

Innovación educativa mediante digitalización y categorización de casos de histopatología veterinaria en un atlas virtual

Educational innovation through digitization and categorization of veterinary histopathology cases in a virtual atlas

Jeyson Simbaqueva Peña

Corporación Universitaria Remington

jeyson.simbaqueva@uniremington.edu.co

Marcela Patricia Eraso Cadena

Corporación Universitaria Remington

marcela.eraso@uniremington.edu.co

Alejandro Arango Correa

Corporación Universitaria Remington

alejandro.arango@uniremington.edu.co

Gloria Amparo Lora Patiño

Corporación Universitaria Remington

gloria.lora@uniremington.edu.co

Tipo de Artículo: Artículo de revisión

DOI: 10.21500/20275846.8022

Recibido: 2025-03-28

Revisado: 2025-07-08

Aceptado: 2025-09-05

Referenciar así: J. Simbaqueva Peña et al , “Innovación educativa mediante digitalización y categorización de casos de histopatología veterinaria en un atlas virtual,”Ingenierías USBMed, vol. 16, n.º2, pp. 24 - 27, 2025.

Resumen. Las herramientas virtuales son un apoyo para el aprendizaje, sobre todo en áreas del conocimiento en las que el componente visual y la interpretación de imágenes son básicos para su entendimiento, como es la histología y la histopatología. Por ello, es importante contar con apoyos

visuales interactivos que permitan al estudiante el autoaprendizaje y reforzar los conceptos expuestos en clase. Mediante este proyecto, se busca crear una herramienta virtual interactiva para estudiantes y profesionales del área, en la que se encontrarán imágenes histológicas de diversos órganos, sistemas y especies con su respectiva descripción para facilitar su estudio. Para el desarrollo de esta aplicación, se utilizará como herramienta fundamental un microscopio con cámara adaptada, destinado a obtener las imágenes histológicas empleadas en la aplicación web. Además, se utilizarán la casuística de necropsia, el diagnóstico histopatológico y los cadáveres donados a la Clínica Veterinaria Uniremington (CVU) para tal fin. Los tejidos obtenidos serán fijados en formol para su conservación y, posteriormente, se cortarán y tallarán con el fin de ser incluidos en casetes. Estos se enviarán al laboratorio para la elaboración de láminas histológicas. Seguidamente, se evaluarán las láminas obtenidas y se realizarán sus respectivas descripciones histológicas. Por último, se seleccionarán las imágenes más significativas y se escanearán las láminas para dejarlas disponibles en la red.

Palabras Clave. Histología, especie, diagnóstico emitido, tejido evaluado, clasificación de las lesiones, imágenes

Abstract. Virtual tools are a learning aid, mainly in knowledge fields where the visual component and image interpretation are essential for understanding, such as histology and pathology. Interactive visual aids are crucial to improve students to self-learning and to reinforce the concepts presented in class. This project aims to create an interactive virtual tool for students and professionals in these fields, featuring histological images of different organs, systems, and species with their respective descriptions in order to make easier their study. For the development of this application, a microscope with an adapted camera is to be used as a fundamental tool to obtain the histological images for the web application. Necropsy case studies, histopathological diagnoses, and cadavers donated to the Uniremington Veterinary Clinic will also be used for this purpose. Formaldehyde will be used with obtained tissues for preservation, then tissues will be cut and carved to be included in cassettes and then to be sent to the laboratory for producing histological slides. The obtained slides will then be evaluated and histologically described. The most significant images will be selected or scanned to make them available online.

Keywords. Histology, species, diagnosis issued, tissue evaluated, classification of lesions, images

I. Introducción

La implementación de alternativas educativas digitales, como los atlas virtuales, se ha vuelto esencial en disciplinas basadas en la morfología, como la histología y la histopatología veterinaria [1]. Estos recursos proporcionan una experiencia de aprendizaje interactiva y enriquecedora, permitiendo a estudiantes y profesionales acceder a imágenes reales, claras y con explicaciones precisas desde cualquier lugar, superando las limitaciones de tiempo y espacio asociadas a los microscopios tradicionales [2].



Una revisión de la disponibilidad de estos recursos a nivel global evidencia esfuerzos significativos en otras latitudes. Instituciones como la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires [3], la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza [4] y la Universidad Nacional Autónoma de México [5] han desarrollado plataformas de acceso libre que sirven como referencia internacional. Sin embargo, en el contexto colombiano, no se registra una plataforma web pública que funcione como un atlas histológico integral con muestras propias. Esta carencia limita el acceso de los estudiantes a material que refleje la casuística patológica y la diversidad de especies propias de la región, crucial para una comprensión profunda y contextualizada [6].

Por lo tanto, este proyecto surge como una innovación educativa destinada a cerrar esta brecha. Su objetivo principal es crear un atlas virtual de histología e histopatología veterinaria utilizando muestras reales obtenidas de la CVU. Esta iniciativa no solo enriquecerá el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de la institución, sino que también se proyecta como un recurso de valor nacional, aprovechando la experiencia de docentes-investigadores y la disponibilidad de material de estudio de la clínica [7]. El proyecto tiene el potencial de abrir oportunidades de colaboración interdisciplinaria y establecerse como una herramienta de referencia esencial en el campo.

II. Método

El presente estudio se enmarca en una investigación de tipo descriptiva transversal y se ejecutó como una investigación de campo. El diseño combinó una revisión bibliográfica y vigilancia tecnológica de atlas existentes a nivel global con el desarrollo de una innovación educativa basada en la creación de un prototipo con muestras reales. La población de estudio estuvo constituida por cadáveres donados a la CVU o procedentes de necropsias remitidas a la unidad forense de la misma institución. La muestra fue no probabilística por conveniencia, sujeta a la disponibilidad de casos durante el periodo de estudio [8].

Procedimiento para el desarrollo del atlas

A. Obtención y procesamiento de tejidos:

Se realizó la necropsia de los cadáveres siguiendo protocolos estandarizados [8]. Los tejidos de interés fueron fijados en formol al 10 %, tallados, incluidos en parafina, cortados con micrótopo y teñidos con Hematoxilina y Eosina (H&E) para la elaboración de láminas histológicas.

B. Adquisición de imágenes:

Las láminas histológicas fueron evaluadas macroscópicamente y mediante un microscopio óptico equipado con una cámara digital de alta resolución. Se capturaron fotografías de campos representativos de tejidos normales y con lesiones en diversos aumentos [9].

C. Clasificación y descripción:

Un patólogo veterinario clasificó las imágenes por sistema orgánico, especie y tipo de lesión. Cada imagen fue acompañada de una descripción histológica detallada, destacando las estructuras tisulares normales y los hallazgos patológicos relevantes [10].

D. Desarrollo de la plataforma virtual:

Se adoptó una metodología de prototipado rápido para el desarrollo de la aplicación web. Esta metodología permitió construir un prototipo funcional de manera ágil para que usuarios potenciales (estudiantes y docentes) pudieran evaluarlo y proporcionar retroalimentación, incorporando iterativamente mejoras en la usabilidad y el contenido [11]. La plataforma final permite la navegación intuitiva por categorías (especie, órgano, enfermedad) y la visualización de imágenes con sus descripciones asociadas.

III. Resultados

Para caracterizar el panorama global de los recursos educativos en histología veterinaria, se realizó una vigilancia tecnológica sistemática que comprendió dos componentes principales: la revisión de plataformas educativas existentes y la búsqueda en bases de datos científicas y de patentes.

La revisión de plataformas educativas confirmó la existencia de atlas virtuales de histología e histopatología de alta calidad y reconocimiento internacional. Sin embargo, principalmente dirigidos a tejido humano o especies modelo. Destacan como ejemplos relevantes el atlas virtual de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires (FMV-UBA) [3], que ofrece una amplia colección de imágenes de tejidos normales y patológicos de diversas especies domésticas, accesible en español y con descripciones detalladas, constituyendo un referente regional. Asimismo, el atlas de la Universidad de Zaragoza (España) [4] se caracteriza por su rigor científico, imágenes de alta resolución, tutoriales interactivos y ejercicios de autoevaluación, aunque centrado en histología humana. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [5] cuenta con un atlas histológico en línea que abarca tejidos humanos y algunas especies animales, con contenido veterinario limitado y sin especialización en patología. También se identificó la plataforma Histology



Guide (University of Leeds, EE. UU.), que provee imágenes interactivas, quizzes y material didáctico complementario para histología humana y veterinaria, aunque con menor enfoque veterinario. Finalmente, la plataforma “Veterinary Histology” de Iowa State University está orientada a tejidos normales de animales domésticos con imágenes de microscopía light y electrónica, pero no aborda significativamente la histopatología veterinaria

La búsqueda en bases de datos científicas (Scopus, Web of Science, PubMed) empleando términos específicos como “virtual atlas veterinary histology” y “veterinary educational technology”, evidenció la escasez de publicaciones indexadas que desarrollen atlas virtuales veterinarios de acceso abierto, especialmente enfocados en la casuística local de regiones como Latinoamérica. La literatura predominante se enfoca en la aplicación de herramientas existentes o atlas humanos, resaltando un nicho de innovación en recursos digitales especializados para histología veterinaria

En cuanto a la revisión de patentes (USPTO, EPO, Lens.org), se encontró una preponderancia de registros relacionados con algoritmos de inteligencia artificial para diagnóstico asistido, sistemas de gestión de imágenes y hardware para digitalización de láminas, pero no se identificaron patentes específicas que protejan el concepto de atlas virtual de histopatología veterinaria con muestras locales y organización taxonómica por especies y enfermedades, como el desarrollado en este proyecto. Esto indica que, aun cuando la tecnología general está protegida, la aplicación concreta y la base de datos contextualizada representan una innovación con potencial para protección sui generis vía derechos de autor sobre base de datos y *software*.

Adicionalmente, se identificaron otros atlas relevantes en la disciplina: el Atlas Básico de Histología Veterinaria de la Universidad de Murcia, un recurso estructurado en 20 capítulos con imágenes obtenidas por técnicas histológicas tradicionales y procesadas digitalmente, dirigido a la enseñanza de anatomía patológica veterinaria. El Atlas color de Histología Veterinaria disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad de Cuenca, que integra iconografía diversa, incluyendo dibujos esquemáticos y microscopía óptica y electrónica, con láminas histopatológicas y énfasis en la correlación clínica. El Atlas Digital de Histología de la Facultad de Medicina de la UNAM, que, pese a su valiosa colección de imágenes histológicas humanas y animales, es limitado en contenido específico veterinario. También, se destaca el Microscopio Virtual de la Universidad de Vigo como un recurso interactivo que soporta imágenes de órganos animales y vegetales para la enseñanza.

Finalmente, la revisión bibliográfica específica indica un vacío considerable en publicaciones sobre atlas virtuales veterinarios, posicionando este campo como una oportunidad para el desarrollo de plataformas educativas innovadoras especializadas en histología e histopatología veterinaria contextualizadas regionalmente.

IV. Discusión y conclusiones

La ejecución de una vigilancia tecnológica rigurosa, que trascendió la mera revisión de sitios web e incluyó bases de datos científicas y de patentes, proporciona una justificación sólida y basada en evidencia para la originalidad y pertinencia del proyecto. La confirmación de la brecha existente, tanto en la literatura académica como en el panorama de patentes, posiciona a este atlas virtual no solo como una herramienta educativa, sino como un proyecto de I+D+i con un claro componente de innovación aplicada en el ámbito veterinario colombiano.

El hecho de que no se hayan encontrado patentes que bloqueen el desarrollo de esta aplicación específica abre un abanico de oportunidades. Más allá de su uso educativo interno, la plataforma tiene potencial para evolucionar hacia una herramienta de telepatología o un sistema de apoyo al diagnóstico (SAD) básico, integrando en el futuro algoritmos de IA entrenados con la propia casuística local. Esto requeriría, sin duda, una nueva etapa de vigilancia tecnológica y desarrollo para navegar el complejo *landscape* de patentes en *software* médico.

La creación de esta colección digital propia mitiga la dependencia de material extranjero y fomenta la soberanía académica, permitiendo a estudiantes e investigadores colombianos estudiar patologías prevalentes en su medio. Además, sienta un precedente para la digitalización y preservación del conocimiento patológico generado localmente por la subutilización.

La creación de un atlas virtual de histología e histopatología veterinaria basado en casuística local representa una innovación educativa de significativo impacto para la Corporación Universitaria Remington y para el ámbito veterinario colombiano. Este proyecto logra combinar evidencia clínica real con tecnología educativa digital, respondiendo directamente a una necesidad identificada mediante vigilancia tecnológica [2].

La metodología de prototipado aseguró que la herramienta desarrollada fuera intuitiva y estuviera alineada con las necesidades reales de sus usuarios



finales, promoviendo un aprendizaje activo y significativo [1]. El atlas no solo facilita el autoaprendizaje y la profundización de conceptos fuera del aula, sino que también moderniza las metodologías de enseñanza dentro de ella.

Además, el proyecto sienta un precedente importante al generar y divulgar conocimiento histopatológico obtenido de la casuística local, que a menudo difiere de la presentada en los atlas internacionales. El potencial de ampliación hacia fauna silvestre, como se planteó inicialmente, podría incrementar aún más su impacto, contribuyendo al conocimiento de especies con información histopatológica muy limitada [12].

En conclusión, esta iniciativa consolida el posicionamiento académico y científico de la institución, fomenta la colaboración interdisciplinaria y democratiza el acceso a material educativo de alta calidad. Se espera que este recurso se convierta en una piedra angular para la enseñanza de la histopatología veterinaria en Colombia y un modelo replicable para otras disciplinas morfológicas.

Referencias

- [1] A. L. Kierzenbaum, *Histology and Cell Biology: An Introduction to Pathology* (4th ed.). Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2012.
- [2] J. F. Zachary, Ed. *Pathologic Basis of Veterinary Disease* (6th ed.). Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2017.
- [3] Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Buenos Aires, *Atlas de Histología*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires, 2024. <http://www.fvet.uba.ar/?q=atlashistologia>.
- [4] Universidad de Zaragoza, *Atlas de Histología*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza, 2024. <http://wzar.unizar.es/acad/histologia/>
- [5] Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), *Atlas de Histología*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2024. <http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/atlas2013A/>
- [6] M. G. Maxie, Ed. *Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals* (6th ed.). Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2015.
- [7] S. J. Ettinger, *Textbook of Veterinary Internal Medicine* (8th ed.). Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2021.
- [8] E. Cabana, *Veterinary Necropsy Procedures*. Nueva Ecija, Filipinas: CLSU Alumni Association, 2008.
- [9] J. Van Dijk, E. Gruys, and J. M. V. M. Mouwen, *Color Atlas of Veterinary Pathology* (2nd ed.). Amsterdam, Netherlands: Saunders Elsevier, 2007.
- [10] R. N. Mitchell, V. Kumar, A. K. Abbas, and J. C. Aster, *Compendio de Robbins y Cotran. Patología Estructural y Funcional* (9a ed.). Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2015.
- [11] C. Breije and R. Sorenson, *Histology Guide*. T. Clark Brelje and Robert L. Sorenson, 2023. <https://histologyguide.org/slidebox/01-introduction.html#stains>.
- [12] E. R. Jacobson and M. M. Garner, *Infectious Diseases and Pathology of Reptiles*. Milton Park, United Kingdom: CRC Press Taylor & Francis Group, 2007.

- [13] V. P. Eroschenko, *DiFiore's Atlas of Histology with Functional Correlations* (12th ed.). Philadelphia, PA, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.