

# Replicas Anatómicas para la enseñanza en ciencias médicas: Una contribución a la Bioética

Gabriel Zapata M.V.Z. MSc  
Correo gabrielceramica@hotmail.com  
Carlos E. Giraldo Murillo, MVZ PhD  
cgiraldo@ucaldas.edu.co

Recibido Mayo 14 de 2015 Aprobado Junio 19 de 2015

## Resumen

En las escuelas de medicina y veterinaria han considerado la enseñanza-aprendizaje de la anatomía como una parte esencial de la formación biomédica. La anatomía humana y animal se ha estudiado de manera sistemática, secuencial y ordenada en cadáveres fijados con formol. Sin embargo, la utilización *post mortem* de animales y seres humanos tiene restricciones éticas y legales, genera altos costos de conservación de las preparaciones anatómicas, contaminación medioambiental y riesgos para la salud. La *International Agency for Research on Cancer (IARC)* clasificó en 2004 el formaldehído como carcinógeno categoría I para los humanos.

Actualmente, los currículos de medicina y veterinaria implementan nuevas modalidades de enseñanza y modernas tecnologías, que incluyen modelos anatómicos, simulación de imágenes y multimedia interactiva. Sin embargo, el mercado no ofrece réplicas de cuerpos de animales ó humanos disecados y producidas en materiales sintéticos con la misma apariencia de los cadáveres reales.

Los autores cuentan con resultados de investigación que permiten la fijación, conservación y coloración vascular del material biológico con sustancias biodegradables (registro comercial en trámite) y sin formaldehído, preservando las características macroscópicas del cadáver fresco durante un año *post mortem*. También, han desarrollado un proceso para producir replicas de cadáveres en resina-poliéster-poliuretano con apariencia real y larga durabilidad. Las replicas son fabricadas por *REAN Replicas Anatómicas*, empresa de base tecnológica financiada por COLCIENCIAS-2008. Tales replicas permiten la implementación de laboratorios limpios para complementar la enseñanza-aprendizaje de la anatomía macroscópica.

A la fecha, replicas anatómicas de un caballo adulto disecado en siete planos de profundidad fueron producidas para el laboratorio de morfología veterinaria de la Universidad de Santander (UDES), Sede Valledupar, Cesar, Colombia. También, replicas de cadáveres humanos fueron producidas para los laboratorios de morfología macroscópica de las Escuelas de Medicina de la Universidad Libre, Sede Santiago de Cali, Valle, Colombia, y la Universidad Autónoma de Manizales (UAM), Caldas, Colombia.

**Palabras clave:** *réplicas anatómicas, disección, enseñanza anatómica, laboratorio de morfología*

## Abstract

The veterinary academy includes the teaching and learning of anatomy as an essential aspect to biomedical training. Through the formalin-fixed cadavers tech, the human and animal anatomy has been studied systematically, sequentially and orderly. However, the *postmortem* management of animals and humans has ethical and policy concerns. In addition, the anatomical preparations involve increases in costs, environmental pollution and health risks human. In 2004, the formaldehyde was classified by *International Agency for Research on Cancer (IARC)* as a carcinogen chemical product, category I, to humans.

Currently, the medical and veterinary programs include new teaching methods and modern technologies, as well as, anatomical models, simulation images, and interactive multimedia. Nevertheless, animal or human bodies, as replicas that are dissected and produced in synthetic materials, like real corpses, are not accessible to academic use.

Our research show a new option to the fixation, the conservation, and the biological vascular coloration. It is by using biodegradable substances, commercial registration in processing, without formaldehyde. From this tech, the macroscopic characteristics of fresh corpses are preserved for a year. Also, a methodology has been developed in order to obtain real and durable replicas from corpses, on polyester polyurethane resin. These replicas, are manufactured by REAN Replicas Anatomical, a technology-based company funded by COLCIENCIAS-2008. Our methodology will be implemented to teach macroscopic anatomy.

Currently, there are dissected replicas of adult horses in seven planes, which were produced to the Veterinary Laboratory Morphology of Santander University (UDES) in Valledupar (Cesar – Colombia). On the other hand, there are replicas of humans in the Medicine School of Universidad Libre (Cali-Valle-Colombia) and Autónoma University (UAM) in Manizales, Caldas, Colombia..

**Keywords:** *anatomical replica, dissection, anatomical teaching, morphology laboratory*

## Introducción

En las escuelas de medicina, veterinaria otras ciencias afines, se ha considerado la enseñanza-aprendizaje de la anatomía como una parte esencial de la formación biomédica [1-2] y su estudio, de alguna forma, seguirá siendo fundamental para la práctica médica segura [3-4]. Tradicionalmente se ha estudiado la anatomía veterinaria y humana de manera sistemática, secuencial y ordenada, utilizando cadáveres de animales y seres humanos para conocer la organización topográfica general del cuerpo e identificar todas y cada una de las estructuras que forman los aparatos y sistemas.

La utilización de cadáveres o componentes anatómicos con fines de docencia o investigación, tiene fuertes restricciones éticas y legales. En Colombia, la utilización de animales está reglamentada por los Comités de Ética de las Universidades, mientras que la utilización de cadáveres no reclamados o componentes anatómicos de seres humanos está reglamentada por el Decreto 2493 de 2004 (artículo 46) expedido por el Ministerio de Protección Social [5]. Los cadáveres y preparaciones anatómicas pueden representar riesgo para la salud de los profesores y estudiantes de morfología, requieren medidas de bioseguridad y contaminación medioambiental principalmente por la utilización del Formaldehído como sustancia fijadora se requiere además instalaciones físicas adecuadas, personal técnico especializado e inversión económica para su conservación. Todos estos factores hacen muy difícil su mantenimiento y renovación periódica del material biológico deteriorado.

Los currículos modernos de las escuelas de Veterinaria y Medicina presentan la tendencia a dar menor im-

portancia al estudio anatómico y al reconocido valor de la disección [6], se ha reducido el tiempo de dedicación de profesores y estudiantes, los primeros difícilmente tienen la posibilidad de realizar disección libre y los segundos son escasos [2, 7-8]. Ahora en las salas de disección, los maestros (anatomistas) demuestran y los estudiantes aprenden sobre material biológico procesado [4, 7], que sufre rápido deterioro por exceso de manipulación y descomposición progresiva por la volatilización de las sustancias conservantes y el proceso de autólisis.

Actualmente, se cree que los cursos de anatomía humana se deben planificar con la guía de varios libros y que deben conservar los aspectos emocionales de la disección como parte importante de la formación profesional [9-10]. La metodología tradicional para la enseñanza de la anatomía veterinaria y humana basada en clases magistrales y disección está cambiando con la introducción de nuevas modalidades de enseñanza y modernas tecnologías [4, 7-8, 10], como la simulación de imágenes, multimedia interactiva y los modelos anatómicos, con el propósito de simplificar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje [4, 11]. Sin embargo, no se encontró información sobre replicación del cuerpo humano o animal y de diferentes preparaciones anatómicas en materiales sintéticos y con la misma apariencia a la de un cadáver real.

En el anfiteatro del autor, se han ensayado desde el año 1995 y referenciado en periódicos locales en el año 2002 procedimientos no convencionales para la conservación del cadáveres animales y Humanos mediante la aplicación por vía arterial, venosa e impregnación externa soluciones con resina poliéster con su respectivo catalizador, creando en los tejidos un ma-

terial “plastificado” que lo conserva por más de 10 años, tiempo en el cual puede ser utilizado como material de docencia (figura 6)

Se realizó un proyecto académico independiente, de Copia y Replica de un feto Humano de 5 y medio meses de vida Gestacional, el cual fue presentado como Ponencia en el tercer Congreso Nacional de Morfología realizado en la Ciudad de Bucaramanga en el año 2007 donde obtuvo el primer puesto como mejor ponencia. (Figura 7)

La propuesta y metodología de Copia y Replica de Material Biológico realizado con el feto Humano se presentó a convocatoria de Colciencias ley 344 para la creación de empresas de base tecnológicas realizada en el año 2008 por intermedio de Incubar Manizales saliendo favorecido y realizándose el primer trabajo con la especie Humana en colaboración con la Universidad de Caldas; posteriormente en el año 2012 se realiza un segundo trabajo con un cadáver Humano en el Laboratorio de la Universidad Autónoma de Manizales UAM. En el año 2015 La Universidad de Santander UDES contrata con la empresa REAN Replicas Anatómicas la elaboración de material Didáctico en Equinos para la implementación del laboratorio de Morfología de la sede de Valledupar (Cesar)

### Marco teórico

Los métodos utilizados por el hombre a través de la historia para conservar cadáveres humanos o animales y otros materiales biológicos, bien con fines de enseñanza, investigación o también artísticos, ampliamente se describen a continuación:

Desde la época de Andrés Vesalio (1514-1564), padre de la anatomía, se empezó a pensar en la necesidad de conservar los cadáveres humanos

para estudiar su anatomía, aunque en el perfeccionamiento de las técnicas de conservación se destacan muchos investigadores [12] entre ellos: Guillermo Hunter (1718-1783), utilizó el alcohol como medio de fijación y conservación; Pierre Diones, empleó el ácido tánico con el fin de evitar el crecimiento de hongos; FrancoisChausier (1746-1784), utilizó el sublimado de bicloruro de mercurio para evitar la putrefacción y favorecer la momificación; Johann Jacob Ritter (1714-1784), utilizó el arsénico; Karl Wilhelm Scheler (1742-1786), aplicó glicerina para la conservación de cadáveres. El químico alemán AugustWilhelm V. Hofmann (1818-1892) en el año 1868 descubrió el aldehído fórmico (formol) y con el introdujo una gran innovación en las técnicas de fijación de tejidos utilizadas hasta la fecha[12].

La solución de formaldehído al 37% p/p ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) con metanol (15%), comercialmente denominada “formol”, ha sido el componente básico de la mayoría de las fórmulas utilizadas para embalsamamiento en las actividades de medicina legal y forense y los servicios funerarios [13], para la conservación y fijación de piezas anatómicas en las salas de disección [13-15] y para la preparación de especímenes en estudios de histología [16-17]. El formol se ha utilizado asociado con otras sustancias químicas como glicerina, alcohol, fenol, arsénico, cloruro de sodio, cloruro de zinc, sulfato de potasio, hidrato de cloral y ácido acético [13]. La exposición a estas sustancias supone un alto riesgo para los anatomistas, técnicos de histología y estudiantes de anatomía que frecuentan las salas de disección [14, 18-19].

El formol puede originar síntomas de toxicidad por inhalación (sensación de quemazón, tos, dolor de cabeza y náuseas), contacto con la piel (irrita-

ción, enrojecimiento y quemadura), ojos (irritación severa, visión borrosa), ingestión (nauseas y vómitos, dificultad para respirar, shock o colapso) y también, daños genómicos [13-14, 19]. El formaldehído es irritante y carcinógeno [20], la IARC (International Agency for Research on Cancer) lo clasificó como carcinógeno para los seres humanos categoría I [18, 21].

Se conocen técnicas para la preservación de cadáveres humanos y animales con resina-poliéster, la mayoría enfocadas en la conservación de estructuras musculares y neuro-vasculares y muy pocas en órganos del sistema visceral. Entre estas técnicas se destacan la plastinación [23-24] y la inyección de vísceras con resinas vía vascular y posterior corrosión con sustancias cáusticas para obtener su red vascular. Estos procedimientos son costosos y requieren para su aplicación de personal calificado y materias primas como el éter [23-24]. El éter es un solvente de difícil consecución y restricción comercial en Colombia.

En la actualidad, en algunas partes del mundo se está utilizando la técnica de plastinación para la conservación de cuerpos humanos y animales [23]. Esta técnica de conservación fue popularizada por el profesor alemán Gunther von Hagens de la Universidad de Heidelberg, con cuerpos humanos disecados con un protocolo de manejo que incluye los principios básicos de fijación, deshidratación e inclusión en resina-poliéster). Hagens ha obtenido resultados muy aceptables de conservación de los especímenes utilizando grandes volúmenes de solventes muy costosos como la acetona. La plastinación se reconoce como una técnica de conservación innovadora, pero también muy controvertida desde el punto de vista ético, ya que utiliza en su propuesta cuerpos de animales y

humanos reales comercializados como modelos inodoros para la enseñanza de la anatomía o fines artísticos, fijando los cuerpos en posiciones estéticas para exposiciones y museos [24-27]. Es famosa la colección itinerante "odies" [24-27].

Frente a la necesidad de alternativas nuevas para el estudio de la anatomía humana y animal, y con el desarrollo de la tecnología electrónica e informática, hoy se ofrecen simuladores que permiten solucionar parcialmente la restringida utilización de cadáveres de animales y de seres humanos por normatividad impuesta por parte de los Comités de Bioética y el Ministerio de Protección Social, respectivamente. Estas herramientas didácticas de aproximación al organismo vivo resultan al final del balance de alto costo en su adquisición, personal especializado en manejo y mantenimiento y por ende disponibilidad restringida para la mayoría de los estudiantes.

## Materiales y Método

El trabajo de replicación del caballo, con fines de implementación de laboratorio de Morfología Veterinaria fue posible, gracias al apoyo de la Universidad de Santander UDES en Cabeza de dos grandes directivos como el Señor Decano de la Facultad de Medicina Veterinaria Doctor Fernando Acebedo Serrano y el Doctor Wilson Díaz director del programa de la misma institución

Explicaremos brevemente cada una de las etapas que se llevaron a cabo para la realización del presente trabajo.

1. Se utilizó un caballo adulto, macho, de 42 meses de edad, 270 Kg de peso, con sintomatología de lesión vertebral (fractura del cuerpo vertebral T10). con aprobación del

Comité de Ética para la Experimentación con Animales de la Universidad de Caldas. Acta No 01 de 2014.

2. Se practicó eutanasia de animal de acuerdo con las normas de la American Veterinary Medical Association (AVMA) se sangro por incisión vascular, se realizo la fijación de los tejidos por la misma vía vascular venosa y arterial con solución fijadora biodegradable (registro comercial en trámite) la cual no posee en su composición ningún porcentaje de formaldehído. El procedimiento de fijación se extendió por un período de dos meses con el fin de obtener una deshidratación adecuada que permitiera copiar el animal de manera efectiva.(figura 8)
3. El cadáver fue segmentado en regiones anatómicas axiales y apendiculares: cabeza y cuello, tronco (tórax, abdomen y pelvis), miembros torácicos y miembros pélvicos.(figura 9)
4. Elaboración de Moldes Primarios y Modelos Anatómicas.

A partir del cadáver segmentado, se realiza una disección minuciosa que va del plano superficial de piel al profundo de hueso o cavidades. En los miembros torácicos y pélvicos se procede a realizar las disecciones a partir de las caras lateral y medial y en cabeza- cuello y tronco por las cara laterales derecha e izquierda, completando en cada uno de ellos los siete planos propuestos; Al realizar las disecciones en las regiones planteadas, se van descubriendo la mayoría de las estructuras que conforman los distintos sistemas u aparatos de esta especie en particular. Simultáneamente a cada plano de disección en cada una de las regiones, se toman impresiones (moldes primarios) en silicona acompañados de su respectivo contra molde

rígido, la función de este último es soportar la estructura blanda de la silicona evitando su deformación. En todo el proceso de los siete planos de disección que se llevan a cabo en cada una de las regiones, se obtuvieron 42 Moldes Primarios, que permitirán la elaboración de igual número de modelos (replicas en yeso cera) que serán artísticamente retocados y completados de estructuras faltantes, es decir vasos, nervios u arterias que quedaron incompletas durante el proceso de disección, para ser nuevamente copiados (figura 10a, 10b)5. Elaboración de Moldes definitivos y replicas anatómicas

5. A partir de los modelos en yeso-cera retocados, se elaboran moldes en silicona de alta resistencia y contra moldes diseñados para vaciado en centrifuga.

Las replicas Anatómicas, son elaboradas a partir de los moldes definitivos, en mezclas de materiales inertes, previamente estudiados en términos de resistencia, contracción, y textura. Estas estructuras son sometidas a procedimientos de pulimento y corrección de defectos que se presentan durante el vaciado; Posteriormente utilizando aerógrafos o pistolas de aspersión especializadas se procede a colorear cada uno de los órganos y estructuras complementarias utilizando convenciones internacionales establecidas en atlas anatómicos de Medicina Veterinaria...(figura 11a,-11b,11c,11d,11e,11f,11g,11h,11i y 11j)

6. Elaboración del CD Interactivo, el cual se procesa gracias a las fotografías que se toman paralelamente a todo el proceso de disección de los distintos planos. Para esta etapa se

cuenta con el apoyo de una empresa de diseño VISUAL COMANDO quienes dentro de su propuesta de elaboración del CD interactivo plantean ideas de CD en 3D y página web para la difusión de la empresa a nivel Nacional e Internacional.

En el CD interactivo las fotografías, del equino se complementan con la Nomenclatura Anatómica Internacional vigente de las estructuras presentes en cada uno de los planos de regiones definidas del cuerpo, de acuerdo con las recomendaciones de la AAAC (American Asociación de Anatomistas Clínicos) [28], con apoyo teórico y fotográfico de textos y atlas de anatomía veterinaria y humana de reconocida trayectoria [29-30]

## Conclusiones

Los resultados obtenidos con las replicas anatómicas en su etapa utilizando materiales inerte rígidos como la resina poliéster fibra de vidrio y poliuretano nos permite afirmar que se pueden elaborar aproximaciones muy cercanas en proporción de las partes, texturas y colores a las que presentan anatómicamente los cadáveres Humanos y animales similar a un plastinado rígido, y poder ser utilizados en instrucción básica de la Anatomía Humana o Animal.

Para un mediano plazo podremos ofertar Replicas Anatómicas que simulen la consistencia de organismos

vivos de Animales o Humanos y transformarlas en simuladores inorgánicos que complementen la instrucción con cadáveres.

. Las réplicas anatómicas permiten disminuir la cantidad de cadáveres que se utilizan en los anfiteatros y por lo tanto minimizan el efecto tóxico del formaldehído al disminuirse su utilización logrando un impacto positivo en las personas y en el medio ambiente, causadas por el formaldehído y otras sustancias utilizados tradicionalmente para la conservación y mantenimiento de los cadáveres en aquellas facultades o programas que quieran por alguna razón conservar el uso de este preservarte.

Las replicas facilitan la visualización in situ de cada uno de los órganos presentes en Las distintas cavidades del cuerpo Humano o Animal, donde los aprendices adquieran espacialidad, útil para los distintos procedimientos de punción palpación auscultación, ecografía y otros, fundamentales para el diagnóstico de alteraciones orgánicas en cualquier especie.

Las Replicas anatómicas no requieren de condiciones especiales medioambientales para su almacenamiento (temperatura, humedad relativa, intensidad lumínica) se pueden limpiar con agua y jabón sin que presenten deterioro o decoloración. Estos complementos didácticos permitirían transformar las salas de disección o anfiteatros tradicionales en lugares no restringidos, higiénicos y lúdicos.



Figura-1. Perro macho 3 años de edad fijado con solución biodegradable. Instrucción Anatómica estudiantes de último año MVZ U.C

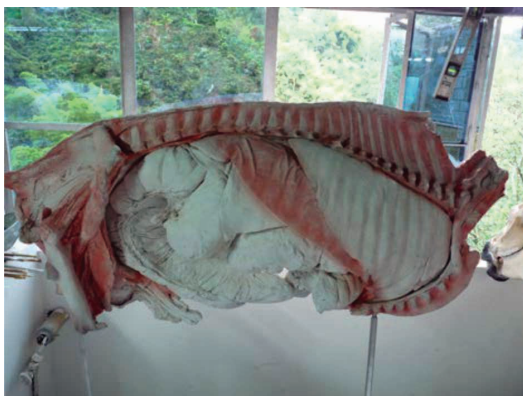


Figura-2. Replica Anatómica de Tronco de equino plano v en proceso de pintura

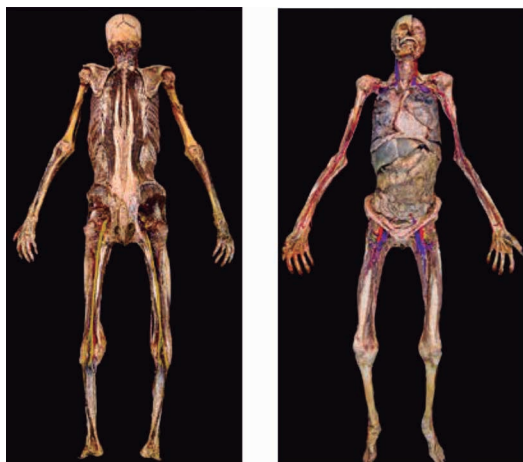


Figura-3. Replicas Anatómicas de cadáver humano Plano VI. Laboratorio Univeridad Libre Cali



Figura -4. Replicas Anatómicas cadáver humano. Laboratorio UAM



Figura-5. Replicas Anatómicas. Equino. Laboratorio UDES sede Valledupar

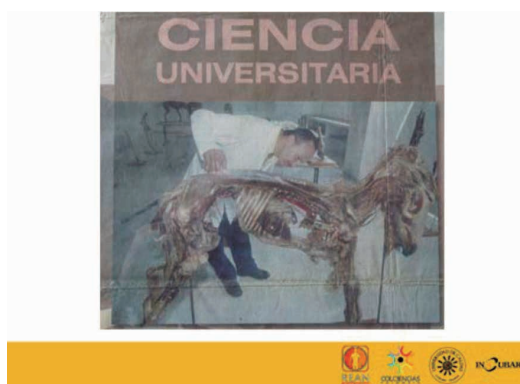


Figura -6. trabajo de plastificación con resina poliéster U.C. Patria 2002



Figura-7. Replicas feto 5 meses de vida Gestacional.





Figura 8- Equino macho 3.5 años. 270 kilos.  
Proyecto replicas Laboratorio UDES 2015



Figura-10b. Modelos en Yeso Cera. para remodelacion



Figura 9. Segmentación del equino en regiones axiales y apendiculares



Figura 11a. Molde Definitivo en silicona de alta resistencia. Cuerpo Humano cara posterior.

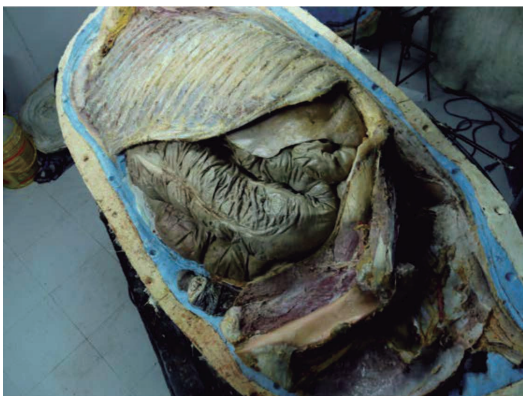


Figura 10a-Molde Primario y contramolde. tronco Equino

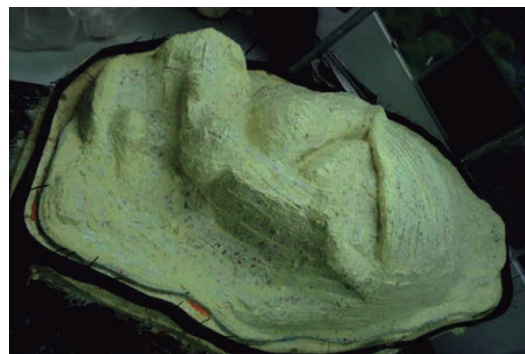


Figura 11b Molde Definitivo en silicona de alta resistencia. Tronco de Equino.

Figura 11c. Replica Anatómica del Tronco del Equino plano III (en proceso de pintura). Fotografía Material Biológico Plano de disección III (Abajo). Figura 11-d. Replica del Tronco del Equino plano IV en proceso de pintura). Fotografía Material biológico plano de disección IV (Abajo). Figura 11-j. Replica de miembros torácicos y pélvicos (en proceso de pintura)

## Referencias bibliográficas

1. Bay, B.H. and E.A. Ling, Teaching of anatomy in the new millennium. Singapore Med J., 2007 48(3): p. 182-3.
2. Sugand, K., P. Abrahams, and A. Khurana, The anatomy of anatomy: a review for its modernization. Anat Sci Educ, 2010. 3(2): p. 83-93.
3. Lockwood, A.M. and A.M. Roberts, The anatomy demonstrator of the future: An examination of the role of the medically-qualified anatomy demonstrator in the context of tomorrow's doctors and modernizing medical careers. Clinical Anatomy, 2007. 20(5): p. 455-459.
4. Turney, B.W., Anatomy in a modern medical curriculum. Annals of The Royal College of Surgeons of England, 2007. 89: p. 104-107.
5. MPS, Decreto 2493 de 2004, in Diario Oficial No. 45.631 de 5 de ago 2004, Servicio de Salud: Bogotá, Colombia.
6. Korf, H.-W., et al., The dissection course – necessary and indispensable for teaching anatomy to medical students. Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger, 2008. 190(1): p. 16-22.
7. Mitchell, R. and L. Batty, Undergraduate perspectives on the teaching and learning of anatomy. Anz Journal of Surgery, 2009. 79(3): p. 118-121.
8. Wong, W.C. and S.S. Tay, The teaching of anatomy: the first hundred years (1905-2005). Ann Acad Med Singapore, 2005. 34(72): p. C-8C.
9. Grkovic, I., et al., Designing Anatomy Program in Modern Medical Curriculum: Matter of Balance. Croatian Medical Journal, 2009. 50(1): p. 49-54.
10. Warner, J.H. and L.J. Rizzolo, Anatomical instruction and training for professionalism from the 19th to the 21st centuries. Clinical Anatomy, 2006. 19(5): p. 403-414.
11. Trelease, R.B., Anatomical informatics: Millennial perspectives on a newer frontier. The Anatomical Record, 2002. 269(5): p. 224-235.
12. Izaguirre T, J.L., R. Jeremías, and T.J.L. Izaguirre, Técnicas avanzadas en recuperación de tejidos orgánicos y su aplicación en la docencia actual. Gac Méd Caracas, 2001. 109(1): p. 36-39.
13. Tomas Buisán, M.L., Los distintos productos conservantes en el área Médico Legal, ventajas e inconvenientes. Rev Esp Med Leg, 1998. XXII(84-85): p. 51-57.
14. Bush, V.J., et al., Essential and toxic element concentrations in fresh and formalin-fixed human autopsy tissues. Clinical Chemistry, 1995. 41(2): p. 284-294.
15. Cutts, A., Shrinkage of muscle fibres during the fixation of cadaveric tissue. Journal of Anatomy, 1988. 160: p. 75-78.
16. Gugic, D., et al., Novel tissue preservative and tissue fixative for comparative pathology and animal research. Journal of Experimental Animal Science, 2007. 43(4): p. 271-281.
17. Dotti, I., et al., Effects of Formalin, Methacarn, and FineFIX Fixatives on RNA Preservation. Diagnostic Molecular Pathology, 2010. 19(2): p. 112-122 10.1097/PD-M.0b013e3181b520f8.

18. Chief, N.G., IARC Classifies formaldehyde as carcinogenic to humans, in Press Release. 2004, International agency for research on cancer: France.
19. Costa, S., et al., Genotoxic damage in pathology anatomy laboratory workers exposed to formaldehyde. *Toxicology*, 2008. 252(1-3): p. 40-48.
20. Takigawa, T., et al., Reduction of indoor formaldehyde concentrations and subjective symptoms in a gross anatomy laboratory. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2005. 74(6): p. 1027-1033.
21. Espinosa Restrepo, M.T., et al., Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2a de la iarc, de interés ocupacional para Colombia. 2006: Instituto Nacional de Cancerología.
22. Muniz, E., et al., A novel non-toxic fixative solution of Complucad for histology and immunohistochemistry. *Journal of Histochemistry*, 2000. 23(1): p. 29-36.
23. Cannas, M. and P. Fuda, Plastination of old formalin-fixed specimens. *J Int Soc Plastination*, 1991 5: p. 11-15.
24. Jones, D.G., Re-inventing anatomy: The impact of plastination on how we see the human body. *Clinical Anatomy*, 2002. 15(6): p. 436-440.
25. Valdecasas, A., et al., Understanding complex systems: lessons from Auzoux's and von Hagens's anatomical models. *Journal of Biosciences*, 2009. 34(6): p. 835-843.
26. Moore, C. and C. Brown, Experiencing Body worlds: Voyeurism, Education, or Enlightenment? *Journal of Medical Humanities*, 2007. 28(4): p. 231-254.
27. Burns, L., Gunther von Hagens' BODY WORLDS: Selling beautiful education. *American Journal of Bioethics*, 2007. 7(4): p. 12-23.
28. Leonard, R., A clinical anatomy curriculum for the medical student of the 21st century: Gross anatomy. *Clinical Anatomy*, 1999. 9(2): p. 71-99.
29. Bergman, E.M., The color atlas of human anatomy. *Library Journal*, 2007. 132(4): p. 106-106.
30. Putz, R. and R. Pabst, Sobotta - Atlas of Human Anatomy. Single Volume Edition. Head, Neck, Upper Limb, Thorax, Abdomen, Pelvis, Lower Limb. 10th Edition ed. 2008: Churchill Livingstone. 842.