

RECIBIDO EL 12 DE AGOSTO DE 2021 - ACEPTADO EL 13 DE NOVIEMBRE DE 2021

# ¿CÓMO ESTUDIAR ANATOMÍA DEL OJO HUMANO?: PROPUESTA INNOVADORA BASADA EN LA DISECCIÓN DE OJO BOVINO

## HOW TO STUDY HUMAN EYE ANATOMY?: AN INNOVATIVE PROPOSAL BASED ON THE DISSECTION OF A BOVINE'S EYE.

**Valentina Montañez<sup>1</sup>**

**Carlos Andrés Mosquera<sup>2</sup>**

**David Ernesto Arteaga<sup>3</sup>**

**Janneth Zúñiga<sup>4</sup>**

**Sonia Osorio<sup>5</sup>**

Universidad del Valle

1 <https://orcid.org/0000-0001-7224-9727> Estudiante de V año de Medicina y Cirugía. Universidad del Valle, Grupo de investigación TEBLAMI. Dirección: Calle 4 B #36-00, Cali, Colombia. Teléfono: +573103751709. Correo electrónico: [svalentina.montanez@correounivalle.edu.co](mailto:svalentina.montanez@correounivalle.edu.co). Contribución: Concepción y diseño del estudio, investigación, redacción del artículo.

2 <https://orcid.org/0000-0002-8428-3583> Estudiante de V año de Medicina y Cirugía. Universidad del Valle, Grupo de investigación TEBLAMI. Dirección: Calle 60 #2DN-71, Cali, Colombia. Teléfono: +57 3162668253. Correo electrónico: [carlos.mosquera.villa@correounivalle.edu.co](mailto:carlos.mosquera.villa@correounivalle.edu.co). Contribución: Concepción y diseño del estudio, investigación, redacción del artículo.

3 <https://orcid.org/0000-0003-0410-4985> Estudiante de IV año de Medicina y Cirugía. Universidad del Valle, Grupo de investigación TEBLAMI. Dirección: Cra. 61 #18-16 Cañaverales 3 apto 161 P Cali, Colombia. Teléfono: +57 3183898784. Correo electrónico: [arteaga.david@correounivalle.edu.co](mailto:arteaga.david@correounivalle.edu.co). Contribución: Concepción y diseño del estudio, investigación, redacción del artículo.

4 <https://orcid.org/0000-0002-9167-9906> Cirujana maxilofacial, Magíster en Ciencias Biomédicas. Profesora asociada Universidad del Valle, Departamento de Morfología, Escuela de Ciencias Básicas, Universidad del Valle, Grupo de investigación TEBLAMI. Dirección: Cra. 1 #13 Oeste 215 apto 1101, Cali, Colombia. Teléfono: +57 311 6770983. Correo electrónico: [janneth.zuniga@correounivalle.edu.co](mailto:janneth.zuniga@correounivalle.edu.co). Contribución: Concepción y diseño del estudio, investigación, redacción del artículo.

5 <https://orcid.org/0000-0002-9755-2738> Fisioterapeuta, Magíster en Ciencias Biomédicas. Profesora asistente Departamento de Morfología Departamento de Morfología, Escuela de Ciencias Básicas, Universidad del Valle, Grupo de investigación TEBLAMI. Dirección: Calle 48 #109-83, Cali, Colombia. Teléfono: +57 3177366449. Correo electrónico: [sonia.osorio@correounivalle.edu.co](mailto:sonia.osorio@correounivalle.edu.co) Contribución: Concepción y diseño del estudio, investigación, redacción del artículo.

## RESUMEN

**Introducción:** entre las asignaturas de mayor reto en los programas de Medicina se encuentra Anatomía Humana. Los estudiantes muestran dificultad en la comprensión, reconocimiento, entendimiento tridimensional y relación de las estructuras anatómicas; así pues, una excelente ayuda pedagógica es la práctica de disección. **Objetivo:** el objetivo de este artículo es describir tres técnicas de disección de ojo bovino que brinden una opción práctica para el estudio de la anatomía del ojo humano, complementando los conocimientos adquiridos teóricamente. **Materiales y métodos:** se realizó una revisión bibliográfica en libros de texto y artículos en bases de datos indexadas, revisión de protocolos de disección y vídeos ilustrativos. Se utilizaron seis ojos bovinos; tres para la primera disección exploratoria y otros tres siguiendo las técnicas de disección previamente ideadas. Las disecciones fueron realizadas en el Anfiteatro del Departamento de Morfología de la Universidad del Valle. **Resultados:** se obtuvieron tres técnicas de disección de ojo bovino, las que se agruparon para diseñar un Procedimiento Operativo Estándar. Por otra parte, se obtuvo material fotográfico de las estructuras anatómicas del bulbo ocular bovino y un vídeo descriptivo de las tres técnicas de disección. Todo el material es utilizado como complemento de las clases teórico-prácticas de Anatomía de los estudiantes de Medicina y Cirugía de la Universidad del Valle y el postgrado de Oftalmología. **Discusión:** la realización de las tres técnicas de disección y la compilación de ellas en una guía de disección facilita la enseñanza por parte de los docentes, así como el estudio y comprensión anatómica de las distintas estructuras del ojo humano por parte de los estudiantes de pre y postgrado.

**PALABRAS CLAVE:** anatomía de ojo, aprendizaje basado en la práctica, disección

anatómica de ojo, educación, estudiantes de Medicina, modelo de aprendizaje.

## ABSTRACT

### INTRODUCTION

Human Anatomy is one of the most challenging subjects in medical programs. Students show difficulty in the comprehension, recognition, three-dimensional understanding and relation of anatomical structures; thus, the practice of dissection is an excellent pedagogical aid. **Objective:** The objective of this article is to describe three bovine eye dissection techniques that provide a practical option for the study of human eye anatomy, complementing the knowledge acquired theoretically. **Materials and methods:** A bibliographic review of textbooks and articles in indexed databases, review of dissection protocols and illustrative videos was carried out. Six bovine eyes were used; three for the first exploratory dissection and other three following the previously devised dissection techniques. The dissections were performed in the Amphitheater of the Morphology Department of the Universidad del Valle. **Results:** Three bovine eye dissection techniques were obtained, which were grouped to design a Standard Operating Procedure. On the other hand, photographic material of the anatomical structures of the bovine ocular bulb and a descriptive video of the three dissection techniques were obtained. All the material is used as a complement to the theoretical-practical classes of Anatomy of the students of Medicine and Surgery of the Universidad del Valle and the Ophthalmology postgraduate course. **Discussion:** The realization of the three dissection techniques and the compilation of them in a dissection guide facilitates teaching by teachers, as well as the study and anatomical understanding of the different structures of the human eye by undergraduate and graduate students.

**KEY WORDS:** Eye anatomy; practice-based learning; anatomical eye dissection; education; medical students; learning model.

## INTRODUCCIÓN

La anatomía humana nace junto a la medicina, puesto que el estudio del cuerpo humano era fundamental para entender la causa de la enfermedad y de esta manera proponer un tratamiento. Históricamente ha sido considerada como base imprescindible para el conocimiento médico (Rodríguez et al., 2019; Schulz, 2017). Las teorías planteadas sobre el funcionamiento de los órganos, regiones y sistemas corporales son la base para el tratamiento, por lo que el avance en el conocimiento anatómico ha favorecido la comprensión de la función normal y anormal del cuerpo humano, y se considera crucial en la educación médica de pregrado y posgrado (Schulz, 2017).

En la literatura se encuentran diferentes propuestas de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la Anatomía Humana que buscan facilitar la comprensión de los temas con mayor dificultad de aprendizaje, especialmente las regiones que cuentan con estructuras pequeñas, difíciles de visualizar y que se dificulta modelizar en imágenes bidimensionales. Los libros de texto presentan la orientación, forma, y relación anatómica de los diferentes órganos y estructuras, con el objetivo de que el estudiante pueda comprender los diferentes fenómenos. Sin embargo, no es usual que ayuden a comprender el esfuerzo interpretativo y las razones por las que los científicos utilizaron una u otra terminología para describir las estructuras anatómicas y una presentación de cómo la actividad experimental permitió comprender la función (Chirculescu et al., 2021).

Para la mayoría de estudiantes la lectura del texto no es suficiente para crear una representación mental de la organización de algunos órganos,

como por ejemplo el ojo. Conocido como el órgano de la visión, este cuenta con múltiples estructuras relacionadas entre sí que no son posibles de identificar a simple vista; esto requiere que el estudiante imagine la ubicación tridimensional en el espacio y la relación de las diferentes piezas que lo componen, apoyado de ilustraciones en diferentes planos y cortes anatómicos que usan colores para diferenciar las estructuras vasculonerviosas, sus túnicas y órganos accesorios. Para favorecer el aprendizaje de este órgano, se presenta un ejercicio de experimentación de ojo bovino que permitió representar la anatomía del ojo humano a través de la anatomía comparada, siguiendo los elementos fundamentales que se tienen en cuenta en la actividad experimental según Pickering (1993).

## METODOLOGÍA

### I. Procedimiento material

Se dispuso de los aparatos e instrumentos necesarios para la elaboración del experimento que incluyó un conocimiento práctico para el proceso de disección. Se requirió de entrenamiento en el uso de elementos cortopunzantes y bioseguridad. Además, se utilizó instrumental quirúrgico básico: tijera Metzenbaum, pinza de disección sin garra, pinza Kelly curva, porta agujas, mango de bisturí nº 4 y hojas de bisturí nº 20.

### II. Modelo instrumental

El modelo instrumental hace referencia al diseño, realización e interpretación del experimento. Este se dividió en tres partes: diseño, realización e interpretación, como se describe a continuación.

### DISEÑO:

Para este caso se realizó una revisión de bibliografía en libros de texto y artículos en bases de datos indexadas para justificar la

validez del uso de la disección como método de aprendizaje de la anatomía. Las bases de datos usadas fueron PubMed, Embase, BVS, Science Direct y Scielo, con los términos mesh *dissection, eye, anatomy, learning y education*. Además, se hizo una revisión de protocolos de disección de distintas universidades y videos ilustrativos que permitieran guiar la creación de un procedimiento operativo estándar de disección de ojo bovino.

Para guiar el ejercicio de experimentación se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cuál es la disposición de los músculos extraoculares del ojo? ¿Cómo se relacionan las tunicas que componen el globo ocular? ¿Cómo se diferencia una túnica de la otra? ¿Qué consistencia tienen los medios de refracción del ojo? ¿Cómo diferenciar el cuerpo vítreo del humor acuoso? ¿Cómo se sostiene el lente en su posición? ¿Qué tipos de cortes facilitan la ubicación e identificación de las estructuras?

## REALIZACIÓN

Se estableció la disección de seis ojos bovinos. Tres de estos para la primera disección exploratoria, en la que se observaron, identificaron y diferenciaron los tejidos del globo ocular a través de diferentes cortes que permitieran comprender la relación de las tunicas del globo ocular, los medios de refracción y los órganos accesorios del ojo. De acuerdo con la observación y la comprensión de la relación de las estructuras anatómicas, se diseñaron y describieron tres técnicas de disección para estudiar los diferentes componentes anatómicos. Posteriormente, se diseccionaron los otros tres ojos bovinos siguiendo el Protocolo Operativo Estándar (POE) diseñado. Las disecciones fueron realizadas en el Anfiteatro de Anatomía del Departamento de Morfología de la Universidad del Valle, siguiendo los protocolos de bioseguridad y las correspondientes consideraciones de asepsia y antisepsia.

## INTERPRETACIÓN

La disección exploratoria de los ojos bovinos permitió interpretar y comprender la relación de las estructuras anatómicas que conforman el globo ocular y los órganos accesorios. Este método facilitó la adquisición del lenguaje académico y científico al permitir relacionar lo que se piensa, lo que se hace y lo que se dice. En otras palabras, conectar el conocimiento con la intervención del fenómeno y con el lenguaje utilizado.

Las descripciones de la disección fueron recopiladas en un documento tipo POE de disección de ojo bovino, el que fue validado por estudiantes de pregrado del programa académico de Medicina y Cirugía y residentes de Oftalmología. También se obtuvo material fotográfico de las distintas estructuras anatómicas del bulbo ocular bovino y se realizó un vídeo descriptivo de las técnicas de disección propuestas en colaboración con la Oficina de Comunicaciones de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle.

## III. MODELO FENOMÉNICO

Este modelo se enmarca en la comprensión conceptual de los aspectos del mundo fenomenológico estudiado por parte del experimentador. Así, para este estudio, fue posible comprender la organización estructural del bulbo ocular a partir de la observación y experiencia de disección. Este ejercicio de experimentación exploratoria también permitió diseñar un POE de tres técnicas de disección de ojo bovino que facilitarán la comprensión de la anatomía humana del ojo a través de la anatomía comparada. En la tabla I. se muestra cada una de las estructuras que pueden ser identificadas en las diferentes técnicas de disección propuestas.

**Tabla 1.** Límites, cámaras y estructuras extraoculares e intraoculares estudiadas en cada técnica.

|                         | Técnica 1   | Técnica 2   | Técnica 3   |
|-------------------------|---|---|---|
| Hallazgos extraoculares | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Músculos extraoculares</li> <li>- Glándula lacrimal</li> <li>- Esclera</li> <li>- Córnea</li> <li>- Nervio óptico</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esclera</li> <li>- Córnea</li> <li>- Nervio óptico</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esclera</li> <li>- Córnea</li> </ul>   |
| Hallazgos intraoculares |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lente</li> <li>- Humor vítreo</li> <li>- Fibras zonulares</li> <li>- Cuerpos ciliares</li> <li>- Pupila</li> <li>- Iris</li> <li>- Coroidea</li> <li>- Retina</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámara anterior</li> <li>- Iris</li> <li>- Cuerpos ciliares</li> <li>- Fibras zonulares</li> <li>- Lente</li> <li>- Humor vítreo</li> <li>- Coroidea</li> <li>- Retina</li> <li>- Disco óptico</li> <li>- Ora serrata</li> </ul> |

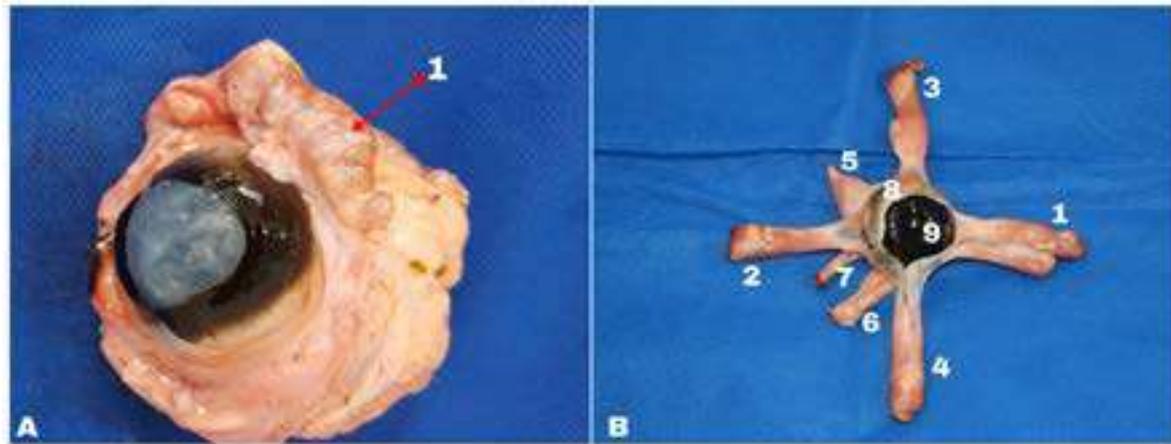
## RESULTADOS

A continuación, se describen las tres técnicas de disección de ojo bovino que fueron desarrolladas para esta propuesta.

### Técnica 1. Identificación de músculos extraoculares y configuración externa del bulbo ocular

En un ojo bovino fresco es posible observar y utilizar la glándula lacrimal como referente anatómico para identificar la lateralidad del ojo, ya que ésta está ubicada supero-lateralmente al globo ocular. Tras su identificación se procede a limpiar cuidadosamente la grasa periorbitaria, diferenciando el tejido muscular que se observa

más rojizo y fibroso, en comparación con la grasa que es gelatinosa y amarilla (ver Figura 1A). Posterior a retirar toda la grasa, se observan estructuras externas del bulbo ocular, como los músculos extraoculares, el nervio óptico, la esclera y la córnea, como se observa en la Figura 1B.



**Figura 1.** Identificación de los músculos extraoculares y configuración externa del ojo bovino.

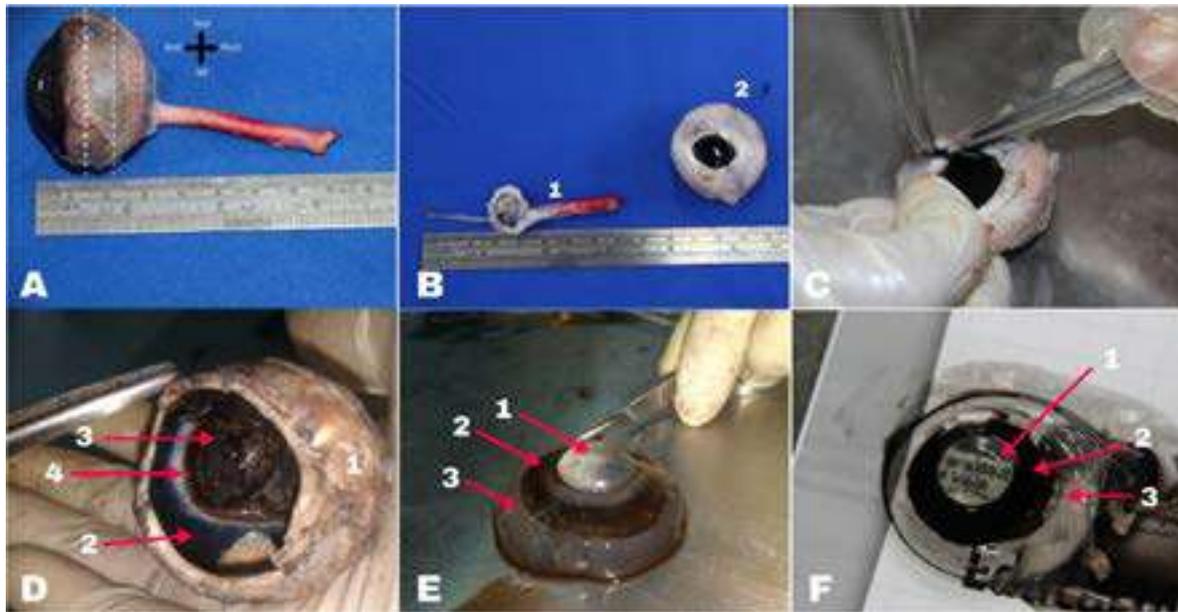
*Nota.* Figura 1A: vista anterior del bulbo ocular rodeado de músculos extra oculares y grasa periorbitaria. 1) Glándula Lagrimal. Figura 1B: vista anterior de ojo bovino izquierdo con sus respectivos músculos extraoculares y nervio óptico. 1) Músculo (M.) Recto Lateral del ojo. 2) M. Recto Medial del ojo. 3) M. Recto Superior del ojo. 4) M. Recto Inferior del ojo. 5) M. Oblicuo Superior. 6) M. Oblicuo inferior. 7) Nervio. Óptico. 8) Esclera. 9) Córnea.

## TÉCNICA 2. CORTE CORONAL EN CUARTO POSTERIOR DEL BULBO OCULAR

En un ojo bovino fresco se retira la grasa periorbitaria y los músculos extraoculares, dejando el bulbo ocular limpio. Se procede a dividir el bulbo con una línea imaginaria correspondiente al ecuador del ojo, y dos líneas más paralelas a este. Se realiza un corte coronal con el bisturí a nivel del cuarto posterior del bulbo, anterior a la salida del nervio óptico (ver Figura 2A). Por lo tanto, el nervio óptico se separa del bulbo ocular y, como se observa en

la Figura 2B, este último queda con un orificio en su porción posterior.

Se hace un pequeño corte transversal desde la abertura previamente realizada (Figura 2C) con el fin de facilitar la extracción del humor vítreo, junto con el que se logra identificar el cristalino o lente y las fibras zonulares (observar Figuras 2E y 2F). Tras la extracción, se logran identificar otras estructuras internas del ojo como la coroidea, cuerpos ciliares y la retina (ver Figura 2D). La coroidea se caracteriza por su color verde azulado, propio de los rumiantes, debido a su unión con el estrato pigmentado de la retina.



**Figura 2.** Proceso para el corte coronal en cuarto posterior del bulbo ocular.

*Nota.* Figura 2A: vista sagital del bulbo ocular. Línea roja: corte a nivel del cuarto posterior. Figura 2B: nervio óptico separado de bulbo ocular posterior a realizar el corte coronal descrito. Figura 2C: corte transversal desde orificio previamente realizado. Figura 2D: vista posterior de estructuras internas del bulbo ocular después de retirar medios de refracción 1) Esclera, 2) Coroidea, 3) Cuerpo Ciliar, 4) Retina. Figuras 2E y 2F: estructuras internas extraídas del bulbo ocular: 1) Cristalino, 2) Fibras Zonulares, 3) Humor Vítreo.

### TÉCNICA 3. CORTE SAGITAL Y CORONAL PARA IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS INTERNAS DEL OJO

Para la realización de esta técnica de disección se utilizan dos bulbos oculares a los que previamente se les había retirado la grasa periorbitaria y músculos extraoculares. los bulbos oculares son sumergidos en formaldehído al 10 % por siete días con el fin de fijar las estructuras y proporcionarles una consistencia que permitiera

realizar los cortes de interés (Pickering, 1993; Reyes-Aguilar, 2007).

**Corte Sagital:** se realiza una incisión sagital en la esclera con bisturí, que pasa por el globo ocular y se extiende hasta el nervio óptico. Este corte permite dividir el bulbo ocular en dos, se debe evitar derramar el humor vítreo y se debe mantener el lente o cristalino en una de las dos mitades (como se muestra en la Figura 3A).



**Figura 3.** Corte sagital del bulbo ocular bovino

*Nota.* Figura 3A: bulbo ocular tras corte sagital. Figura 3B: mitad izquierda de bulbo ocular tras corte sagital. 1) Córnea. 2) Cámara anterior 3) Iris. 4) Cristalino. 5) Cuerpos ciliares, 6) Humor vítreo. 7) Retina. 8) Coroidea. 9) Esclera. 10) Nervio óptico.

Llegado a este punto, se obtiene una visión medial de las estructuras del bulbo ocular (ver Figura 3B), como se describen a continuación en una posición anteroposterior:

1. Córnea. De color grisáceo, es la primera capa que se puede identificar.
2. Cámara anterior. Está ubicada entre la córnea y el cristalino. En condiciones normales contiene el humor acuoso.
3. Iris. Ubicado posteriormente a la córnea pero anterior al cristalino.
4. Cristalino. Se encuentra inmediatamente detrás del iris; es una estructura esférica de color transparente, funciona como uno de los principales medios de refracción del ojo.
5. Cuerpos ciliares. Estos sostienen al cristalino y se comunican con las fibras zonulares.

6. Humor vítreo. Está ubicado posterior al cristalino, es una estructura transparente de consistencia gelatinosa; a través de este se puede identificar la retina.

7. Retina. Se puede identificar a través del humor vítreo como una capa blanca que cubre toda la cavidad del ojo en su parte más interna.

8. Coroidea. Se ubica externamente a la retina y adquiere un color azulado o verdoso.

9. Esclera, capa de color blanco más externa del bulbo ocular.

10. Nervio óptico, ubicado extra-ocularmente, como continuación de la capa de células ganglionares de la retina hacia la parte posterior (Acevedo-Arroyave et al., 2018; Mora Villate et al., 2016; Netter, 2011; Rohen et al., 1993).

**Corte Coronal:** para finalizar, se utiliza el segundo bulbo ocular fijado con el formaldehído. Se toma como referencia una línea trazada sobre el ecuador del bulbo ocular, a través de la cual se realiza el corte de la esclera con el bisturí. Al

finalizar este corte se obtienen dos mitades, una vista posterior de la mitad anterior y una vista anterior de la mitad posterior (ver Figura 4).



**Figura 4.** Corte coronal del bulbo ocular bovino.

*Nota.* 1) Cristalino. 2) Fibras Zonulares y Cuerpos Ciliares. 3) Retina. 4) Ora serrata. 5) Disco Óptico. 6) Nervio Óptico. 7) Esclera. 8) Coroidea.

En la mitad anterior, desde una vista posterior se observan señaladas las siguientes estructuras:

1. Lente o Cristalino, el cual tiene una coloración blanquecina y opaca, ubicado en el centro y posterior al iris y a la cámara anterior que no se aprecian en la imagen
2. Fibras Zonulares, que se observan rodeando y sosteniendo al lente, teniendo como fondo la proyección anterior de la corioidea conocida como cuerpos ciliares
3. Parte Óptica de la Retina, de color blanco translúcido y que se proyecta hasta la mitad anterior del bulbo como se aprecia en la imagen

4. Ora Serrata, línea que limita el final de la parte óptica de la retina

En la mitad posterior, desde una vista anterior se observan señaladas las siguientes estructuras:

5. Disco Óptico. Este es el lugar por donde salen del bulbo ocular los axones de las células ganglionares de la retina para formar el nervio óptico. También es el lugar por donde ingresa la arteria central de la retina que en la imagen se alcanza a observar bifurcada.
6. Nervio Óptico. Segundo par craneal que lleva toda la información visual desde la retina para ser interpretada a nivel central. Se observa

grueso y se proyecta desde la parte posterior del bulbo.

7. Esclera. Es de color blanco y está ubicada como la capa más externa del bulbo ocular.

8. Coroidea. De color negro, ubicada entre la esclera y la retina, unida al estrato pigmentado de esta (Acevedo-Arroyave et al., 2018; Mora Villate et al., 2016; Netter, 2011; Rohen et al., 1993).

Con las técnicas anteriormente descritas se creó un vídeo explicativo que puede ser consultado en el siguiente enlace de la plataforma YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=sunhSmqDsxc&t=32s>. Además, se diseñaron todos los esquemas representativos del ojo humano utilizados en el artículo.

## DISCUSIÓN

Por más de 400 años el principal método de enseñanza de la anatomía ha sido la disección de cadáveres. Dentro de las ventajas se ha planteado el aprendizaje activo y profundo, la práctica de habilidades manuales, el trabajo en equipo, el afrontamiento al estrés y la empatía. Diferentes autores consideran este método como el estándar de oro para enseñar y aprender anatomía humana (Moore et al., 2018; Moro et al., 2017; Sugand et al., 2010). En grupos focales en los que se pregunta por los métodos de aprendizaje a los estudiantes de Medicina, estos han manifestado que consideran la disección cadavérica como indispensable para comprender la tridimensionalidad del cuerpo humano, la ubicación de las estructuras y lograr diferenciar los tejidos (Evans y Watt, 2005).

Una revisión de la literatura realizada por Chang Chan et al. (2019) reporta que la disección es catalogada como la estrategia pedagógica que permite mayores beneficios en cuanto al aprendizaje. Además, poder observar diferentes

especímenes, descubrir variaciones e incluso el entrenamiento con instrumentos quirúrgicos le dan a la disección anatómica potencialidades y beneficios únicos que no se logran alcanzar con los otros métodos de aprendizaje (Chang Chan et al., 2019; Naik et al., 2014).

Sin embargo, la adquisición de cadáveres humanos puede resultar difícil debido a normativas gubernamentales y los altos costos que implican su mantenimiento y posterior tratamiento. Una forma de favorecer la disección es a través de órganos animales, algunos de ellos comparables con los humanos. En el caso del ojo humano, este puede ser estudiado a través de ojos bovinos, cuyo precio es bajo, de fácil adquisición y con estructuras anatómicas de mayor dimensión que facilitan su procesamiento y estudio, como se hizo con las técnicas de disección previamente descritas.

Dentro de la literatura revisada, existen pocos artículos que desarrollen técnicas de disección para el estudio de la anatomía del ojo humano. En un estudio realizado por Villate et al (2016), se realizó la disección de un ojo de cerdo, iniciando con la enucleación para estudiar sus estructuras externas y luego a través de una incisión alrededor de la córnea para extraer las estructuras internas y así poder estudiarlas por fuera del bulbo ocular. De manera similar, Kivell et al. (2009) describen una disección de ojo porcino comenzando por el bulbo cubierto por algunos de los músculos extraoculares. Posteriormente, utilizando un abordaje similar, se realiza un corte en la esclera, alrededor de la córnea, para poder también extraer las estructuras internas.

Este tipo de procedimientos logran una visualización más fácil de las estructuras internas del ojo, además de no necesitar un proceso de preservación previo. Sin embargo, no permiten mantener las estructuras en su

posición anatómica dentro del bulbo ocular, evitando poder visualizar su disposición real.

Además de su difícil adquisición, algunos estudios revelan que escuelas de Medicina omiten este órgano durante la preparación de cadáveres, probablemente debido a la complejidad que este confiere y a que técnicas convencionales de preservación como la inmersión en formaldehído durante tiempo prolongado suelen deshidratarlo y hacerlo friable. No obstante, al realizar una inmersión en formaldehído al 10 % durante 7 días, en este estudio se evidenció que el humor vítreo adquiere una consistencia gelatinosa que evita que se derrame y mantiene las estructuras internas del ojo en su posición anatómica facilitando su estudio. Debido a esto, las tres técnicas de disección desarrolladas en esta propuesta al ser estudiadas de manera complementaria ofrecen una amplia comprensión desde distintos planos anatómicos de las estructuras del bulbo ocular (ver Tabla 1), manteniéndolos en su posición anatómica, en comparación con otras técnicas (Acevedo-Arroyave et al., 2018; Cardoso et al., 2019) que hacen un estudio detallado desde un solo plano anatómico o extrayendo las estructuras del bulbo ocular para su estudio individual por separado.

Asimismo, la realización de las tres técnicas de disección y la compilación de ellas, en una guía de disección, facilita la enseñanza por parte de los docentes, así como el estudio y comprensión anatómica de las distintas estructuras del ojo humano por parte de los estudiantes de pre y postgrado. Por otro lado, la utilización de especímenes bovinos propone una opción más económica, asequible y de fácil manejo que el uso de cadáveres humanos o procesos de plastinación, sin eliminar el desarrollo de memoria táctil, sensorial o estereognósica.

La actividad experimental supera la demostración y facilita la confrontación de

pensamiento. Los estudiantes a través de la observación, exploración y diseño de las tres técnicas de disección de ojo bovino comprenden a profundidad la anatomía del ojo humano, por medio de una anatomía comparada, adquieren destrezas quirúrgicas, ganando competencias como el uso comprensivo del conocimiento científico y la creación de modelos anatómicos de enseñanza. A través de este protocolo de disección, se logran abordar varias perspectivas de la anatomía del ojo, permitiendo comprender de manera global su organización anatómica y funcional.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al departamento de Morfología de la Universidad del Valle y al grupo de investigación en Tejidos Blandos y Minerales TEBLAMI por el apoyo ofrecido en la realización de esta investigación.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este trabajo se enmarca en el proyecto titulado "Recurso Educativo Abierto para el aprendizaje de la Anatomía humana", que cuenta con el aval del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Universidad del Valle, con código interno 121-018 del año 2020.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores consideran que no existen conflictos de interés en el trabajo realizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Arroyave, L. M., Rojas, M. A., y Velásquez, J. M. (2018). *Técnica de plastinación de la Universidad de Antioquia: una adaptación del método estándar alemán*. IATREIA, Vol. 31, Nº 3, págs. 228-239. doi: <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.v31n3a01>

- Cardoso, A. P., Granhen, H. D., Silva, G. F. L., Silva, R. de A., & Nascimento, F. C. (2019). *Methodology of teaching anatomy of the ocular globe*. Revista Brasileira de Oftalmologia, Vol. 78, N° 4, págs. 239-41. doi: <https://doi.org/10.5935/0034-7280.20190135>
- Chang Chan, A. Y., Cate, O. T., Custers, E. J., Leeuwen, M., & Bleys, R.L. (2019). *Approaches of anatomy teaching for seriously resource-deprived countries: A literature review*. Education for Health, Vol. 32, págs. 62-74.
- Chirculescu, A. R. M., Chirculescu, M., & Morris, J. F. (2021). *Anatomical teaching for medical students from the perspective of European Union enlargement*. European Journal of Anatomy, Vol. 11, N° S1, págs. 63-65.
- Evans, D. J. R., Watt, D. J. (2005). *Provision of anatomical teaching in a new British medical school: getting the right mix*. The Anatomical Record, Vol. 284, N° 1, págs. 22-7. doi: <https://doi.org/10.1002/ar.b.20065>
- Kivell, T. L., Doyle, S. K., Madden, R. H., Mitchell, T. L., & Sims, E. L. (2009). *An interactive method for teaching anatomy of the human eye for medical students in ophthalmology clinical rotations*. Anatomical sciences education, Vol. 2, N° 4, págs. 173-178.
- Naik, S. M., Naik, M. S., & Bains, N. K. (2014). *Cadaveric Temporal Bone Dissection: Is It Obsolete Today?* International Archives of Otorhinolaryngology, Vol. 18, N° 1, págs. 063-067.
- Netter, F. H. (2011). *Atlas of human anatomy*. Philadelphia, PA : Saunders/Elsevier.
- Mora Villate, M.A., Bernal Méndez, J. D., y Paneso Echeverry, J. E. P. (2016). *Anatomía quirúrgica del ojo: Revisión anatómica del ojo humano y comparación con el ojo porcino*. Morfolia, Vol. 8, N° 3, págs. 21-44.
- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). *The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy: VR and AR in Health Sciences and Medical Anatomy*. Anatomical Sciences Education, Vol. 10, N° 6, págs. 549-59. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1696>
- Moore, K. L., Dalley, A. F. II y Agur, A. (2018). *Anatomía con orientación clínica*. 8a ed. Barcelona, Spain: Lippincott Williams & Wilkins.
- Pickering, A. (1993). *The mangle of practice. Time, agency and science*. The University of Chicago Press, Vol. 99, N° 3, págs. 559-589.
- Reyes-Aguilar, M. E. (2007). *Anatomía humana y plastinación*. Boletín de la Sociedad Mexicana de Historia y Filosofía de la Medicina, Vol. 10, N° 1, págs. 34-39.
- Rodríguez, R., Losardo, R., y Bivignat, O. (2019). *La Anatomía Humana como disciplina indispensable en la seguridad de los pacientes*. International Journal of Morphology, Vol. 37, N° 1, págs. 241-250.
- Rohen, J. W., Yokochi, C., & Romrell, L. J. (1993). *Color atlas of anatomy : a photographic study of the human body*. New York : Igaku-Shoin.

Schulz, C. (2017). *The value of clinical practice in cadaveric dissection: Lessons learned from a course in eye and orbital anatomy*. Journal of Surgical Education, Vol. 74, Nº 2, págs. 333-340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2016.09.010>

Sugand, K., Abrahams, P., & Khurana, A. (2010). *The anatomy of anatomy: A review for its modernization*. Anatomy Science Education, Vol. 3, Nº 2, págs. 83-93.