista anatomo-topográfico, las diferentes estructuras que conforman cada una de las regiones corporales y de esta forma hacer más comprensible y sencillo el aprendizaje de la anatomía. La nomenclatura utilizada es de uso común para todos los anatomistas veterinarios y está plasmada en la Nómina Anatómica Veterinaria (Gasse, 2017).

III. PRESERVACIÓN DE PIEZAS ANATÓMICAS

Para el estudio de la anatomía de las diferentes especies domésticas, en particular cuando no es posible hacer disecciones, se implementó el uso de modelos de cera o de plástico, esquemas y fotografías, posteriormente se hizo el uso de métodos computacionales, procesamiento digital de imágenes, reconstrucción de objetos tridimensionales (3D), visualización e inteligencia artificial, creando recursos innovadores con computadoras (informática anatómica), que a pesar de que crean imágenes de alta resolución no son un sustituto del cadáver y sus partes. Los dispositivos y programas interactivos podrían resultar en una mayor retención y atractivos para una audiencia de estudiantes pero no siempre son adecuados para apreciar la forma y partes que conforman a las estructuras que conforman el organismo, no es posible estudiar características importantes como son el tamaño, apariencia externa, color, textura, consistencia, estructura, distribución y relaciones, lo que significa que no permiten verlas de forma natural y manipularlas para conocer su anatomía real (Bravo, 2019).

Por lo anterior, la disección continúa siendo el método de elección para la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía. Como alternativa para estudiar la anatomía de los animales domésticos, a los que es difícil acceder, se hizo necesario contar con las partes corporales de dichos animales, por lo que en un principio se solicitaba a los alumnos que consiguieran órganos en carnicerías o rastros. Si bien cumplían el objetivo de apreciar la anatomía de manera real, por tratarse de material biológico, tenían el inconveniente de que pronto entraban en descomposición y su uso se limitaba al momento de la práctica y, posteriormente, tenían que ser desechadas, así que cada vez que se quisiera estudiar se tendrían

que conseguir nuevamente. Para solucionar este problema se recurrió al uso de reactivos fijadores que permiten retrasar el proceso de descomposición, esto es la preservación de los especímenes biológicos.

La preservación tiene una historia muy larga, si bien en un principio no era con fines de estudio anatómico, se realizaba para evitar la descomposición de los cadáveres con una inclinación más hacia el culto a los muertos. El embalsamamiento y la momificación fueron métodos utilizados en el antiguo Egipto, métodos similares también se emplearon en otros lugares de África, Asia y América. El embalsamamiento moderno se puede datar a partir del siglo XVII, después de la publicación de los trabajos de Harvey sobre el sistema circulatorio y de aquí nace el principio de la inyección arterial. William Hunter utilizó turpentina y aceites de resina. Posteriormente August Wilhem von Hofmann descubrió el formaldehído y más adelante Laskowski introdujo el uso de la glicerina (para evitar la deshidratación) y el fenol (para inhibir el crecimiento de hongos). Posteriormente se describieron diferentes métodos de preservación en los que siempre se utiliza un reactivo fijador (Von Hagens, 2004).

La fijación es el proceso de preservación (lo más cercano a su estado original en vivo) estructural y química de las células y materiales extracelulares sin ser desplazadas en el espacio. La interacción del fijador con los componentes moleculares de los tejidos mantiene estables las estructuras. Al utilizar una solución fijadora se busca que el reactivo fije las células antes de que aparezcan los fenómenos *post mortem* (autólisis, desintegración), que posean un alto poder de penetración para asegurar la fijación correcta hasta en las capas profundas de la pieza a fijar, conservar en lo posible los detalles estructurales que presentaban *in vivo* y no provocar o impedir la producción de estructuras artificiales (Verdín et al., 2013).

En anatomía comúnmente se utiliza el formaldehído a partir de una solución comercial concentrada denominada formol, que se diluye en agua formando formalina acuosa y se usa simplemente por inmersión de las piezas en la solución fijadora. Tiene el inconveniente del olor producido por los vapores que despiden, si bien este producto tiene la ventaja de fijar muy bien los tejidos, evitar su descomposición y tener un precio aceptable en el mercado; el problema se presenta con los efectos secundarios que se le atribuyen, como irritación de nariz y garganta, dificultades respiratorias, bronquitis, sensibilización alérgica y su clasificación como probable carcinógeno humano. Por otra parte, por el alto número de animales y piezas anatómicas utilizados, se complica su posterior eliminación y tratamiento para evitar la contaminación con los desechos resultantes (Muñetón & Ortiz, 2011).

En el proceso enseñanza-aprendizaje de la Anatomía Veterinaria la preparación de piezas anatómicas preservadas con métodos novedosos, es la alternativa más adecuada para el aprendizaje de la anatomía, con el fin de evitar el uso de material fresco que entra rápidamente en descomposición y el de reactivos con riesgos para la salud humana por su grado de toxicidad (como es el caso de la inmersión de las piezas en formalina acuosa).

Instrumentos de laboratorio para la construcción de instrumentos de enseñanza

Existen varias técnicas que permiten la preservación de las piezas anatómicas en número y calidad suficiente, lo que es un requisito invaluable, ya que las piezas pueden ser aprovechadas durante un mayor tiempo (incluso varios semestres) y los costos se reducen considerablemente. Para su elaboración, se requiere, inicialmente, realizar una disección cuidadosa y detallada de la pieza anatómica que se desea preservar, posteriormente, se utilizan diferentes reactivos, materiales y equipos que se convierten en instrumentos de laboratorio para la generación de instrumentos de enseñanza (las piezas anatómicas preservadas). Por ejemplo, reactivos como la glicerina preparada en solución con fenol se transforman en un reactivo para la preservación de piezas anatómicas, que junto con un contenedor de plástico se convierten en instrumentos de laboratorio para la construcción de instrumentos de enseñanza.

Existen ejemplos más sofisticados, como la técnica de insuflado en donde una solución de cloruro de sodio, formalina acuosa y agua oxigenada sirven para impregnar las piezas anatómicas dentro de un contenedor de plástico, que después se insufla conectándola con mangueras de plástico a una compresora de aire hasta que reúne las características deseables de preservación, en este caso la solución, el contenedor de plástico, las mangueras de plástico y la compresora se convierten en instrumentos de laboratorio para producir instrumentos de enseñanza.

Finalmente, el ejemplo de mayor sofisticación en el empleo de instrumentos de laboratorio para producir instrumentos de enseñanza es la plastinación, en esta técnica existen 4 pasos fundamentales; fijación, deshidratación,

impregnación forzada y curado. La fijación se realiza con la inmersión de la pieza en una solución de formalina acuosa dentro de un contenedor de plástico, después se sustituye la formalina por acetona para deshidratar la pieza (se mantiene dentro de un congelador a una temperatura de -25°C para evitar que la acetona se evapore), posteriormente la pieza se sumerge en un silicón y se introduce en una cámara dentro del congelador, que es conectada mediante una manguera de plástico a una bomba de vacío para forzar la salida de la acetona y su sustitución por el silicón (impregnación forzada) para finalmente sacar la pieza de la cámara de vacío y colocarla en otro contenedor de plástico para permitir que el silicón sufra su proceso de curado (esto último a temperatura ambiente) y al final la pieza anatómica de estructura biológica se convierte en un espécimen plastinado. En el caso de la plastinación se utilizan diversos reactivos, materiales y equipos (formalina acuosa, acetona, silicón, contenedores de plástico, mangueras de plástico, cámara de vacío y congelador) como instrumentos de laboratorio para la preparación de instrumentos de enseñanza (las piezas plastinadas) (Von Hagens, 2004; Nieto et al., 2014).

Las piezas anatómicas preservadas permiten cumplir con los objetivos planteados en las asignaturas del área de anatomía veterinaria, ya que promueven la creación y mantenimiento de una colección de piezas de fácil manejo y uso. Conservan la apariencia natural del espécimen que es la principal característica que proporciona valor didáctico a la pieza. Para obtener los mejores resultados en la preservación se requiere aplicar diferentes técnicas y más aún, desarrollar nuevas técnicas; de lo contrario es posible que muchas estructuras no se aprovechen eficientemente, ya sea porque se descomponen o destruyen fácilmente. Por lo anterior en la FES-Cuautitlán se implementó un programa de manejo y procesamiento de piezas anatómicas con el fin de optimizar el material, equipo e instalaciones. La innovación en este campo es muy importante, constantemente se buscan nuevas técnicas de preservación y nuevos materiales y sustancias que no sean tóxicas y peligrosas, tanto para el personal que realiza las preparaciones como para el que las utiliza, sin perder el objetivo de obtener una pieza anatómica con la mejor calidad posible (Nieto et al., 2014).

Talleres de preparación de material didáctico como instrumentos de formación profesional

Debido a que el aprendizaje de la anatomía es complejo por la gran cantidad de información que se tiene que comprender y asimilar, se requiere de la participación activa y colaborativa de los alumnos por lo cual es necesario contar con las herramientas didácticas necesarias para apoyar a los estudiantes durante el curso y que coadyuven a que el proceso enseñanza-aprendizaje sea dinámico, en relación con la adquisición de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes. Dentro del área de Anatomía Veterinaria se organizan cada semestre los Talleres de Preparación de Material Didáctico en donde se incluye a los estudiantes que cursan alguna de las asignaturas del área en la aplicación de las técnicas de preservación, trabajando en equipo, bajo la asesoría de los profesores y presentando al final el producto del trabajo realizado lo que ha favorecido el aprendizaje de la anatomía a través de la construcción del conocimiento, como parte de la formación profesional de los estudiantes (Fig. 1).

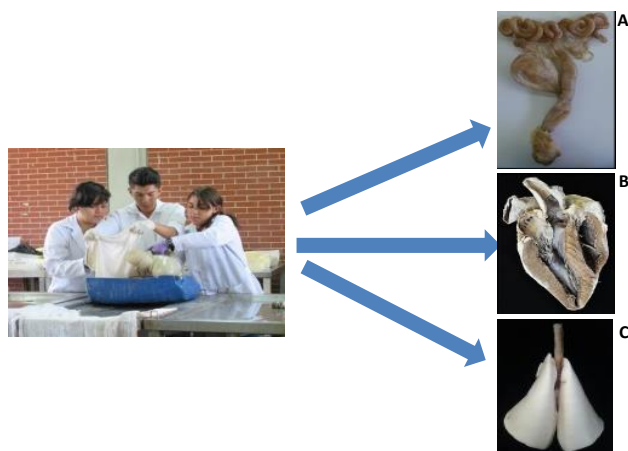


FIGURA 1. Talleres de preparación de material didáctico. En esta figura se muestra a los alumnos trabajando de forma colaborativa para la obtención de piezas anatómicas preservadas (A. Útero de porcino; B. Corazón de bovino; C. Pulmones de ovino).

IV. LAS PIEZAS ANATÓMICAS PRESERVADAS COMO INSTRUMENTOS DE ENSEÑANZA

De acuerdo a Vesalius “la anatomía debe ser considerada como la piedra fundamental del arte de la medicina y su preámbulo esencial” (citado por Getty, 1975). En este sentido, la disección bien realizada puede considerarse una obra de arte que muestra la constitución, en su forma y estructura, de las partes que conforman a los organismos.

El arte en su definición más simple es la “capacidad, habilidad para hacer algo” y más ampliamente “manifestación de la actividad humana mediante la cual se interpreta lo real o se plasma lo imaginado con recursos plásticos, lingüísticos o sonoros” (Diccionario de la Real Academia Española). La disección es la manifestación de la realidad del anatomista, por tanto, puede considerarse un arte.

Partiendo de esto último, Montemayor (2011) expresa que después del renacimiento, anatomistas y artistas, inician tres siglos de exploración del cuerpo humano, disecando y buscando la “verdad anatómica”. El artista con la mirada de la estética y el anatomista con los ojos de quien busca la precisión y el rigor científico.

A partir del renacimiento los anatomistas han buscado la forma de preservar lo que observan en la disección, inicialmente con esquemas y dibujos, lo que representaba la anatomía en forma bidimensional, tal como se aprecia en la obra de Vesalius (Saunders & O'Malley, 1950), así como también en grandes artistas como Leonardo da Vinci (1452-1519), quien a través de sus notas y dibujos anatómicos se puede apreciar como conjuntó el arte y la ciencia en una disciplina, la Anatomía (Fig. 2A y 2B). Sin embargo, su trabajo no influyó en la historia de la anatomía, y sólo cuando a mediados del siglo XVII empezaron a darse a conocer compilaciones de sus obras tomó valor para la anatomía artística e hizo aportaciones importantes al conocimiento anatómico, tanto de anatomía humana como de animales, mediante las disecciones que realizó (Royal Collection Trust, 2012; Crespo, 2014).

La publicación de imágenes anatómicas continuó hasta llegar a la publicación de libros y atlas cuyas ilustraciones dejaron de ser esquemas y pasaron a ser fotografías, con una mejoría en la calidad progresando conforme avanzaba la tecnología hasta llegar a la fotografía e impresión digital (Fig. 2C).

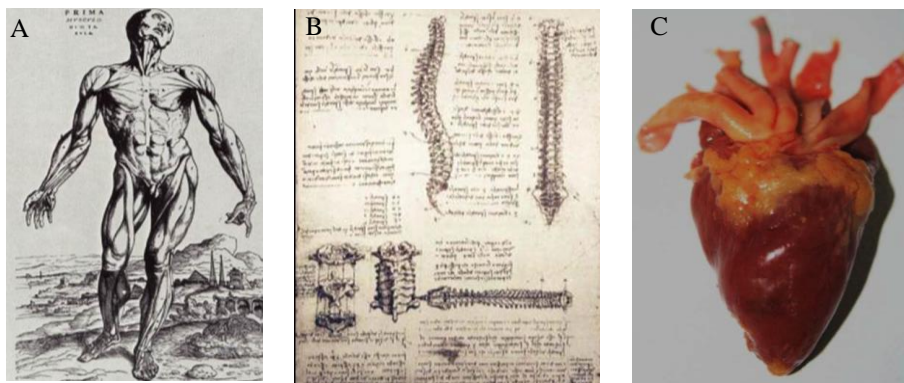


FIGURA 2. Esquemas y fotografías para preservar lo que en la disección se observa. Se muestran esquemas de Anatomía elaborados a partir de disecciones por Andrés Vesalio (A) y Leonardo da Vinci (B), y una fotografía digital de corazón de ave. Tomados de Saunders & O'Malley, 1950 (A), Crespo, 2014 (B) y García et al. 2016 (C).

Después, a través de piezas de modelos de cera se empezaron a demostrar las estructuras anatómicas en tres dimensiones (Montemayor, 2011) lo que permitió una apreciación más exacta de la anatomía, sin embargo, seguían siendo modelos artificiales de la realidad, de igual forma que los modelos de anatomía informática que actualmente se utilizan (Bravo, 2019).

En la actualidad, el proceso de investigación para establecer las mejores técnicas para preservar las piezas anatómicas para su estudio y manipulación ha sido continuo, actualmente se busca preservar la realidad de forma artificial. El culmen de este proceso está en el trabajo de Von Hagens quien describió la técnica de plastinación mediante la cual cadáveres y piezas anatómicas son plastificadas y preservadas para su exposición y estudio (Fig. 3). Esta técnica,

muestra verdaderas obras de arte de la disección anatómica que se presentan como “maquetas de la realidad anatómica” y que pueden ser utilizadas como piezas para museo y en su momento como materiales de apoyo didáctico (Von Hagens, 2004).

Actualmente existen otras técnicas que nos permiten producir piezas anatómicas preservadas de forma rutinaria en el laboratorio, mediante las cuales se obtienen especímenes de calidad que pueden ser utilizados en las prácticas de laboratorio de anatomía. Dentro de estas técnicas están la esqueletografía (para preservar huesos y articularlos para mostrar los esqueletos), preservación de articulaciones, músculos y vísceras mediante técnicas como el glicerinado, técnica de insuflado (para vísceras huecas y pulmones), técnica de repletado (se obtienen modelos vasculares y de conducción de diferentes órganos como árbol bronquial, pelvis renal y uréteres), técnicas de aclaramiento para visualizar el interior de los organismos y la preservación de piezas anatómicas en cajas de acrílico. El detalle de estas técnicas puede consultarse en el libro de Nieto et al. (2014).



FIGURA 3. Ejemplar plastinado de cuerpo humano completo en dinámica. En esta figura se presenta una disección de los músculos del humano preservados mediante la técnica de plastinación, el cuerpo humano se muestra de una forma más atractiva para volver más fácil la observación de una disección en un cadáver. Tomado de Von Hagens, 2004.

Siguiendo la propuesta de uno de los integrantes de nuestro grupo de investigación “Epistemología de la Imaginación” (Rodríguez-Salazar, 2015) y tomando las piezas anatómicas como instrumentos de enseñanza es posible que los alumnos puedan crear configuraciones imaginarias de realidades no visibles, para reconocer la forma y estructura de las partes corporales de especies a las que no se les realizó una disección. Una realidad a través de un proceso imaginativo partiendo de las piezas anatómicas con las que trabajan, haciendo una extrapolación a las imágenes (principalmente esquemas y maquetas) que se conocen sobre la anatomía de las especies que no han diseccionado. De esta forma, se busca que los estudiantes puedan crear imágenes reales de lo no visible y que solo van a encontrar al hacer una disección y así conjuntar el conocimiento adquirido con la experiencia práctica, la experiencia simbólico-imaginativa y la experiencia formal para que puedan identificar con precisión las partes corporales de cualquiera de las especies domésticas estudiadas en el curso al momento de realizar una disección. Asimismo, conocer de antemano las estructuras anatómicas en su situación y relaciones durante una cirugía y, más aún, en el animal vivo, poder establecer de forma imaginaria la situación anatómica de cada una de las estructuras que los conforman y poder realizar la auscultación para establecer un diagnóstico acertado (Fig. 4).

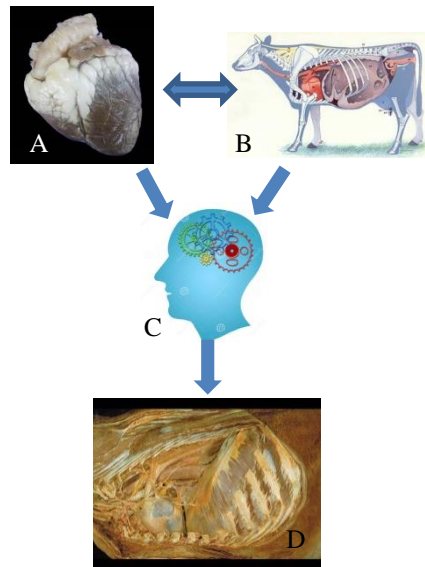


FIGURA 4. Piezas anatómicas preservadas como instrumentos de enseñanza. En la imagen se muestra un corazón de bovino preservado por la técnica de glicerinado (A), a través del conocimiento adquirido con esta pieza y esquemas del bovino (B) el alumno será capaz de crear una realidad posible de lo no visible y hacer una disección del bovino (D) a través de un proceso imaginativo (C). La imagen “D” fue tomada de Ashdown & Done, 1996.

Finalmente, de acuerdo con Montemayor (2011), la tecnología, como herramienta, nos permite llegar más allá de lo que podemos imaginar. Las piezas anatómicas destinadas en su origen como instrumentos de enseñanza se pueden transmitir más allá del laboratorio. Elaborando presentaciones digitales con las imágenes de las piezas anatómicas y utilizando las TICs, podemos hacer una difusión amplia de la información generada a partir de estas piezas anatómicas y se convertirán a su vez en instrumentos de enseñanza que pueden ser utilizados por los estudiantes fuera de las aulas y los laboratorios. Por otro lado, estas mismas presentaciones podrán hacer las veces de un museo en donde se muestra el arte en la anatomía.

CONCLUSIONES

La Anatomía Veterinaria estudia la forma y estructura de los animales domésticos (equinos, rumiantes, porcinos, carnívoros y aves) la cual se enseña desde un punto de vista descriptivo y comparativo siguiendo los métodos sistemático, topográfico y aplicativo. La disección es la estrategia fundamental para el estudio de la anatomía. En el curso de Anatomía Veterinaria Básica, el docente se apoya en disecciones y para cumplir el objetivo de comprender la anatomía de todas las especies domésticas se ha recurrido al empleo de piezas frescas pero por su naturaleza entran pronto en descomposición. Por lo anterior, se han tomado reactivos, materiales y equipo como instrumentos de laboratorio para generar instrumentos de enseñanza (piezas anatómicas preservadas) dentro de un proceso colaborativo con la participación de alumnos y profesores en talleres de preparación de material didáctico que se convierten en instrumentos de formación profesional.

Las piezas anatómicas preservadas son un instrumento invaluable para desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje de la Anatomía, es el empleo de piezas anatómicas preservadas (huesos, articulaciones, músculos, vísceras, corazón, etc.), mediante diversas técnicas que han ido evolucionando a través de los años con el fin de sustituir reactivos potencialmente tóxicos como el formaldehído (comúnmente empleado) por reactivos con nula o baja toxicidad, lo que ha permitido estudiar partes corporales de especies animales a los que no es posible acceder para su disección. El uso de las piezas anatómicas preservadas como instrumentos de enseñanza permite a los estudiantes crear configuraciones imaginarias de la anatomía, así en su desarrollo profesional podrán aplicar estas configuraciones, por ejemplo, en la exploración física, cirugías o necropsias. Esta forma de generar conocimientos en el ámbito de configuraciones mentales y aplicarlo a la realidad, forma parte de lo estipulado en la epistemología de la imaginación, que permite la creación de configuraciones imaginarias de realidades no visibles para reconocer la forma y estructura de las partes corporales de especies a las que no se les realizó una disección.

Si bien la anatomía, por tener como objeto de estudio estructuras macroscópicas visibles, su no visibilidad se debe, en el caso de las vísceras, a que se encuentran cubiertas por diversas estructuras (piel, músculos, peritoneo), que no por el simple hecho de abatirlos en la disección o en las cirugías se vuelven visibles. En el caso de alguien sin formación en anatomía, lo único que observaría serían vísceras en general, es decir, sin identificar órganos en particular. Este argumento tiene como fundamento el que la observación está cargada de teoría, o bien, que completamos lo que vemos con lo que sabemos, que es parte de nuestra tesis epistemológica, la cual fue planteada en un trabajo anterior (Rodríguez-Salazar, Oliver García y García Tovar, 2019) como que la observación está cargada de imaginación. Sin embargo, la tesis epistemológica de la configuración imaginaria de realidades no visibles se puede apreciar con mayor claridad en otros trabajos actuales de nuestro grupo de investigación (Garrido-Fariña. et al., Soto-Zárate. et al. y Oliver-González., et al., en este número).

AGRADECIMIENTOS

Los autores deseamos agradecer a la MVZ. Ma. Reyes Pichardo Molinero por permitirnos utilizar las imágenes de las piezas anatómicas preservadas (Figs. 1 y 4) elaboradas bajo su dirección. La realización de este trabajo contó con el apoyo de los Proyectos FESC PIAPI 1829 y CIECAS-IPN SIP 20195356 y SIP 20200738.

REFERENCIAS

Coello, S., Hidalgo, J., González, Y., Moreno, P. & Crespo V.T. (2019). Aplicación del modelo STEM a través de proyectos colaborativos interdisciplinarios para estudiantes de ingeniería. *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 6, 12003.

Getty, R. (1975). *Sisson and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals*. W.B. Saunders Co. 5th ed. Philadelphia, U.S.A.

Montemayor, F.B.G. (2011). La anatomía humana, entre la ciencia y el arte. La colección de Cera Anatómica del Museo de Anatomía. *Revista Digital Universitaria*, 12(4):1-7.

De la Orden, H.A. (1972). Instrumentos didácticos. Recuperado el 9 de septiembre de 2019 de:

<https://revistadepedagogia.org/wp-content/uploads/2018/04/3-Instrumentos-Did%C3%A1cticos.pdf>

Rodríguez-Salazar, L.M. (2015). *Epistemología de la Imaginación: el trabajo experimental de Ørsted*. Ed. Corinter. México.

Fundación Wikimedia Inc. (2019). Herófilo. Wikipedia: La enciclopedia libre. Recuperado el 29 de octubre de 2019 de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Her%C3%B3filo>

Fundación Wikimedia Inc. (2018). Erasístrato. Wikipedia: La enciclopedia libre. Recuperado el 29 de octubre de 2019 de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Eras%C3%ADstrato>

Galeno, C. (2002). *Procedimientos Anatómicos, Libros I-IX*. Biblioteca Clásica Gredos, 305. Ed. Gredos, Madrid, España.

Romero y Huesca, A., Ramírez, B.R., López, S.G., Cuevas, V.J., De la Orta, R.F., Trejo, G.L., Vorhauer, R.S. & García, N.S.I. (2011). Galeno de Pérgamo: Pionero en la historia de la ciencia que introduce los fundamentos científicos de la medicina. *Historia y Filosofía de la Medicina*. 56(4):218-225.

Galeno, C. (2010). *Del uso de las partes, Libros I-XVII*. Biblioteca Clásica Gredos, 389. Ed. Gredos, Madrid, España.

Garde Herce, G. (2017). *Canon de Avicena (traducción apartados 332-399)*. Avicena. Recuperado el 4 de marzo de 2017 de: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/histologia/canon_de_avicena.pdf

Rodríguez-Salazar Luis Mauricio. (2018a). *Epistemología de la Imaginación: el trabajo experimental de William Harvey*. Editorial Corinter, México.

Saunders, J.B. de C.M. & O'Malley, C.D. (1950). The Illustrations from the works of Andreas Vesalius of Brussels. Dover Publications, Inc. New York, USA.

Kusukawa, n S. (2016). La fábrica de Vesalio. *Investigación y Ciencia*, 477:52-54.

Rodríguez-Salazar, L. M. (2018b). Galeno y Vesalius y la revolución científica en la circulación sanguínea: historia y epistemología para la educación. *Angiología*, 70 (5), 181-206.

Rodríguez-Salazar L. M. (2019) Imaginación y conocimiento en el aprendizaje del sistema linfático: *tertium quid* circulatorio en angiología. *Angiología* 2019; 71 (1) 37-39.

Gasse, H. (2017). Nómina Anatómica Veterinaria. International Committee on Veterinary Gross Anatomic Nomenclature. Hanover Germany: Chairman Editorial Committee. 6th ed.

Bravo, S.A.L. (2019). La anatomía ha evolucionado: enseñar y aprender anatomía en el siglo XXI ¿Qué ha cambiado? *Morfología*, 11(1):3-10.

Von Hagens, G. (2004). Body Worlds. Exhibición anatómica de cuerpos humanos reales. Institut für Plastination. Heidelberg, Alemania.

Verdín, T.S.L., Moreno, F.L., Rojo, B.N.R., García, H.A.L., Omaña, M.M., Meneses, A.A. & Nieto, Y.O.J. (2013). *Histología e Inmunohistoquímica. Manual de Métodos*. F.E.S. Iztacala U.N.A.M.

Muñetón, G.C.A. & Ortiz, J.A. (2011). Conservación y elaboración de piezas anatómicas con sustancias diferentes al formol en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad La Salle. *Rev. Med. Vet.* 22:51-55.

Nieto, B.J.L., García, T.C.G., Pichardo, M.M.R., Reyes, S.A.L. & Soto, Z.C.I. (2014). Técnicas para preservar piezas anatómicas. F.E.S. Cuautitlán U.N.A.M.

Diccionario de la Real Academia Española. Recuperado el 9 de septiembre de 2019 de: <https://dle.rae.es/?id=3q9w3lk>

Royal Collection Trust (2012). Leonardo da Vinci Anatomista. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de: https://www.rct.uk/sites/default/files/Leo%20languages_Spanish_0.pdf

Crespo F.J.L. (2014). Los documentos anatómicos de Leonardo da Vinci publicado en: *Bellas artes y trincheras creativas*. Colección de Ciencias y Artes. Edita: Grupo de investigación Eumed.net (SEJ 309), Universidad de Málaga (España).

García, T.C.G., Ortiz, B.T., Pichardo, M.M.R. & Nieto B.J.L. (2016). *Anatomía de las aves*. F.E.S. Cuautitlán U.N.A.M.

Ashdown R.R. & Done, H. (1996). *Color atlas of veterinary anatomy. Volume 1: The Ruminants*. Mosby-Wolfe. London, England.

Rodríguez-Salazar L. M, Oliver G.M.R. & García T.C.G. (2019). Enseñanza de la ciencia en radiología: la Caverna de Platón hecha arte por la imaginación. *ÑAWI*. 3(1):43-57.

Garrido-Fariña G.I., Oliver G.M.R., García T.C.G., Soto Z.C.I. & Rodríguez-Salazar L.M. (2020). *Histología y microtecnia, la frontera entre en un laboratorio de ciencia y un taller de arte*. *Lat. Am. J. Sci. Educ.*, en este número.

Soto-Zárate C.I., García T.C.G., Oliver G.M.R., Garrido F.G.I. & Rodríguez-Salazar LM. (2020). *El estudio de la ultraestructura biológica llevada al arte por la imaginación*. *Lat. Am. J. Sci. Educ.*, en este número.

Oliver-González M.R., García T.C.G., Soto Z.C.I., Garrido F.G.I. & Rodríguez-Salazar L.M. (2020). *Epistemología de la imaginación en el trabajo de docencia del laboratorio de anatomía radiológica veterinaria. arte y aprendizaje*. *Lat. Am. J. Sci. Educ.*, en este número.