

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO PARA LA DOCENCIA

BIOLOGICAL MATERIAL CONSERVATION TECHNIQUES FOR
TEACHING

Adelina Rojas Granados

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Manuel Ángeles Castellanos

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Ian Zavala Ramos

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Aristeo Valadez-Montero

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Pablo Betanzos Madrigal

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Jesús Armando Cerrato Flores

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Gonzalo Mejía Medina

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Ramón Vargas Nava

Universidad Nacional Autónoma de México, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17009

Técnicas de Conservación de Material Biológico para la Docencia

Adelina Rojas Granados¹

rojas.adelina@comunidad.unam.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8313-1943>

Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Medicina, Departamento de
Anatomía
México

Ian Zavala Ramos

ianzavalarms@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-9551-8042>

Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Medicina, Departamento de
Anatomía
México

Pablo Betanzos Madrigal

pbetaz12@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-8212-5482>

Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Medicina, Departamento de
Anatomía
México

Gonzalo Mejía Medina

gonzalomejiamedina@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-0533-2692>

Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Medicina, Departamento de
Innovación en Material Biológico Humano
México

Manuel Ángeles Castellanos

mageles_castellanos@unam.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6496-9465>

Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Medicina, Departamento de
Innovación en Material Biológico Humano
México

Aristeo Valadez-Montero

aristeovaladezmontero@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-5697-8169>

Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Medicina, Departamento de
Anatomía
México

Jesús Armando Cerrato Flores

ja.cerrato31@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-3032-7855>

Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Medicina, Departamento de
Innovación en Material Biológico Humano
México

Ramón Vargas Nava

vargasramon248@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-3894-2915>

Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Medicina, Departamento de
Innovación en Material Biológico Humano
México

¹ Autor principal.

Correspondencia: rojas.adelina@comunidad.unam.mx

RESUMEN

La enseñanza de la morfología humana, en especial de la anatomía, requiere para su aprendizaje de una parte práctica (disección) o de la visualización y reconocimiento de los elementos anatómicos reales. Sin embargo, el acceso al material biológico humano se ha visto limitado en todas las escuelas de medicina por los cambios jurídicos en la mayoría de los países, con respecto a la disposición de cadáveres para la enseñanza y la investigación. Por lo que la búsqueda de alternativas para el estudio, así como el uso de material biológico no humano bajo técnicas adecuadas de conservación pudieran sustituir el uso del cadáver en el aula o laboratorio de disección. En este trabajo comentamos las ventajas y desventajas de algunas técnicas de conservación de material biológico para la docencia, que se están utilizando en el Departamento de Innovación en Material Biológico Humano y en el Departamento de Anatomía, de la Facultad de Medicina de la UNAM, explicamos de manera breve y sencilla cada una de ellas, así como las mejoras en el método, con las que estamos tratando de responder a las necesidades, generadas por la escasez de material biológico humano para que el proceso de enseñanza aprendizaje sea más eficiente y con menos riesgos a la salud.

Palabras clave: anatomía, embriología, disección, enseñanza-aprendizaje



Biological Material Conservation Techniques for Teaching

ABSTRACT

Teaching human morphology, especially anatomy, requires a practical component (dissection) or visualizing and recognizing real anatomical elements. However, access to human biological material has been limited in all medical schools by legal changes in most countries regarding the disposal of cadavers for teaching and research. Therefore, the search for alternatives for study, as well as the use of non-human biological material under appropriate preservation techniques, could replace the use of cadavers in the classroom or dissection laboratory. In this work, we discuss the advantages and disadvantages of some biological material processing techniques for teaching, currently being used in the Department of Innovation in Human Biological Material and the Department of Anatomy at the UNAM School of Medicine. We briefly explain each of them and the improvements in the method with which we are trying to respond to the needs generated by the shortage of human biological material to make the teaching-learning process more efficient and with fewer health risks.

Keywords: anatomy, embryology, dissection, teaching-learning

*Artículo recibido 10 febrero 2025
Aceptado para publicación: 15 marzo 2025*



INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la morfología humana, en especial de la anatomía y de la embriología, son importantes para todos los estudiantes de las carreras en ciencias de la salud. Para alcanzar los objetivos de aprendizaje en Anatomía, se requiere además de la parte teórica, la parte práctica de la disección y la visualización de los elementos morfológicos en modelos biológicos reales.

La disección cadavérica ha sido el método más utilizado para que el proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana sea más eficiente. Sin embargo, el uso de este tipo de material cadavérico en México se ha visto comprometido por las modificaciones de los artículos 350 bis 3 y 350 bis 4 de la Ley General de Salud (Secretaría de salud, 1992) y de la entrada en vigor de Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas (Secretaría de gobernación, 2024), así como del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas.

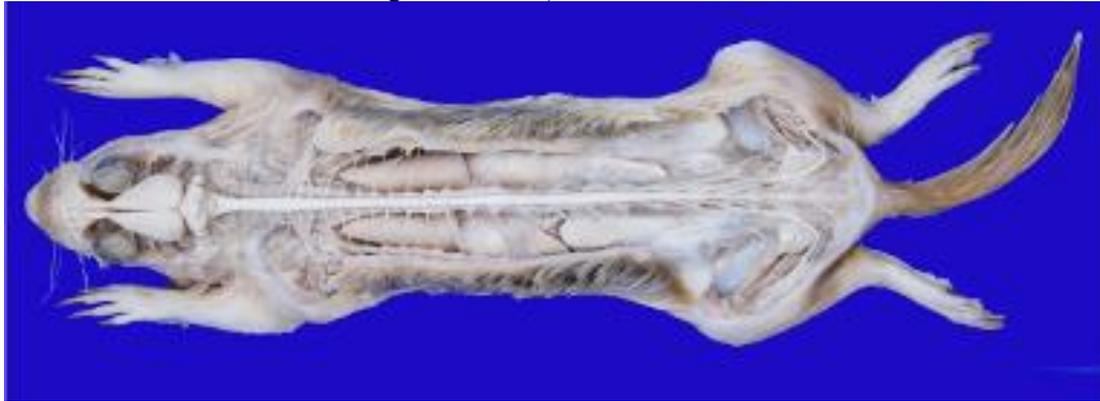
Es común, que se considere a los cursos morfología y en especial el de anatomía, como el de más alto grado de dificultad y complejidad, dentro de los programas educativos de las carreras de ciencias de la salud. Por lo que se ha planteado, a partir de lo “sensorial”, contribuir a una mejor comprensión de la anatomía a la luz de la disección del cadáver, procedimiento aconsejado por Galeno: “disecar, y dar más crédito a los sentidos que a la autoridad de los libros” (Mandressi, 2008).

Lo anterior solo se realizaba en material biológico conservado en soluciones a base de formaldehído, mientras que profesores y estudiantes ignoraban los riesgos que esta actividad podría ocasionar a su salud, más allá de lo desagradable del olor y el aspecto del material biológico contenido en los laboratorios de morfología.

Es así como la escasez de material biológico humano y las técnicas de conservación inadecuadas por los riesgos a la salud, han dado lugar a la búsqueda de nuevas técnicas de conservación, así como al uso de material biológico no humano cuando se requiera o pueda sustituir (Figura 1).



Figura 1. Disección del sistema nervioso central de un perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*), para uso en enseñanza e investigación técnica inmersión en alcohol (especimen donado al Departamento de Innovación en Material Biológico Humano)



En este trabajo comentamos y explicamos algunas de las técnicas que se están utilizando en el Departamento Innovación en Material Biológico Humano y en el Departamento de Anatomía, de la Facultad de Medicina de la UNAM, para responder a estas dos últimas necesidades, la escasez de material biológico humano y mejores técnicas de conservación del material biológico.

METODOLOGÍA

Todo el material biológico humano utilizado en cada una de las técnicas desarrolladas para este escrito fue obtenido del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad de México (INCIFO), mediante un convenio celebrado en 2006 entre esta institución y el Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El convenio institucional fue aprobado por la Jurisdicción de la Ciudad de México (Of. No. 1908-2006). Dicho material biológico humano se encuentra en resguardo en instalaciones del Departamento de Innovación en Material Biológico Humano de la Facultad de Medicina de la UNAM.

Técnicas de conservación

Técnica de inmersión en glicerina o glicerol

La glicerina cuyo nombre correcto es glicerol ($C_3H_8O_3$) o propanotriol, es un alcohol trivalente. El glicerol es inodoro, estable e hidrofílico, por lo que lo hace muy versátil en su uso, lo podemos encontrar en los cosméticos como hidratante, también es útil en medicina, donde se utiliza, entre otras cosas, como anticongelante o para hacer supositorios. En el caso que nos ocupa se utiliza en métodos de preservación de piezas anatómicas de tejido humano y no humano para la enseñanza de la morfología (Muñeton Gómez

& Ortiz, 2013).

Se recomienda su uso principalmente para piezas o segmentos corporales. A continuación, se describe el proceso para el uso de esta técnica de conservación, Primera parte: Lavado, al momento de la extracción de los órganos, se sugiere de ser posible realizar el lavado del lecho capilar con una solución de agua con heparina. Segunda Parte: Fijación, utilizar una solución de formol al 5% y de etanol 5% diluidos en agua, según la pieza la aplicación puede ser por vía vascular o por inmersión, las piezas se dejan en reposo por un periodo de una semana, antes de realizar la disección por planos anatómicos. Es importante retirar todo el exceso de líquido con la utilización de toallas o papel absorbente antes de sumergir totalmente las piezas en un contenedor con glicerina, es importante mencionar que dependiendo del tamaño de las piezas es posible utilizar paños o gasas totalmente húmedas con glicerina, en ambos casos, por inmersión o por envoltura se debe dejar por uno a dos meses dependiendo del tamaño de la pieza. Finalmente, las piezas se retiran de la glicerina y se exponen a secado en un ambiente de aire circundante, se recomienda evitar la exposición a la luz solar el tiempo secado varía dependiendo del tamaño de la pieza, (Figura 2).

Figura 2. Corazón Humano conservado en técnica de inmersión en glicerina, con tinción de venas coronarias



Ventajas: eficiente en piezas pequeñas, es una técnica económica y de fácil aplicación que no requiere instrumental o equipo especial, las piezas no presentan olores ni vapores irritantes; su consistencia y manipulación facilita su observación y conservación en el paso del tiempo.

Desventajas: La coloración de pieza se torna color oscuro con el paso del tiempo, se requiere una hidratación con glicerina constante.

Técnica o Método SILLS o CARBOWAX

Esta técnica o método fue publicada en 1952 por el Dr. Bernal Sills (1952). Realmente el CARBOWAX™ o CRISANOL E600 son marcas comerciales de Polietilenglicol (PEG) (König et al., 2013). Sin embargo, en la técnica de conservación de material biológico no se utiliza de manera directa, debe ser parte de una solución compuesta además del PEG, se utiliza alcohol isopropílico (Isopropanol) y formaldehído en las siguientes concentraciones: PEG 40%, Isopropanol 55% y Formaldehído 5%, se puede considerar que es la solución original de 1952, actualmente existen múltiples variaciones de esta fórmula con la particularidad de que se aumenta la concentración de PEG y se disminuye el Isopropanol, pudiendo llegar hasta el 80% de PEG y en consecuencia 15% de Isopropanol, y Formaldehído 5%. Por otro lado se ha experimentado con buenos resultados el uso de Propilenglicol (PG) en sustitución de PEG, con las mismas concentraciones. Este método es empleado en la conservación y preservación de piezas anatómicas y cadáveres completos, es un proceso de conservación del material biológico por largo tiempo, manteniendo muchas de sus características morfológicas esenciales.

Para la preservación de los cadáveres completos es importante que se trata de cuerpos intactos ya que se requiere realizar una perfusión de la solución a través de la arteria femoral, utilizando una bomba de perfusión, dependiendo del tamaño y peso del cadáver es el requerimiento de solución, en el caso de un cadáver humano se utilizan en promedio 30-35 litros de la solución. Una vez completada la perfusión los cuerpos se mantienen en bolsas de plástico y se pueden almacenar a temperatura ambiente por 40 a 50 días, antes de su uso académico, se puede optimizar este último paso a la mitad de tiempo introduciendo el cuerpo en una cámara de refrigeración con lo cual se disminuye el tiempo de 21 a 30 días. Este método permite la conservación de los cadáveres en óptimas condiciones hasta por 10 años o más, (Figura 3).



Figura 3. Disección de pared anterior de abdomen en modelo biológico humano, conservado bajo técnica de CARBOWAX



Ventajas: Es muy útil en la preservación de las diversas vísceras y particularmente se sugiere su uso en el sistema musculoesquelético, por mantener la flexibilidad de músculos, tendones y componentes articulares, lo que facilita el estudio profundo e interactivo de dichas estructuras anatómicas

Desventajas: Costo elevado, se requiere infraestructura adecuada que cuente con cámaras de refrigeración, así como las bombas de perfusión especiales para la capacidad y potencia, la dificultad de obtener cadáveres intactos.

Técnica de inclusión en resina

La inclusión en resina de cortes u órganos pequeños enteros es un método muy útil para preservar especímenes anatómicos para fines de enseñanza e investigación. Aunque existen muchas técnicas que utilizan mezclas de resinas especiales no disponibles comercialmente o de alto costo, así como protocolos largos y en ocasiones difíciles de implementar (Pirici, et al.,2023; Muñeton Gómez & Ortiz, 2013). Nosotros hemos implementado una técnica de inclusión de resina que no lleva más de 4 días, que se puede utilizar sin restricciones y con la ventaja que se pueden usar resinas epoxi de uso común.

Preparación del tejido: Es importante considerar la pieza anatómica a incluir ya que existen diferencias en la fijación sobre todo de tipo temporal. Una vez fijada la pieza o los cortes de tejido se requiere un lavado con agua corriente del grifo durante la noche (12 h, temperatura ambiente) para eliminar al máximo el fijador, posteriormente se lleva a cabo el proceso de deshidratación con etanol al 70%, 90%

y 100% cada uno con una duración de al menos 12 horas. Después de la fijación y deshidratación, el exceso de etanol se adsorbe envolviendo los órganos en papel absorbente.

Método de inclusión: Se utiliza una resina poliéster (Resina PP cristal preparada, Poliformas de México), sin disolventes que es completamente transparente, con una relación de masa de mezcla de 100/40); nosotros utilizamos las concentraciones de rango medio del activador recomendadas por el fabricante para que la reacción sea lo más despacio posible y reducir los efectos de oxidación y calentamiento.

Se realiza el vaciado de una primera capa que se convertirá en el soporte la pieza a encapsular, una vez que dicha capa se encuentra con una alta viscosidad se procede a introducir la pieza y una segunda capa de resina (que dependiendo del volumen de la pieza puede ser que se requiera de una tercera capa de resina, nunca se deja que alguna de las capas llegue al secado total ya que la pieza muestra un evidente marcaje de dichas capas, lo cual afecta su estética, para contener la resina se utilizan recipientes de polipropileno como moldes de inclusión (Pirici et al., 2023), después de 48 h, todos los bloques de resina se pueden extraer fácilmente de sus moldes de polipropileno; también se pueden ocupar moldes de silicón con un aspecto casi finito, si es necesario los bloques se pueden recortar con una sierra o nivelar con una lijadora utilizando discos de papel de lija con granulometría creciente (utilizamos discos de grano 180, 240, 320 y 600), finalmente se recomienda pulir con un disco de lana suave y crema pulidora. De este modo, todas las superficies de los bloques de resina se pueden nivelar y pulir hasta obtener una transparencia completa (Figura 4).

Figura 4. Huesecillos del oído humano, incluidos en un bloque de resina



Ventajas: una técnica accesible, de bajo costo y con la posibilidad de realizarla en cualquier laboratorio de técnicas anatómicas.

Desventajas: Las piezas quedan encapsuladas y se requiere mantener la transparencia adecuada con un pulimiento cada que sea necesario, por otro lado, se requiere de un periodo de estandarización de la técnica

Técnica de diafanización y tinción con alizarina

La diafanización es una técnica anatómica útil para el estudio del desarrollo óseo y dental (Tamayo Arango et al., 2012), así como para la identificación de centros de osificación (Rivera-Cardona et al., 2015). Esta técnica se desarrolla en cuatro etapas: fijación, diafanización, tinción y aclaración

Se utilizan diferentes reactivos como: alizarina roja al 0,1% en agua o alcohol etílico, solución de KOH 2% en agua y glicerina.

Esta técnica se desarrolla en varias etapas y el cumplimiento de cada una de ellas debe ser evidenciado mediante una estricta observación y registro en bitácora, porque las características físicas del espécimen, más que los tiempos de trabajo, serán los indicadores para avanzar secuencialmente en las fases del proceso de diafanización, los reactivos utilizados durante el proceso corresponden a rojo de alizarina, hidróxido de potasio sólido (hojuelas), glicerina y alcohol etílico.

A) Fijación, el espécimen anatómico se sumerge en solución de formaldehído al 8 -10%, de tal manera que la solución lo cubra totalmente. El tiempo de fijación oscila entre 4 y 8 semanas, una vez fijado el espécimen si la edad gestacional es muy avanzada se recomienda la disección para eviscerar la cavidad toracoabdominal.

B) Diafanización o corrosión de barrera superficial, se realiza con una solución de KOH al 2% en agua, el objetivo es eliminar toda la epidermis y facilitar el paso del colorante de alizarina a las estructuras óseas; este procedimiento deberá ser supervisado diariamente y si se observa solución sucia y muchos detritus de epidermis se debe eliminar y reemplazarla por solución de igual composición, pero limpia.

C) Impregnación y tinción, los fetos o embriones se sumergen en una solución de alizarina (roja o azul) diluida en agua al 0,1% o alcohol etílico a la misma concentración, la inmersión debe ser total y debe durar al menos 6 horas continuas para lograr una buena impregnación de la alizarina a la piel del espécimen, hasta que se observe una tinción generalizada de un color similar al rojo oscuro.

D) Transparentación o aclaración, este proceso tiene como objetivo final la visualización de los centros de osificación teñidos con la alizarina a través de la diafanización o transparentación de todos los tejidos



blandos por acción del KOH al 2% en agua y el cambio de solución depende de las características físicas del espécimen y de lo concentrado de la solución en color.

E) Conservación, finalmente los especímenes diafanizados se conservan en glicerina, evitando olores a formaldehído, los productos diafanizados terminan con una consistencia muy semejante a una gelatina es decir son muy delicados, por tanto, se debe evitar al máximo la manipulación mecánica (Figura 5).

Figura 5. Técnica de tinción con alizarina donde se pueden observar los centros de osificación de un feto humano



Ventajas: Técnica sencilla y de acceso fácil, el proceso implica baja toxicidad y bajo riesgo químico.

Desventajas: Las piezas deben mantenerse en frascos de cristal o acrílico para su observación y se requiere de un período de estandarización de la técnica, la alizarina es de precio alto.

Técnica de insuflación

Esta técnica consiste en la preservación de vísceras huecas, en especial tubo digestivo y vías aéreas respiratorias, las cuales son sometidas a la acción de un flujo de aire continuo, que deseca las paredes y mantiene la estructura morfológica de la pieza, dándole rigidez (Toledo, 2007; García Cauzor et al., 2022).

Es un procedimiento de fácil desarrollo en cualquier laboratorio de morfología se puede considerar de

bajo costo. Las piezas anatómicas conservadas bajo esta técnica tienen un período de uso continuo por mucho tiempo y se requieren pocos cuidados para su mantenimiento.

Antes de iniciar con la preparación del material biológico a conservar, se requiere contar con el sistema de suministro de aire constante, para su instalación se requiere de una compresora de aire conectada a un tanque contenedor de solución fijadora (formol y alcoholes) donde el aire burbujea la solución para que después dichos vapores sean introducidos a las piezas anatómicas, a través de un tubo o manguera que se conecte al conducto anatómico a insuflar.

Para la preparación de las piezas que se desean preservar, se recomienda obtener las piezas anatómicas frescas sin ninguna técnica de conservación, se debe retirar la fascia y la grasa adyacente, lavar con abundante agua corriente hasta que se elimine la mayor cantidad de sangre, contenidos y secreciones presentes. En el caso del tracto respiratorio es importante limpiar cuidadosamente tráquea, bronquios y pulmones, sin lesionarlos; para el tubo digestivo es importante considerar si se requiere insuflar el tubo digestivo completo o por secciones, esófago y estómago, intestino delgado o solo colon. En el caso de tubo digestivo es muy importante mantener el extremo opuesto al ingreso de aire permeable, se recomienda colocar un tubo de menos calibre al de ingreso.

Dependiendo del tamaño de la pieza a preservar, la insuflación debe mantenerse con aire continuo y a la misma presión por un periodo de 24 a 48 horas, una vez que la pieza está completamente seca e insuflada, se puede retirar del sistema de inyección de aire. Finalmente, en el caso del sistema digestivo se puede dar una capa de laca protectora en las paredes exteriores, lo que dará brillo y protección a las piezas preservadas. En el caso de tractos pulmonares no es recomendable la aplicación de ninguna solución externa. Una alternativa que nos da como resultado una pieza flexible es la siguiente: para recuperar su flexibilidad una vez que se fija la pieza la sumergimos en KOH, posteriormente se enjuagan en sal de Praga (para frenar el proceso de corrosión), después se sumergen en carbowax para tener una leve fijación (Figura 6).



Figura 6. Pulmón derecho conservado en técnica de insuflación.



Ventajas: Técnica sencilla y de acceso fácil, barata, rápida y replicable cuantas veces se requiera.

Desventajas: Las piezas pierden su relación con el tamaño natural ya que existe una dilatación por la presión de aire, y se requiere de un gasto inicial en el sistema de inyección de aire.

Técnica de repleción y corrosión

Esta técnica permite analizar la estructura desde una perspectiva tridimensional de los conductos internos, generalmente vasos sanguíneos de órganos y tejidos. El objetivo principal es obtener piezas de resina o látex libres de riesgo biológico que representen la estructura vascular interna tridimensional de la muestra anatómica (Esteban, et al., 2017). Esta técnica se divide en dos procesos: a) la repleción de conductos del órgano con polímeros en estado líquido y b) la corrosión del tejido, que se lleva a cabo cuando el polímero se solidifica. Por medio de la corrosión se elimina el tejido circundante para finalmente obtener el vaciado plástico de los conductos previamente inyectados.

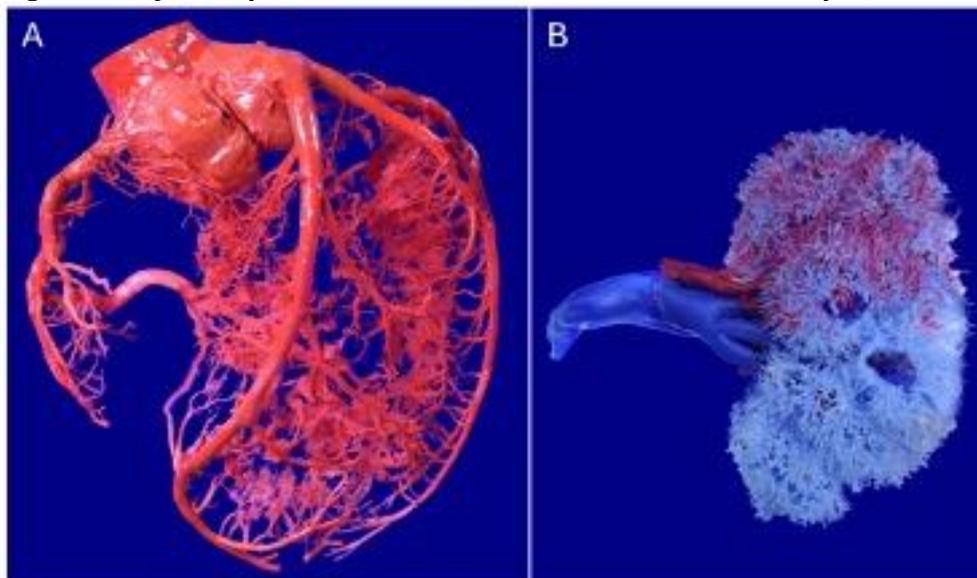
Para realizar el proceso de repleción se requiere una preparación y disección del órgano de interés. En general se recomienda utilizar un órgano fresco para tener una mejor eficiencia, aunque para obtener un árbol bronquial se requiere primeramente tener los pulmones insuflados y repletar directamente.

Primero, se debe lavar perfectamente con abundante agua después diseccionar las estructuras a inyectar para mejorar su visualización, canalizar los conductos con mangueras y cánulas de calibre adecuado para

permitir el paso del acrílico o látex se deben sellar los posibles puntos de fuga para finalmente proceder con la repleción.

La resina o silicón deben ser de secado rápido y se recomienda teñirse de color requerido para una mejor visualización, por lo cual se recomienda resinas preparadas lista para usarse y colorantes vegetales. Después de realizarse la repleción se debe dejar que la resina, silicón o látex ocupado llegue a su etapa final de secado o fraguado. Finalmente, sí se ha optado por una resina, se debe sumergir el espécimen en un ácido o una base fuerte como hidróxido de sodio con el fin de hidrolizar los tejidos circundantes y obtener únicamente el modelo de los conductos inyectados (Figura 7).

Figura 7. Repleción y corrosión de A) arterias coronarias de corazón y B) de riñón de cerdo.



Ventajas: Es una técnica que permite la comprensión tridimensional de la pieza anatómica, es fácil de realizar y barata.

Desventajas: el proceso de corrosión requiere una adecuada manipulación de la pieza porque durante este proceso se puede llegar a fracturar o quebrar, durante el estudio se puede caer y su manipulación lo puede destruir.

Técnica de plastinación

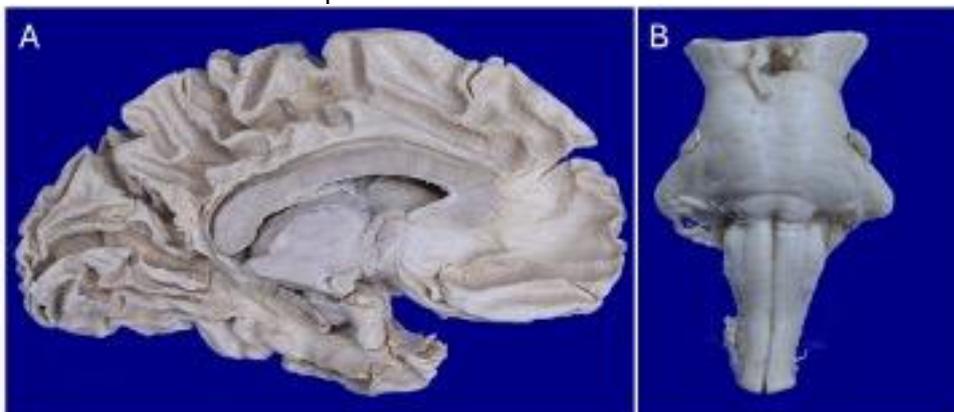
Se han propuesto muchos métodos de conservación de tejidos para el estudio e investigación una de las técnicas con gran auge en los últimos años es la técnica de plastinación a partir 1977, esta técnica difundida por su autor Gunther von Hagens (1987). El principio más importante detrás del proceso de

plastinación es la eliminación del fluido tisular y su reemplazo con una resina polimérica, la técnica se ha ido mejorando y adaptando por diferentes autores. Se ha tratado de obtener piezas con un grado máximo de transparencia, resistentes y que conserven las características estructurales originales para ser utilizadas con fines de enseñanza o de investigación. Se han utilizado diferentes resinas epoxi con resultados aceptables (Taghipour, et al., 2016).

Sin embargo, la técnica de plastinación es una técnica que requieren largos pasos de deshidratación forzada al vacío en condiciones de congelación, con tiempos complejos e incluso formulaciones de resina personalizadas, procedimientos que son difícilmente aplicables en departamentos de anatomía/patología con personal docente que no esté especializado exclusivamente en la técnica , además de requerirse instrumentos especializados, como cámaras de congelación, bombas de vacío, el uso de acetona para la deshidratación y la necesidad de acetímetro para su control.

La técnica de plastinación es recomendable para uso museográfico y no necesariamente para el proceso enseñanza aprendizaje (Figura 8).

Figura 8. A) Disección de fibras blancas en hemisferio izquierdo y B) tallo cerebral, ambas piezas conservadas con técnica de plastinación.



Ventajas: Es una técnica que conserva el material biológico en condiciones óptimas por periodos muy largos y en condiciones casi naturales.

Desventajas: El material biológico es estático y rígido poco versátil para la enseñanza, es una técnica con costos muy elevados y se requiere una área física y materiales especiales.

CONCLUSIONES

La incorporación de nuevas corrientes de pensamiento en la educación, ha generado cambios en el estudio de la morfología y en especial de la anatomía, con el advenimiento de nuevas tecnologías que

permiten la reconstrucción tridimensional del cuerpo humano, la disección y por consiguiente las técnicas de conservación del material biológico se han dejado de lado, sin embargo consideramos que el contacto con el tejido real, los órganos y con el cadáver completo modifica en el estudiante el pensamiento y la conducta generando un cambio en sus valores éticos. Por lo que consideramos importante la enseñanza y práctica de estas técnicas de conservación de material biológico en el proceso enseñanza aprendizaje. El estudio actual de la anatomía en plataformas virtuales limita entender la morfología interna y externa de cada estructura, así como la relación, consistencia y ubicación con el resto de los componentes viscerales, además de resultar en costos elevados para la mayoría de las instituciones de educación superior, principalmente las públicas. Por lo que la búsqueda de alternativas pedagógicas y didácticas de bajo costo, debe ser una premisa constante de los docentes de estas instituciones educativas.

Agradecimientos: Al Proyecto DGAPA-PAPIME:PE202123, otorgado a la Dra. Adelina Roja Granados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Esteban R.J.R., McCormick J.S.L., Prieto D.R.M., & Restrepo J.D.H. (2017). Corrosion casting, a known technique for the study and teaching of vascular and duct structure in anatomy. *Int. J. Morphol*, 35,1147–1153. doi: 10.4067/S0717-95022017000300053
- 2) García Cauzor, R. X., Rodríguez Chávez, E. M., Barajas Martínez, A., Ortiz Olmos, Y. R., & Dávila León, R. (2022) Técnicas para la Preparación y preservación De piezas anatómicas y cadáveres completos, Editorial: Universidad de Guadalajara.
- 3) König, H., Probst, A., Dier, H., & Şora, M. (2013). Production of anatomical specimens for teaching practice in veterinary anatomy by means of polyethylene glycol (peg) impregnation. A comparison with the method of plastination. *Agro-Ciencia*. 29. 23-28.
- 4) Mandressi, R. (2008). Técnicas de disección y tácticas demostrativas: instrumentos, procedimientos y orden del pensamiento en la cultura anatómica de la primera modernidad. *Historia y Grafía*,(30),167-189. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=58922939008>
- 5) Muñeton Gómez, C. A. & Ortiz, J A. (2013). Preparación en glicerina: una técnica para la conservación prolongada de cuerpos en anatomía veterinaria. *Rev. Med. Vet.*, 26,115-122.



- 6) Muñeton Gómez, C. A. & Ortiz, J A. (2013). The use of thin sections of entire organs in morbid anatomical studies. *Journal. Royal Microscopical Society (Great Britain)*, 69(4), 231–235.
- 7) Pirici, I., Cercelaru, L., Stanca, D. I., Osman, A., Sas, L., Pirici, D., & Mindrila, I. (2023). Simple Universal Whole-Organ Resin-Embedding Protocol for Display of Anatomical Structures. *Biomedicines*, 11(5), 1433. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11051433>
- 8) Rivera-Cardona, G.A., García, A., & Moreno, F. (2015) Técnica de diafanización con alizarina para el estudio del desarrollo óseo. *Revista Colombiana Salud Libre*, 10(2),109-115 DOI: 10.18041/1900-7841/rcsolibre.2015v10n2.1430
- 9) Secretaria de Gobernación, Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas., 01 de abril de 2024. México.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5721946&fecha=01/04/2024#gsc.tab=0
- 10) Secretaría de Salud, Diario Oficial de la Federación. Ley General de Salud, Secretaría de Salud, 14 de junio de 1992, México. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/ley-general-de-salud-299430?state=published>
- 11) Sills B. (1952). Use of the polyethylene glycols in dry preservation of anatomic and pathologic specimens. *Lab Invest*, 1(3),378-81.
- 12) Taghipour M., Asadi M.H., Setayeshmer M., Safikhani Z., & Rabiei A.A. (2016). A New Method of Brain Plastination. *Anat. Sci*, 13,19–24.
- 13) Tamayo Arango, L. J., Suárez Avendaño, P. A., Cano Valderrama, A. I., Cuartas Martínez, B. A., Yepes Ciro S. A., Mejía Giraldo C. A., & Lenis Sanin, Y. Y. (2012). Didactic model of the chicken embryo development using modified dawson’s diaphanization and staining technique. *Rev Colomb Cien Pecuár*. 25, (4), 620-4.
- 14) Toledo, V., Adaro, L. & Navarrete, R. (2007). Insuflación de estómago e intestino de caninos. *Tecnovet*, 13(3). <https://cuadernosjudaicos.uchile.cl/index>.
- 15) Von Hagens G., Tiedemann K., & Kriz W. (1987). The current potential of plastination. *Anat. Embryol*, 175, 411–421. doi: 10.1007/BF00309677

