

ELABORACIÓN DE MODELOS 3D DE LOS HUESOS DE LOS MIEMBROS TORÁCICO Y PELVIANO DE EQUINO

Stephanie González^{1*}, Andrea Nieves-Osorio¹, Ma. Reyes Pichardo-Molinero¹

Samantha Jardon-Xicotencatl¹ y Carlos Gerardo García-Tovar¹

¹ *Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán*

*stef.gonzalez8368@gmail.com

Resumen

La Anatomía Veterinaria Básica es una asignatura básica en la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la que el estudiante debe ser capaz de comprender los componentes anatómicos e integrarlos al ejercicio profesional en los diferentes campos de la profesión. El estudio de la anatomía se basa en la disección y a lo largo del tiempo se han utilizado distintos materiales de apoyo didáctico como son los atlas en donde se muestran disecciones de cadáveres y piezas anatómicas preservadas. La realidad educativa que generó la pandemia estuvo determinada por la necesidad de incorporar las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) a la impartición de las clases teóricas y prácticas a distancia. Los avances tecnológicos han contribuido al desarrollo de los diferentes campos de la educación y las diversas formas de aprender de los jóvenes, así como explorar y buscar otras nuevas que faciliten y mejoren sus estrategias didácticas, tanto en la impartición de la docencia teórica y práctica. El escaneo 3D es uno de los métodos más utilizados hoy en día para la digitalización de objetos que en el área de la anatomía ha sido aprovechado como complemento al estudio en piezas reales. En este trabajo se elaboraron modelos en 3D a partir de huesos de los miembros torácico y pelviano del equino. Permiten a los estudiantes trabajar en un ambiente virtual, de fácil acceso, con especímenes reales digitalizados, con la gran facilidad de poder consultarlos en cualquier lugar con un dispositivo móvil, computadora o tableta con acceso a internet, sin la necesidad de asistir al laboratorio para estudiar las piezas reales. Asimismo, poder magnificarlos, rotarlos, leer contenido adicional que puedan tener para complementar el estudio o

reproducir una animación. Con esto es posible una visualización detallada y precisa de las partes que conforman a cada pieza ósea.

Palabras clave: anatomía veterinaria, osteología, miembros locomotores y TIC.

Introducción

En los últimos años, la enseñanza de los cursos de anatomía ha sido gravemente afectada por la limitada disponibilidad de material cadavérico. Esta circunstancia ha obligado tanto a los anatomistas de todo el mundo como a los docentes a adaptar sus programas de una manera diferente, y ha llevado a los estudiantes a reconsiderar sus métodos de estudio. Como resultado, en la mayoría de los cursos de anatomía, la disección tradicional ha sido sustituida por la prospección de material cadavérico y el uso de preparaciones de órganos tratados con diversos métodos de preservación. (Inzunza, 2015). Sin embargo, estas formas de enseñanza también han tenido dificultades, tales como la disponibilidad a las piezas anatómicas de buena calidad para que puedan ser preservadas, el costo de los insumos con los que se realizan las preparaciones y en un menor porcentaje la incorporación de las tecnologías que permiten explorar no sólo la anatomía si no otras disciplinas dentro de la medicina. (Araujo, 2017). Otro gran cambio significativo es la realidad educativa que generó la pandemia en sus distintas fases ya que estuvo determinada por la necesidad de incorporar las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) a la impartición de las clases teóricas y prácticas a distancia. Gracias a la utilización de diferentes herramientas TIC se pudieron sobrellevar muchas de las situaciones generadas por la pandemia de COVID-19, que afectaron a la docencia presencial. Para muchos docentes la pandemia fue la invitación forzada al mundo de las nuevas tecnologías y algunos han comprendido el beneficio que supone la utilización de estas herramientas docentes y han decidido seguir utilizando diferentes herramientas TIC. En este trabajo se implementó una de las tantas nuevas tecnologías que apoyan a la educación, la creación de modelos en tercera dimensión a partir de huesos de equino preservados y esto gracias a la utilización de un escáner portátil fácil de usar y que genera imágenes de alta calidad, sabemos que este tipo de tecnología es cara por lo tanto no

es fácil de adquirir, pero la realización de este tipo de trabajos es un paso para abrir camino a la posibilidad de poder obtener equipos como estos mediante el apoyo de la universidad teniendo en cuenta que si son de utilidad para el aprendizaje continuo tanto de los alumnos como de los profesores. El escaneo 3D es uno de los métodos más utilizados hoy en día para la digitalización de objetos y aunque todos estos métodos no se crearon con el fin del estudio anatómico los académicos de esta área que es la medicina han sabido aprovecharlos y han ido de la mano con la tecnología para apoyar el surgimiento de nuevas formas de estudio. Cao (2023) y Saorín *et al.* (2015) afirmaron lo siguiente:

A través de la técnica de escaneo basada en la utilización de láser o luz infrarroja para crear un modelo digital de un objeto, midiendo la distancia al mismo y la variación de la luz al recorrer la superficie del objeto produce modelos con un gran nivel de detalle, por lo que es ideal para obtener información de geometrías complejas.

Esto tal y como lo puede llegar a ser un hueso de un animal y que en este caso es la técnica por utilizar para que los modelos creados tengan el mejor detalle posible, además, estos modelos pueden ser impresos en 3D, creando réplicas físicas exactas lo cual puede ser el siguiente paso de la educación implementando nuevas tecnologías, el poder tener en las manos un modelo con el cual interactuar y se pueda tener una comprensión más profunda de las imágenes planas de un libro. Entonces, ¿La incorporación de este tipo de tecnologías permitirá a los alumnos adquirir nuevas capacidades a la hora del estudio de la anatomía veterinaria? López (2018) señaló que a través de estas tecnologías los alumnos adquirirán la capacidad de “dominar, retener y generalizar” el saber a través del aprendizaje basado en la experiencia y que al ser una formación continua se mantendrán al día con la información que necesitan o desean adquirir. González *et al.* (2022) mencionaron que “por otro lado, se evitan algunas limitaciones que se presentan en entornos educativos convencionales, ya sean económicas, físicas, de seguridad, entre otras, logrando que más de un estudiante a la vez pueda observar e interactuar con un escenario como estos”. En resumen, en este trabajo se explora el modelado en 3D proporcionando herramientas

a los estudiantes de la carrera MVZ inscritos en la materia de Anatomía Veterinaria Básica de la FES Cuautitlán UNAM y se discute el impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Objetivo

Elaboración de un atlas digital 3D de huesos de miembro torácico y pelviano de equino mediante el escaneo de piezas preservadas para que los modelos generados sirvan como material didáctico a cualquier estudiante de la carrera MVZ inscritos en la materia de Anatomía Veterinaria Básica de la FES Cuautitlán UNAM.

Desarrollo del tema

El material didáctico producido consta de un atlas digital 3D de huesos de los miembros torácico y pelviano de equino a partir de piezas seleccionadas en el Laboratorio de Apoyo Técnico de Anatomía (LATA) de la FES Cuautitlán UNAM. Estos huesos se obtuvieron de un cadáver de equino adulto que fue donado por el Hospital de Equinos de la FES Cuautitlán, posteriormente se realizó la limpieza del espécimen para solo obtener y preservar las piezas óseas mediante la osteotécnica.

Para poder elaborar el material didáctico se utilizó un escáner 3D portátil (SHINING 3D EINSTAR) y una computadora (DELL G15) con Windows 11, Intel Core i7 con tarjeta NVIDIA GeForce Graphics (Figura 1), este último fue de mayor importancia ya que el escáner lo requiere para su uso.



Figura 1. Se muestra la imagen del escáner 3D portátil (Elaboración propia).

Una que vez que se obtuvieron los huesos ya mencionados se realizó el escaneo de cada uno de ellos con el equipo SHINING 3D EINSTAR. Para iniciar con el escaneo se utiliza el software EXStar. Es necesario una calibración y balance de blancos de dicho equipo y se realiza cada vez que el software lo indique. El escaneo se realiza con mayor facilidad en objetos mayores a los 10 cm y en nuestro caso no fue necesario algún tipo de preparación como el que recomiendan al utilizar el equipo. En la Figura 2 se anotan los botones y los indicadores para el escaneo.



Figura 2. Botones de funcionamiento del escáner.

- 1- Indicador de distancia de trabajo, 2- Indicador de estado del escáner, 3- Acercar/más brillante, 4- Vista previa/escanear/pausar, 5- Alejar/más oscuro. Tomada del Manual de Usuario:
<https://doc-asset.shining3d.com/exstar/e10-appearance.png>**

Cuando se inicia el escaneo la información es transmitida hacia la computadora, sin embargo, puede que se tome más información de la que se necesita como objetos no deseados, fondos o duplicado de la pieza, si esto pasa se realiza edición de las imágenes (Figura 3).

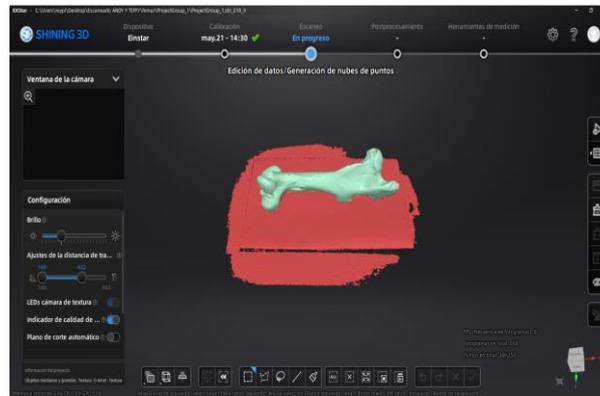


Figura 3. Edición de los modelos 3D (Elaboración propia).

Cuando se requiere realizar más de una vista de escaneo se pueden crear más proyectos para escanear la vista contraria y alinearlos para crear la imagen en 3D como se ejemplifica en la Figura 4.



Figura 4. Alineación de los escaneos (Elaboración propia).

Al término del escaneo y edición de las imágenes en EXStar las imágenes generadas se pueden importar en archivos OBJ, STL, ASC, PLY y 3MF. El tipo de archivo que se necesitó para su posterior carga en línea fueron OBJ, JPG y MTL.

Algunos de los modelos fueron editados en una aplicación externa al software antes de su carga en línea con el objetivo de señalar ciertas estructuras que abarcan una porción considerable del hueso como lo fueron: cuello, bordes, depresiones amplias y salientes grandes (Figura 5).

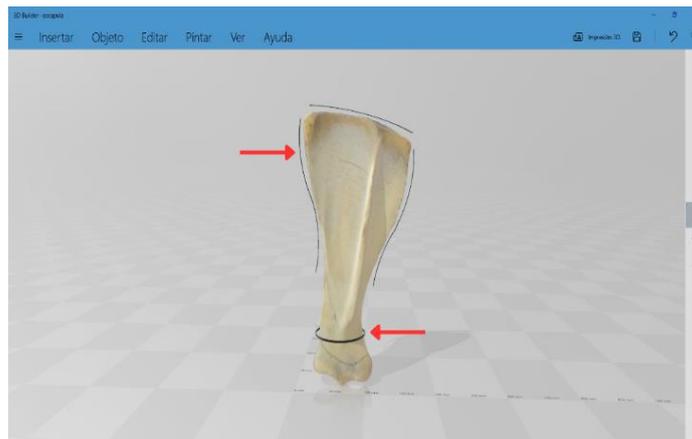


Figura 5. Edición final de los modelos (Elaboración propia).

Una vez que todas las piezas fueron escaneadas y editadas se procedió a realizar la carga de los modelos en la aplicación Sketchfab. Este sitio web permite realizar la carga directa de los archivos que se guardaron al momento de terminar el escaneo (MTL, OBJ y JPG).

Sketchfab permite realizar la edición de los modelos y agregar algunas propiedades a la imagen como lo fue la colocación y señalización de cada una de las estructuras óseas de cada hueso con su descripción correspondiente (Figura 6), de esta forma se complementó el estudio de la información ofrecida. Fue también importante agregar una identificación de nuestro trabajo ya que este sitio web es público por lo cual se colocó a cada modelo un fondo de imagen que incluyera los datos del proyecto, así como los autores y asesores.

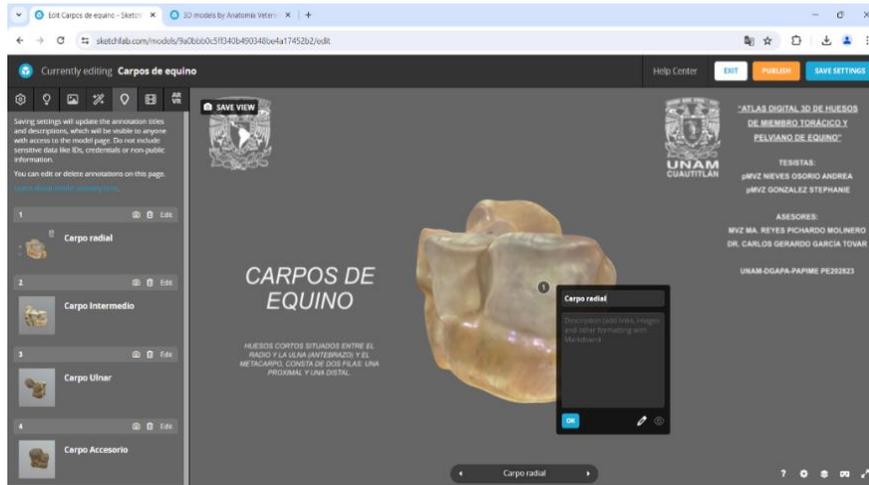


Figura 6. Colocación de textos y descripción complementaria en los modelos (Elaboración propia).

De esta forma se concluye el trabajo que se realiza sobre el modelo y queda listo para que los alumnos puedan ingresar para estudiar con el modelo 3D.

El número total de modelos disponibles en línea son 21 y se pueden consultar en el siguiente enlace: <https://skfb.ly/pg7xH>

En cada modelo se presentan los huesos, sus porciones y una descripción de cada una de ellas de acuerdo con lo descrito en la literatura (Getty, 1982; Bernal *et al.*, 2013; Singh, 2017; Bernal *et al.*, 2020; Bernal *et al.*, 2021)

La nomenclatura utilizada está acorde a la Nómina Anatómica Veterinaria (Gasse, 2017).

Los modelos se proporcionaron a estudiantes que cursan la asignatura de Anatomía Veterinaria Básica y mediante una encuesta se evidenció la utilidad de este trabajo en el proceso enseñanza-aprendizaje, comprobándose que las imágenes digitales 3D tienen un gran impacto en el aprendizaje de los estudiantes de la Anatomía Veterinaria, la cual es una materia básica que apoya fuertemente a áreas aplicativas de la Medicina Veterinaria y Zootecnia como por ejemplo; la cirugía, la clínica y el diagnóstico por imagen, entre otras.

Conclusiones

Hablando estrictamente sobre la educación en Medicina Veterinaria, se sabe que la forma de estudio de los veterinarios ha evolucionado constantemente para satisfacer las demandas cambiantes del mercado laboral, la sociedad y los avances en la ciencia y la tecnología y se ha observado un aumento en el interés por los métodos de enseñanza basados en tecnología, como el aprendizaje en línea y la realidad virtual, todo esto puede mejorar la participación de los estudiantes si se sabe aprovechar y utilizar correctamente, sin embargo, la implementación de estas tecnologías también presenta desafíos, incluyendo la necesidad de entrenamiento docente adecuado y la accesibilidad para los estudiantes. Para las sesiones prácticas de la asignatura de Anatomía Veterinaria Básica de la FES Cuautitlán el método de enseñanza más frecuente son las disecciones que se realizan en el laboratorio con los cadáveres de caninos. Este método ayuda a los estudiantes a la ubicación e identificación de las diferentes partes corporales y les ayuda a tener una visión completa de las estructuras y órganos que conforman el organismo, otra forma de aprendizaje es por medio de la preservación de piezas anatómicas con la utilización de diferentes técnicas como son las osteotécnicas y esplacnotécnicas (insuflado, repletado, glicerizados, algifén y alcohol propilenglicol) (Nieto *et al.*, 2014). Sin embargo, no siempre se cuenta con cadáveres suficientes, ni órganos o piezas anatómicas para la cantidad de alumnos inscritos en la materia, además de que en caso de los especímenes de canino no suelen durar el mismo tiempo que el curso por diferentes factores como la preparación, el cuidado o la contaminación de este. La utilización del material electrónico que se elaboró fue con fines didácticos, y por lo tanto se esperó que los alumnos pudieran adquirir los conocimientos de una forma sencilla y clara y que también desarrollaran capacidades, habilidades y destrezas, a través del uso de material de apoyo, además de que es de acceso fácil y gratuito para la comunidad en general. Este trabajo brindó al usuario la habilidad de identificar cada estructura de los huesos de los miembros torácico y pelviano del equino con la ventaja de que estos modelos se encuentran en tercera dimensión siendo así más fácil la visualización ya que se logra una integración anatómica más completa al relacionar las diferentes estructuras,

se buscó que este material se pueda usar ya sea durante las clases prácticas o teóricas por parte del docente o que los alumnos al estudiar y repasar lo puedan hacer desde cualquier dispositivo electrónico informático (teléfono celular, computadora, tableta, etc.) con acceso a internet ya que hacerlo directamente en la escuela en algunas ocasiones puede ser difícil para los estudiantes, de esta forma se superó la barrera del tiempo y el espacio para estudiar e incluso hacerlo de forma colaborativa con sus compañeros. Este atlas digital en 3D es un paso grande hacia la implementación de las TIC especialmente en el estudio de la Anatomía ya que se puede implementar no solo con estructuras óseas sino también en el estudio de órganos, además de que debido a la poca disponibilidad de especímenes ya sea caninos, bovinos, equinos, etc. los pocos que se tienen a la mano en los laboratorios pueden ser digitalizados y de esta forma el material se encuentre siempre existente en línea con una durabilidad infinita.

Referencia

Araujo, C.J. (2017). Del cadáver a la realidad virtual en el aprendizaje de la anatomía humana en la Escuela de Medicina de la Universidad del Zulia. *Rev Argentina Anatomía Online*, 8(3):98-101.

Bernal, Z.H., Carmona, O.A., Carrillo, M.F., Flores, O.G., García, T.C.G., González, L.C.J., Hernández, H.R., Oliver, G.M.R., Ortiz, B.T., Pichardo, M.M.R., Reyes, S.A.L., Soto, Z.C.I., Waldo, T.S. (2013). *Manual de prácticas y antología de Imágenes de Anatomía Veterinaria Básica*. México. FES Cuautitlán UNAM.

Bernal, Z.H., García, T.C.G., Oliver, G.M.R., Pichardo, M.M.R., Soto, Z.C.I. (eds.) (2020). Bernal, Z.H., Carmona, O.A., Carrillo, M.F., Castillo, H.G., Cerero, G.G.D., Chávez, G.J.I., Espinosa, O.F., Flores, O.G., García, T.C.G., González, L.C.J., Hernández, H.R., Jardón, X.S., Miranda, H.E., Torres, P.S., Nieto, B.J.L., Oliver, G.M.R., Ortiz, B.T., Pichardo, M.M.R., Reyes, S.A.L., Soto, Z.C.I., Tovar, B.N., Waldo, T.S. *Atlas Digital de Anatomía de los Animales Domésticos*. FES Cuautitlán UNAM.

Bernal, Z.H., García, T.C.G., Oliver, G.M.R., Pichardo, M.M.R., Soto Z.C.I. (eds.) (2021). Bernal, Z.H., Carmona, O.A., Carrillo, M.F., Cerero, G.G.D., Chávez, E.A., Chávez, G.J.I., Espinosa, O.F., Flores, O.G., García, T.C.G., González, L.C.J., Hernández H.R., Jardón, X.S., Miranda, H.E., Nieto, B.J.L., Oliver, G.M.R., Ortiz, B.T., Pichardo, M.M.R., Reyes S.A.L., Soto, Z.C.I., Torres, P.S., Tovar, B.N., Waldo, T.S. *Apuntes de Anatomía Veterinaria Básica*. México. FES Cuautitlán UNAM.

Cao, A., Dapoto, S.H., Thomas, P.J., Pesado, P.M. (2024). *Digitalización 3D para aplicaciones móviles con realidad virtual y realidad aumentada*. In XXIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC), pp 428-438.

Gasse, H. (2017). *Nomina Anatómica Veterinaria*. International Committee on Veterinary Gross Anatomic Nomenclature. Hannover Germany. Chairman Editorial Committee 6th. ed.

Getty, R., Sisson, G. (1982). *Anatomía Veterinaria de los Animales Domésticos*. Salvat, Ed., 5ª ed. España.

González, T., Ibeas, C., Gravert, I., León, A., Rojas, M. (2022). Características de un escenario de Realidad Virtual para el aprendizaje de anatomía: Una revisión bibliográfica. *Revista Española de Educación Médica*, 3: 81-92; <http://doi.org/10.6018/edumed.542861>

Inzunza, O., Caro, I., Mondragón, G., Baeza, F., Burdiles, Á., Salgado, G. (2015). Impresiones 3D, nueva tecnología que apoya la docencia anatómica. *International Journal of Morphology*, 33(3): 1176-1182.

López, M.V.M. (2018). *La Realidad Virtual como Recurso Educativo en las Ciencias Experimentales*. Tesis de grado. Universidad de Valladolid.

Nieto, J.L., García, T.C.G., Pichardo, M.M.R., Reyes, S.A.L., Soto, Z.C.I. (2014) *Técnicas para preservar piezas anatómicas*. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM.

Saorín, P.J., Meier, C., De la Torre, C.J., Melián, D.D., Drago, D.A.M. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. *Arte, Individuo y Sociedad*, 427-444.

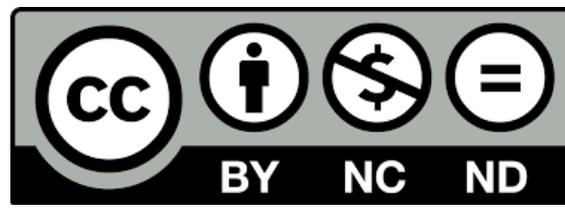
Singh, B. (2017), *Dyce, Sack and Wensing's Textbook of Veterinary Anatomy*. Elsevier Ed, 5th ed. U.S.A.



D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Excepto donde se indique lo contrario esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial, No derivada, 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Fecha de asignación de la licencia 2024-10-28, para un uso diferente consultar al responsable jurídico del repositorio por medio del correo electrónico unidadjuridicafesc@cuautitlan.unam.mx



ENTIDAD EDITORA

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

FORMA SUGERIDA DE CITAR:

González, S., Nieves-Osorio, A., Pichardo-Molinero, M. R., Jardon-Xicotencatl, S., y García-Tovar, C. G. (2024). **ELABORACIÓN DE MODELOS 3D DE LOS HUESOS DE LOS MIEMBROS TORÁCICO Y PELVIANO DE EQUINO**. MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC), Año 7, No. 7, septiembre 2024 - agosto 2025. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2024/Mem2024_Paper18.html