



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

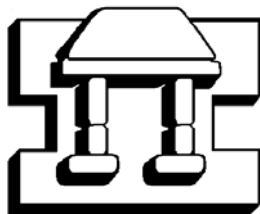
**ANÁLISIS DE LA TÉCNICA DE  
PLASTINACIÓN APLICADA A  
CORAZONES DE CERDO.**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G A**

**PRESENTA:  
EDNA SILVA PÉREZ**

**DIRECTOR DE TESIS:  
M. en C. JORGE R. GERSENOWIES RODRÍGUEZ**



**IZTACALA**

---

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

DEDICADA A:

MI FAMILIA:  
DAVID, ARACELI, DAVID EDUARDO Y DIANA.

A MIS SINODALES:  
JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRÍGUEZ, MARIO CARDENAS  
LEON,  
ALFONSO REYES OLIVERA, HUGO JESUS CASTRO CORTES Y  
SAMUEL MERAZ MARTÍNEZ.

SOLO ME RESTA DECIR A MI FAMILIA Y SINODALES QUE!...  
"SI HE VISTO MÁS LEJOS ES PORQUE ESTOY SENTADA SOBRE LOS  
HOMBROS DE GIGANTES" ISAAC NEWTON

## AGRADECIMIENTOS.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO DOY MI MÀS SINCERO AGRADECIMIENTO POR PERMITIR FORMARME EN SUS AULAS Y HABERME SEMBRADO A TRAVEZ DE MI PREPARACION PROFESIONAL, EL ORGULLO DE SER UNIVERSTARIA.

A MIS SINODALES, JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRÍQUEZ, MARIO CARDENAS LEON, ALFONSO REYES OLIVERA, HUGO JESUS CASTRO CORTES Y SAMUEL MERAZ MARTÍNEZ POR SU TIEMPO Y DISPOSICIÓN.

A MIS PADRES, POR SUS DESVELOS Y SACRIFICIOS PARA PODER AYUDARME A CONCLUIR MI PREPARACION PROFESIONAL.

A MI HERMANO "EL PELLON", POR MOLESTARME Y HACERME REIR SIEMPRE.

A MI HERMANA LA MAS HERMOSA DE MIS ANGELES.

A MIS ABUELOS: ELI, EMILIA, DAVID Y NACHITO POR SER PARTE DE ESTA HISTORIA.

A MIS TIAS (OS): TERESA, LUPE, JUAN, HECTOR, MIGUEL, ALDO, NACHO, DIEGO, BELEM, LUPE, ANA, PEDRO, SONIA Y ALEJANDRA POR HACERME LA VIDA MÀS FELIZ Y AGRADABLE.

A MIS PRIMOS (AS): FER, DIEGO, DANIELA, PEDRO, FANY, KAREN, JESSICA, COCHI, CHANGO, SURI, JAVIER, DANA, MITZI, DIANA, ELDA E ISRAEL, POR QUE AHORA SÍ PODRE PEGARLES CON MI TITULO (PORQUE YA LO DIJO CHABELA VARGAS: NO PRESUMO, PERO TAMPOCO CARESCO... SOLO SOY YO)

A EUSEBIO JIMENEZ JIMENEZ, POR HABERSE APARECIDO EN MI VIDA, SANADO MI ALMA. SER MI PSICOLOGO PERSONAL, POR ESTO Y MUCHISIMAS COSAS MÀS...GRACIAS!! T.Q.M.

A ESMERALDA, POR SER FRANCA Y SIEMPRE PONERME LOS PIES EN LA TIERRA, PERO MÀS QUE NADA POR SER MI AMIGA.

A LUZ DEQUE, POR ORIENTARME, AYUDARME A LO LARGO DE MI VIDA Y COMPARTIR MUCHAS EXPERIENCIAS JUNTAS.

A KARINA POR HABERME AYUDADO Y ESCUCHADO TANTAS VECES Y TAMBIEN POR COMPARTIR SONRISAS EN AQUELLAS PRACTICAS DE CAMPO.

A CHELY, AZU Y RAFA POR REIRNOS JUNTOS DE TODO Y DE TODOS.

A MIS AMIGOS DEL ALMA, MIGUEL ANGEL NAVA Y JOSE MIGUEL MARTINEZ POR COMPARTIR UN MOMENTO DE SUS VIDAS CONMIGO.

A ELIZABETH, LUCILA, GUADALUPE POR COMPARTIR LAS PRIMERAS IMPRESIONES SOBRE LA VIDA UNIVERSITARIA.

A MAGO, KARLA, JESUS, JANET, FORTINO, GELA, Sra. EPIFANIA, Sr. GELACIO, SIMPLEMENTE POR EL PLACER Y LA ALEGRIA DE HABERLOS CONOCIDO.

A MIS COMPAÑEROS DE LABORATORO: OSVALDO, PACO, DANIELA, Y LILIA.

A LA MEMORIA DE MI BISABUELO VALENTE MORALES Y DAVID SILVA (HOMBRES EJEMPLARES).

A LA MEMORIA DE ANTONIO ZARAÇOZA... UN AMIGO PARA SIEMPRE.

A LA MEMORIA DE OSCAR "EL ROCHA"...UN AMIGO DE VIAJES Y FIESTAS PERO ALFIN Y AL CABO GRAN AMIGO.

Y PARA LOS QUE ME FALTARON UNA DISCULPA Y LAS MÁ SINCERAS GRACIAS POR FORMAR PARTE DE MI VIDA.

---

## INDICE

	PAGINAS
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
1.1 MARCO HISTORICO.....	3
1.2 PRESERVACIÓN EN FORMALDEHÍDO. (VÍA HUMEDA).....	3
1.3 LA PLASTINACIÓN: COMO TÉCNICA INNOVADORA PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIMENES.....	5
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	7
2.1 GENERALES.....	7
2.2 EL CORAZÓN DEL CERDO COMO MODELO.....	8
2.2.1 GENERALIDADES.....	8
2.2.2 ARTERIAS.....	9
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	11
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	12
<b>5. MATERIAL Y METODO</b> .....	13
5.1 RUTA CRITICA.....	13

5.2 MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS.....	14
5.3 MÉTODO.....	14
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
6.1 COMPARACIÓN CUALITATIVA ENTRE CORAZONES.....	18
6.1.1 COLOR.....	18
6.1.2 FORMA.....	18
6.1.3 ESTRUCTURAS.....	18
6.2 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.....	20
6.2.1 ALUMNOS.....	20
6.2.2 PROFESORES.....	25
6.2.3 COMPARACION CUANTITATIVA ENTRE LAS RESPUESTAS DE ALUMNOS Y PROFESORES.....	29
<b>7. ANALISIS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>8. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>9. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>36</b>
<b>10. ANEXO</b>	
ANEXO 1.....	42

---

## **RESUMEN.**

**Se aplicó la técnica modificada de plastinación a 10 corazones de cerdo y posteriormente fueron comparados con 10 preservados por vía tradicional (formol al 4%). También se evaluó su calidad y uso potencial en la enseñanza profesional por medio de su presentación física y encuestas a estudiantes y profesores de la carrera de médico cirujano de la FES-Iztacala, obteniendo opiniones favorables y recomendaciones para preparar un material más adecuado a sus necesidades.**

**Los resultados obtenidos tanto de manipulación como de preservación nos dan elementos suficientes para considerar que la técnica de plastinación modificada sería un recurso adecuado, para elaborar material didáctico para uso en laboratorios y/o aulas en módulos relacionados con aspectos morfofisiológicos.**



---

## **ABSTRACT.**

**The modified technique of plastinación to 10 hearts of pig was applied and later they were compared with 10 preserved by traditional route (formol to 4%). Also one evaluated its quality and potential use in professional education by means of its physical presentation and surveys to students and professors of the race of medical surgeon of the FES-Iztacala, obtaining favorable opinions and recommendations to prepare a more suitable material to its necessities.**

**The results obtained as much of manipulation as of preservation give elements us sufficient to consider that the technique of modified plastinación serious an suitable resource, in order to elaborate didactic material for use in laboratories an/dor classrooms in modules related to morphophysiology aspects.**

---

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

### **1.1.- MARCO HISTORICO.**

Desde tiempos remotos la elaboración, utilización y demostración de especímenes completos o en cortes gruesos ha sido un ejercicio importante en la enseñanza de la patología, anatomía, zoología, etc., ya que gracias a esto es posible, en primer lugar, la demostración directa de las estructuras que constituyen al organismo en una disposición tridimensional, así como un análisis morfológico profundo a través de la investigación, tanto experimental como de campo, llegándose a una comprensión integral de los especímenes estudiados (Bickley, et al. 1981).

Esta posición no es nueva, dado que se ha manifestado en diferentes tiempos por un sin número de anatomistas entre los cuales podemos mencionar a Alcmeón, Aristóteles, Erasistrato, Herófilo, Galeno, Mondino, Donatello, Da Vinci, Vasalio, Harvey, Cuvier, entre otros (Cooperias, 1990; Gersenowies y González, 1990; Lemire, 1993).

Esto se demuestra con el desarrollo de técnicas de preservación de especímenes cada vez más complejos, que a diferencia de las tradicionales, permiten un mayor grado de manipulación (Bradbury y Hocino, 1978; Legault, 1979).

### **1.2.- PRESERVACIÓN EN FORMALDEHÍDO (VÍA HUMEDA).**

La conservación consiste en la preparación, mantenimiento y protección de una pieza con vistas a mantenerlo en estado primitivo o semejante al vivo (Bickley, et al. 1981).

La fijación es un proceso para provocar la muerte celular de tal manera que se conserven lo mejor posible las características morfológicas y químicas que tuvieron durante su vida (Gaviño, et al. 1975).

Para esto se recurre tanto a medios físicos como químicos. Los fijadores químicos actúan matando las células y reaccionan químicamente con su contenido, insolubilizándolo (Gaviño, et al. 1975).

El fijador más conocido es el formaldehído que reacciona sobre todo con las proteínas haciéndolas insolubles al formar enlaces cruzados entre las cadenas de polipéptidos provocando su precipitación (Gaviño, et al. 1975).

En los vertebrados la mayoría de los especímenes son preservados fijándolos, con una solución de formaldehído del 4% al 8%, que permite una conservación adecuada durante un lapso de 4 a 5 años (Hildebrand, 1969).

Aparte de sus obvios beneficios, la disección animal posee varios problemas importantes, uno de los más serios involucra este tipo de soluciones (formaldehído) utilizadas continuamente para conservar los especímenes (Chia, et al. 1992; Fox y Beton, 1987; Perkins y Kimrough, 1985). Así recientemente se ha cuestionado la utilidad del formaldehído dado que diferentes estudios han demostrado su alta toxicidad y un elevado poder cancerígeno, lo que pone en riesgo la integridad física, tanto de los estudiantes como investigadores, siendo prohibido su uso en los Estados Unidos de Norteamérica (Kaplan, 1948; Slinzynska, 1957; Ragan y Boreiko, 1981; Nishioka, 1973; Obe, 1979; Ross, 1980), recomendándose como sustituto el uso de otros fijadores como el alcohol isopropílico, alcohol etílico, tetraóxido de osmio, fenoxietanol, paraformaldehído, glutaraldehído, etc. (Folich, et al. 1984).

No importa qué tan buenas sean las técnicas de preservación, en especial las de vía húmeda, porque no se pueden proteger los especímenes al deterioro debido al tiempo y/o desecamiento. Para prevenir el desecamiento, debe humedecerse diariamente el material biológico, cubrirse cuando no está en uso, y siempre que sea posible, tendrá que refrigerarse para proporcionar la mejor protección posible (Chia, et al. 1992; Fox y Beton, 1987; Perkins y Kimrough, 1985).

Esta problemática ha propiciado la búsqueda de técnicas alternativas que permitan un mayor grado de manipulación de la preparación y un mayor tiempo de

conservación, así como un fácil manejo y mantenimiento (Ashley y Chiasson, 1988; Aufdemorte y Bickley, 1988).

Entre esas técnicas podemos mencionar a la inclusión en bloques de plástico, impregnación con parafinas, congelación en seco, transparentación y plastinación (Humanson, 1970; Bridgman y Humelbaugh, 1963; Bickley y Walker, 1987).

### **1.3.- LA PLASTINACIÓN: COMO TÉCNICA INNOVADORA PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECÍMENES.**

A finales de la década de los setentas el Doctor Gunther Von Hagens de la Universidad de Heidelberg en Alemania, desarrolló un método para la preservación de material biológico con fines de investigación y enseñanza llamado Plastinación (Von Hagens 1979 a,b; Von Hagens, et al. 1987). El método de Plastinación permite la preparación de especímenes y presentan las siguientes características: secos, inodoros, no tóxicos y con una duración prolongada. El principio de la plastinación involucra la eliminación de toda el agua del tejido de los especímenes a través del uso adecuado de un agente deshidratante, después bajo condiciones de vacío, el espécimen se impregna con un polímero de caucho de silicón líquido que se endurece como consecuencia de la polimerización. Los especímenes resultantes poseen una estructura muy precisa, desde el punto de vista morfológico, debido a que muestran una gran cantidad de detalles estructurales. Es posible plastinar a organismos completos, órganos, sistemas completos, etc. (Von Hagens, et al. 1987).

Este tipo de preparaciones han demostrado ser sumamente útiles en el estudio de la anatomía, enseñanza de la anatomía topológica, neuroanatomía, patología, cirugía, así como en investigaciones embriológicas, ciencias morfológicas, patología etc. (Tiedemann y Von Hagens, 1982; Cooper, et al. 1987; Pond, et al. 1992).

Además en comparación con los especímenes preparados tradicionalmente (por ejemplo en frascos con solución preservadora) los especímenes plastinados son visualmente más atractivos y prácticos en su manejo (Olry y Motomiya, 1997).

Aún cuando el método de Plastinación puede parecer que consume mucho tiempo, es un método que vale la pena su implementación, porque los especímenes preparados son permanentes y pueden lograrse a costos relativamente bajos (O'Sullivan y Mitchell, 1995).

Esta técnica se extendió a través de los laboratorios de instrucción de anatomía humana y veterinaria, primero en Europa y después en América del Norte y actualmente en América latina (Guillén, 1992).

La importancia de preparación de cualquier tipo de órganos es el consérvalos con vistas a mantenerlos en un estado semejante a lo vivo ya que en ocasiones es necesario para su estudio por ejemplo en patología, entre otras (Douglass y Glover, 2003).

El estudio de órganos, como el corazón de cerdo plastinado, tendrá como resultado la producción de estos materiales en seco, que en teoría, tienen muchas ventajas cuando se comparan con otros especímenes preparados por vía húmeda; algunas de las ventajas de los especímenes plastinados podrían ser: que estén secos y puedan manejarse sin guantes, no tóxicos ni liberen vapores o fluidos. Así al utilizarlos en el laboratorio y/o en el aula aumentará la comunicación entre el alumno y el maestro, ayudará en la revisión, se podrán seccionar para exponer estructuras difíciles de observar y sus relaciones con otras estructuras. Se pueden usar con fines de investigación, por ejemplo, desarrollando una colección de corazones que demuestren patologías o defectos raramente vistos, también se podrán usar en combinación con software de computadora o imágenes digitalizadas para utilizarse en programas de autoaprendizaje (Douglass y Glover, 2003).

Es importante recordar que los especímenes plastinados son muy durables, pueden usarse repetidamente cuando se manejan con cuidado. Así, el costo inicial de compra del material para plastinación podrá verse a través de los años con una excelente inversión; ya que no se tendrá que estar invirtiendo tiempo de laboratorio, ni dinero constantemente como sucede con las técnicas de preservación tradicionales (Douglass y Glover, 2003).

---

## **2.-ANTECEDENTES.**

### **2.1.-GENERALES.**

Desde tiempos prehistóricos se han conocido casos de preservación de especímenes animales, así se ha intentado familiarizar con tales procedimientos (Mamuts de Siberia, Hombre de Tellunt), pero eso se trata de fenómenos naturales donde los cuerpos se mantienen intactos o casi intactos por una turba particularmente ácida o por un suelo congelado permanente. En el antiguo Egipto se rescata el enfoque de verdaderas técnicas de conservación anatómica, recordándose la cantidad de momias humanas y de animales encontrados en la Necrópolis del Nilo. Entonces se trataba de una práctica religiosa, la supervivencia post-mortem no podía estar asegurada si no subsistía el cuerpo o al menos la imagen. De ahí la profusión de estatus, retratos destinados a suplir la descomposición del cadáver, también de aquí parten todas las investigaciones e indagaciones destinadas a preservar el cuerpo de la putrefacción el mayor tiempo posible (Correa, 2002).

Existen varias técnicas de conservación de órganos entre ellas una de las más utilizadas es la fijación, de la cual se puede dividir en dos tipos, por agentes físicos: en frío, la congelación; en calor, la desecación y por agentes químicos: por medio de vapores. O por medio de la inmersión en líquidos, inyección en las cavidades generales o por medio de la perfusión. En estos casos el vehículo es el agua, el formol, el alcohol, la glicerina, etc. (García, 1960).

El primer artículo sobre Plastinación fue publicado rápidamente por el propio Von Hagens en 1979 (Von Hagens, 1979 a, b; Bickley, et.al., 1981; Von Hagens, et. al., 1987).

La "International Conference on Plastination" fue llevada a cabo en abril de 1982 en San Antonio, Texas. En abril de 1986, los participantes a la "3 International Conference on Plastination" crearon la "International Society for Plastination". En enero de 1987 se inició la publicación del "Journal of the International Society for Plastination". En julio de 1996, participantes de 20 países se reunieron en la

Universidad de Queensland, Australia para asistir a la “8 International Conference on Plastination” (Bickley y Walker 1987).

La técnica de plastinación ha tenido un gran éxito en la conservación de cadáveres humanos y estudios patológicos (Cooper, et al. 1987; Muller, et al. 1989 a,b). Este proceso está respaldado por varias patentes como son: US patents 4205059, 4244492 entre otras.

Desde 1994, se han usado los especímenes plastinados para enseñar anatomía y neuroanatomía a estudiantes de quiropráctica de la Universidad du Quebec en Trois-Rivieres. Los especímenes son muy apreciados por estudiantes y maestros (Cote, et al. 1995; Olry y Grondin, 1995; Boulianne, et al. 1996).

En la actualidad en América latina se están comenzando a hacer estudios para llevar a cabo la plastinación de especímenes, el primer laboratorio que comenzó a realizar preparaciones de este tipo fue el departamento de plastinación y museografía médica de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. (Guillén, 1992).

En el laboratorio de Anatomía Animal Comparada de la Unidad de Morfología y Función de la FES Iztacala, UNAM, desde 1993 Gersenowies y colaboradores han investigado formas alternativas para plastinar tanto especímenes completos como disecciones utilizando resinas poliéster MC-40 de fabricación nacional. (Gersenowies y González, 1993; Macias, 1998; Kirwan, 2004; Ortiz, 2006; Hernández, 2006) en donde se ha demostrado la potencialidad de dichas resinas en la plastinación de mamíferos, tiburones, peces óseos y reptiles.

## **2.2.- EL CORAZÓN DE CERDO COMO MODELO.**

### **2.2.1.- GENERALIDADES.**

El corazón de cerdo y el de humano son muy semejantes entre sí. Así el corazón es pequeño, en proporción con el peso del cuerpo, especialmente en los individuos muy grasosos. El peso en el adulto es menor. Es ancho, corto y romo. Cuando se endurece *in situ* se puede observar que está comprimido dorsoventralmente. La superficie ventral es sólo moderadamente convexa; lo recubre el esternón a partir de la segunda esternebra hasta la parte craneal de la

séptima. El surco interventricular paraconal está en su parte izquierda, y es casi paralelo al borde ventricular izquierdo la superficie dorsal es más convexa. El surco interventricular subsinusoide cruza oblicuamente esta superficie; comienza ventral al extremo de la vena cava caudal y se extiende hasta el borde ventricular izquierdo. A menudo el llamado surco intermedio del borde ventricular se puede extender hasta el vértice, pero frecuentemente y en algunas ocasiones está ausente. El vértice es romo y casi medio; asienta en la parte craneal de la séptima esternebra y está a unos 5 ó 6 mm de la parte esternal del diafragma. Cuando los ventrículos se hallan distendidos hay una escotadura en el vértice (incisura apicis cordis). El borde ventral de la aurícula izquierda está marcado por varias escotaduras y situado a un nivel más bajo que el derecho (Grossman y Sisson, 1982).

En el atrio derecho el orificio mayor de la vena álgos se puede ver ventral al de la vena cava caudal; los dos están separados por un pliegue valvular con un borde cóncavo libre. El tubérculo intervenoso es ancho y redondo. Los músculos pectíneos irradian desde la cresta terminal y forman una red muy desarrollada en la aurícula. La fosa oval es amplia. Hay una gran trabécula septomarginal en el ventrículo derecho (Grossman y Sisson, 1982).

La pared muscular del ventrículo está formada por una capa cortical o superficie externa, una capa esponjosa y capa basal. La capa de superficie externa (de la capa cortical) se corresponde con la capa del vórtex de Tandler o las capas bulbospirales superficiales y sinospirales de Mall. La capa siguiente junto con el septum muscular, forma la lámina media del adulto, que incluye una porción más externa común para ventrículos y un músculo bulbospiral profundo que solo afecta al ventrículo izquierdo. Las capas basal y esponjosa constituyen la capa más profunda de cada ventrículo, incluidos los músculos papilares, trabéculas cárnicas y septomarginales y músculo longitudinal del ventrículo derecho (Grossman y Sisson, 1982).

### **2.2.2- ARTERIAS.**

El tronco pulmonar no presenta caracteres distintos destacables. La aorta recuerda la del caballo y del vacuno, tanto en su curso como en su relación, pero



el arco está mucho más curvado. La arteria subclavia izquierda y el tronco braquiocefálico surgen por separado desde el arco aórtico. Las arterias coronarias, derecha e izquierda, son casi del mismo tamaño. La arteria coronaria izquierda irriga la mayor parte del ventrículo izquierdo y la aurícula, incluido el septum interventricular, por medio de las ramas interventriculares paraconales y circunflejas. Las ramas circunfleja e interventricular subsinuosal de la arteria coronaria derecha irrigan la pared del ventrículo derecho y el atrio, incluido el resto del tabique interventricular (Grossman y Sisson, 1982).

Las arterias atriales surgen de las arterias coronarias y son relativamente pocas; son vasos pequeños que nutren las paredes de las cámaras dorsales del corazón. La arteria atrial izquierda ventral irriga el atrio izquierdo, la zona valvular de la aorta, la base del atrio derecho e izquierdo y la pared de la vena cava craneal. La arteria atrial derecha ventral irriga el atrio derecho, la base de la vena cava craneal, las paredes de las venas pulmonares y la vena cava caudal. La arteria atrial ventral derecha, normalmente, nace en común con la derecha ventral accesoria. Intrínsecamente, estas arterias también vascularizan el septum interatrial, el nódulo atrioventricular, el fascículo atrioventricular, junto con numerosas ramas procedentes de las arterias coronarias. La arteria atrial dorsal derecha nace del tercio distal de la rama circunfleja de la arteria coronaria derecha (Grossman y Sisson, 1982).

La arteria dorsal izquierda, frecuentemente, se origina con arteria ventral correspondiente e irriga el lado ventral del atrio izquierdo, la región valvular aórtica y las venas pulmonares. La rama circunfleja de la arteria coronaria derecha termina por seguir el surco interventricular subsinusoide de la superficie atrial del corazón. Proporciona una gran rama interventricular subsinusoide a la porción central del ventrículo derecho, e irriga su musculatura por medio de numerosas ramas. La arteria septal surge en la unión de las ramas interventricular paraconal y circunfleja de la arteria coronaria izquierda o cerca de ella. Irriga el tabique interventricular mediante numerosas ramas. La rama circunfleja izquierda termina en pequeñas ramas cerca del seno coronario (Grossman y Sisson, 1982).

---

### **3.- JUSTIFICACIÓN.**

La presente tesis se realizó por necesidad de adaptar y difundir otros métodos alternativos para la preservación de material biológico, que posean una mejor calidad y duración en comparación con la preservación por método tradicional, ya que los especímenes están contenidos en soluciones con sustancias tóxicas como es el formaldehído, y las personas con una prolongada exposición a este químico pueden correr un alto riesgo de salud.

En teoría, la técnica de plastinación que sería una alternativa idónea posee la desventaja de ser muy costosa, tanto por los materiales que ocupa, como por el equipo requerido, por lo que el desarrollo de nuevas alternativas para plastinar especímenes como, la técnica de plastinación modificada, es una necesidad emergentes si se quiere tener este tipo de preparaciones, tanto en investigación como en docencia, en los diversos centros Universitarios latinoamericanos.

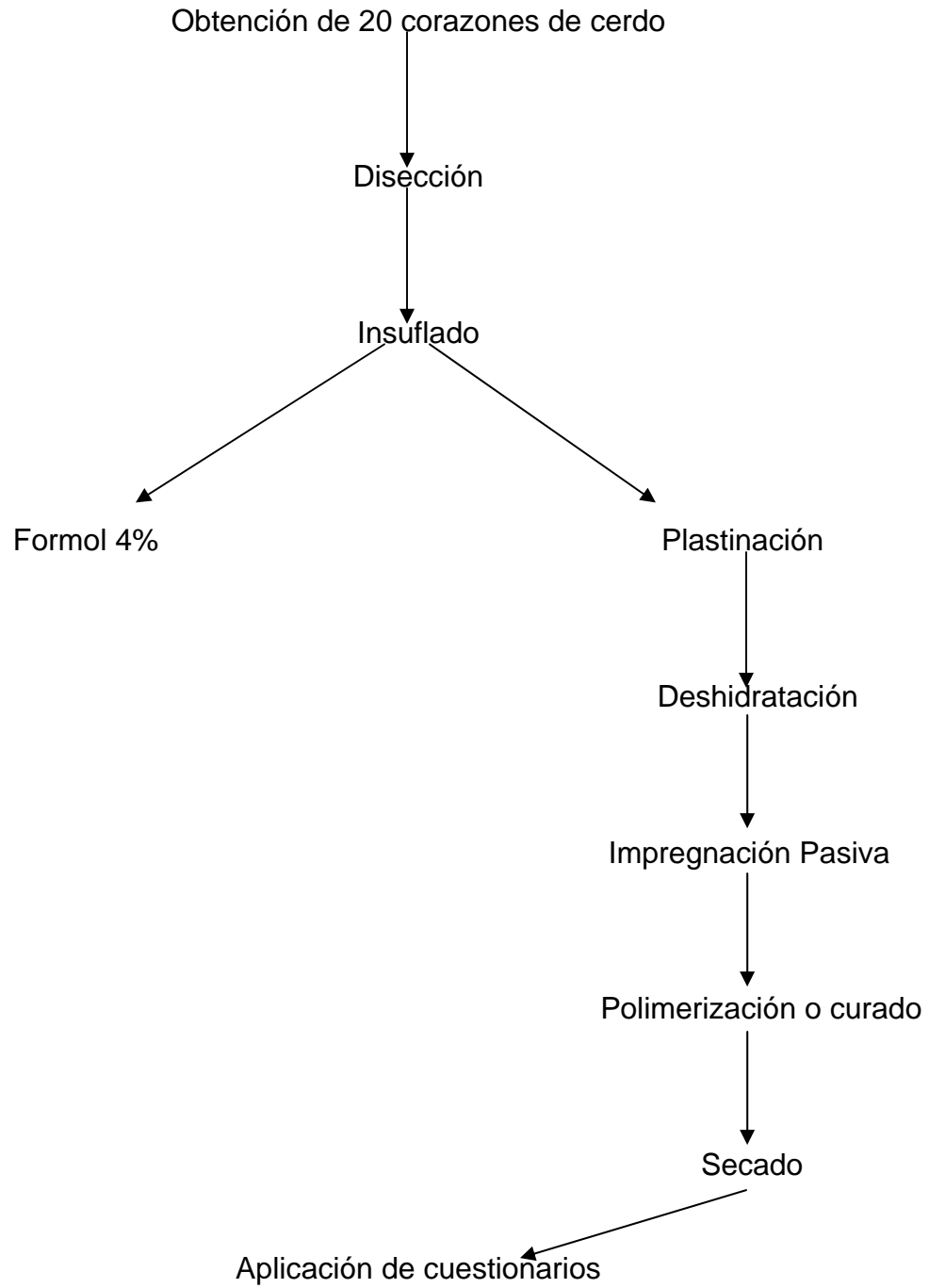
---

#### **4.- OBJETIVOS.**

- Aplicar la técnica de Plastinación modificada en el corazón de cerdo como un modelo para la enseñanza del sistema cardiovascular en la carrera de Medicina de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Evaluar el uso de los corazones de cerdo plastinados en la enseñanza de sistema cardiovascular en alumnos y profesores de la carrera de Medicina de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Comparar las características cualitativas de los corazones plastinados en relación con la técnica de preservación en formol al 4%.

## 5.- MATERIAL Y MÉTODO.

### 5.1.- RUTA CRÍTICA.



## 5.2.- MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS.

MATERIAL	EQUIPO	REACTIVOS
Frasco de vidrio para 4 litros	Congelador Tor-Rey	Acetona pura
Etiquetas adhesivas	Estuche de disección	Formol 4%
algodón	Cámara digital Sony	Esmalte acrílico Comex
		Catalizador (Peróxido de metil etil cetona) de poliformas plásticas S.A de C.V
		Resina poliéster cristal mc-40 de Poliformas plásticas S.A. de C.V.

## 5.3.- MÉTODO.

1.- Se obtuvieron 20 corazones incompletos de cerdo *Sus scrofa* (doméstica) en centros de distribución. (Imagen 1)



Imagen 1.- corazón como se obtiene en los centros de distribución.

2.- Se practicó la disección, retirando el exceso de tejido conjuntivo que dificultaba el reconocimiento de estructuras. (Imagen 2)

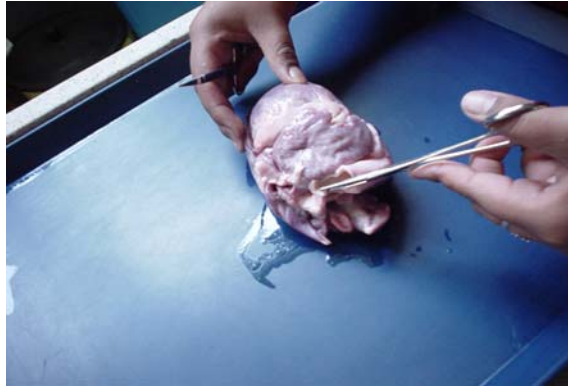


Imagen 2.- Disección del corazón de cerdo.

3.- Insuflado; los corazones se rellenaron con algodón (a través de la luz de la aorta y de los atrios), para distender las cavidades ventricular y atrial lo cual permite mantener su forma. (Imagen 3)



Imagen 3.- Introducción de algodón a las cavidades atrial y ventricular para distenderlas.

4.- Fijación; los corazones se fijaron en una solución de formol al 4%, neutralizado con borato de sodio durante 5 días. (Imagen 4)



Imagen 4.- Corazón preservado en formol al 4%

5.- Deshidratación; El agua y parte de los lípidos fueron sustituidos por acetona pura para permitir que el polímero penetre dentro del órgano (Grondin, et al. 1994). Para lograrlo se sumergieron durante 3 meses en acetona pura a  $-30^{\circ}\text{C}$ . (Imagen 5)



Imagen 5.- Corazón sumergido en acetona pura a  $-30^{\circ}\text{C}$

6.- La impregnación pasiva, se realizó gradualmente con los órganos saturados en acetona, sumergiéndolos en resina poliéster mc-40, en dos etapas:

a) Sumergiéndolos por un mes en una solución 1:1 de resina poliéster mc-40 y acetona.

b) Posteriormente depositándolos durante un mes en una solución de resina poliéster mc-40 (Grondin, et al. 1994).

7.- Después de completar la impregnación, el corazón fue retirado del baño de polímero.

8.- Polimerización o curado; se realizó el curado enjuagando el corazón en una solución 1:1 de catalizador (Peroxido de metil etil cetona) y acetona al 50% (Weber y Henry, 1993 a,b).

9.- Por último se aplicó una capa de esmalte acrílico de secado rápido. (Imagen 6)



Imagen 6.- Corazón plastinado recién polimerizado

10.- Los corazones se dejaron secar durante una semana a temperatura ambiente.  
(Imagen7)



Imagen 7.- Corazones Plastinados

11.-Para obtener los corazones en formol al 4%, 10 de estos se quedaron en el paso 4 (Imagen 4) y los 10 corazones restantes siguieron el proceso de plastinación.

12.-Se elaboró un cuestionario de opinión con ocho reactivos (Anexo 1) para evaluar la utilidad de los corazones sobre la práctica docente en la enseñanza del Módulo de Sistema Cardiovascular de la Carrera de Médico Cirujano de la FES Iztacala.

13.-Se aplicó el cuestionario a 26 alumnos y 11 profesores durante una clase en el Módulo de Cardiovascular de la Carrera de Médico Cirujano durante el semestre 2006-2.

14.-Se procesaron los datos de la encuesta con el programa Excel Microsoft.

15.-Se compararon las respuestas de los alumnos contra las de los maestros utilizando la prueba de  $X^2$  con el programa Estadística Ver. 4.6.



## 6.- RESULTADOS.

### 6.1.-COMPARACION CUALITATIVA ENTRE CORAZONES

Se obtuvieron 10 corazones plastinados y 10 corazones preservados en formol al 4% comparándose con respecto al esquema e imágenes del órgano en fresco.

#### 6.1.1.- Color.

Corazón fresco: El color original es rosado/rojizo. (Imagen 8)

Corazón plastinado: El color rojizo se perdió y adquirió un tono café. (Imagen 10)

Corazón preservado en formol al 4%: Color morado blanquecino. (Imagen 9)



Imagen 8.- Corazón fresco



Imagen 9.- Corazón preservado en formol 4%



Imagen 10.- Corazón plastinado

#### 6.1.2.- Forma.

Corazón fresco: Es ancho, corto y romo. (Imagen 8)

Corazón plastinado: Mantuvo la forma original. (Imagen 10)

Corazón preservado en formol al 4%: Conservó la forma original. (Imagen 9)

#### 6.1.3.- Estructuras.

Corazón (esquema): 1.- aorta descendente; 2.- arteria subclavia izquierda; 3.- tronco braquiocefálico; 4.- ligamento arterioso; 5.- tronco pulmonar; (arteria lobar

apical sin marcar encima de 6); 6.- venas pulmonares; 7.- vena ácigos izquierda; 8.- vena cava caudal; 9.- vena cava craneal; 10.- atrio derecho; 11.- vena cardiaca grande; 12.- seno coronario; 13.- arteria coronaria derecha; 14.- vena cardiaca media; 15.- rama interventricular subsinoide; 16.- ventrículo izquierdo; 17.- ventrículo derecho. (Imagen 11)

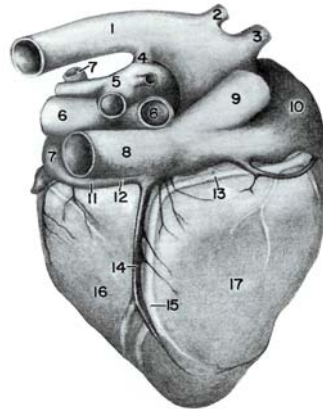


Imagen 11.-Esquema de corazón de cerdo (Grossman y Sisson 1982).

Corazón plastinado: 1.-Atrio derecho; 2.-Aorta descendente; 3.-Atrio izquierdo; 4.-Ventrículo izquierdo; 5.-Vértice; 6.-Rama interventricular subsinoide; 7.-Ventrículo derecho. (Imagen 12)

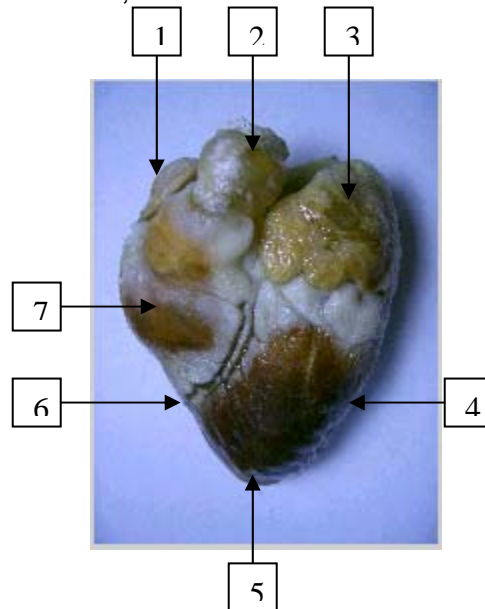


Imagen 12.- Corazón plastinado

Corazón preservado en formol al 4%: 1.-Atrio derecho; 2.-Aorta descendente; 3.-Atrio izquierdo; 4.-Ventrículo izquierdo; 5.-Vértice; 6.-Rama interventricular subsinoide; 7.-Ventrículo derecho. (Imagen 13)

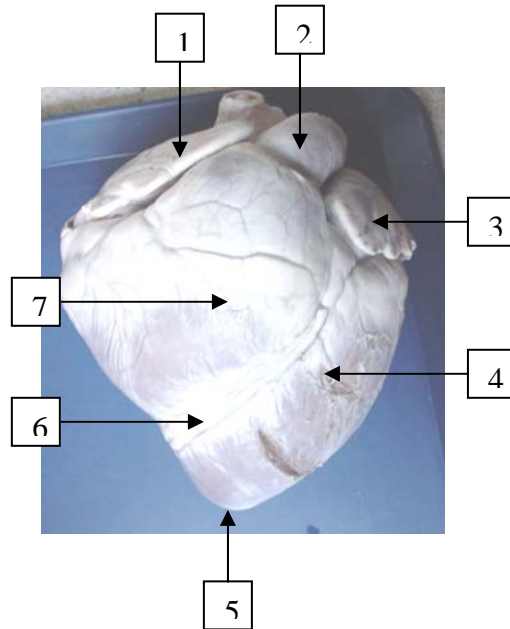


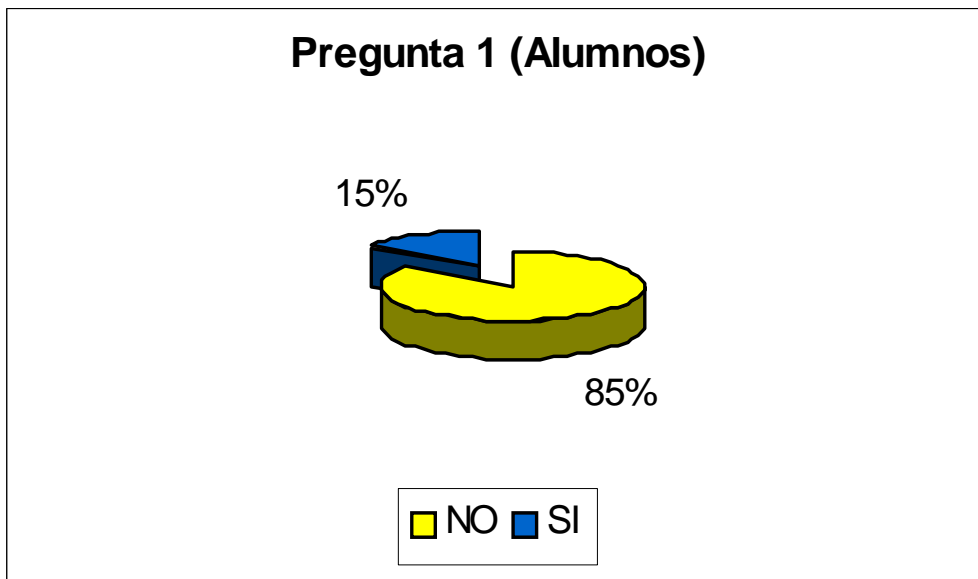
Imagen 13.- Corazón preservado en formol al 4%.

## 6.2.- RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Al resumir las respuestas de la encuesta se obtuvieron los siguientes resultados.

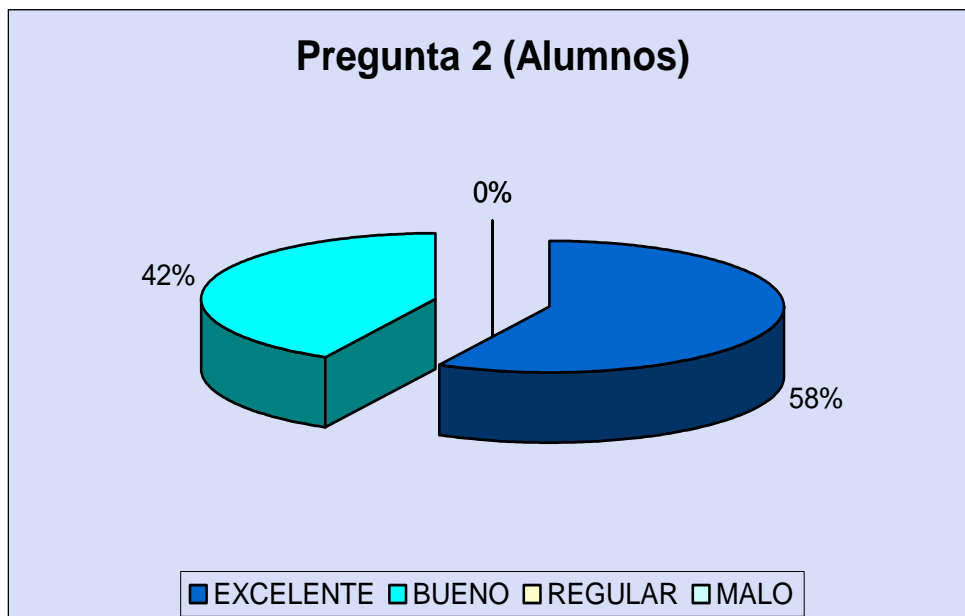
### 6.2.1.-ALUMNOS.

En la primera pregunta donde se explora si el alumno ha realizado alguna práctica con especímenes plastinados encontramos que el 85% de los encuestados no los habían utilizado, mientras que el restante 15% dijeron que si. (Grafica 1)



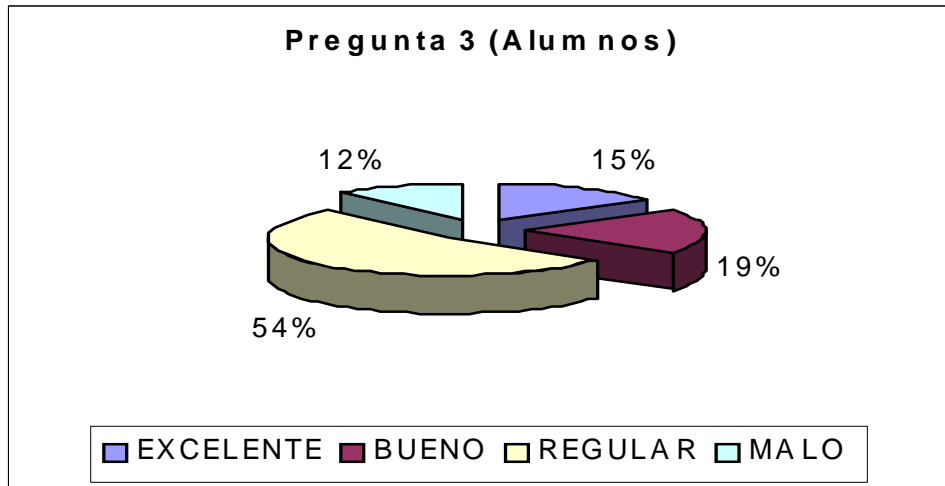
Grafica 1.- ¿En tu preparación profesional alguna vez has hecho una práctica con especímenes plastinados?

En la segunda pregunta se examino el aspecto del espécimen plastinado siendo que al 58% de alumnos les pareció excelente y al 42% restante bueno. (Grafica 2)



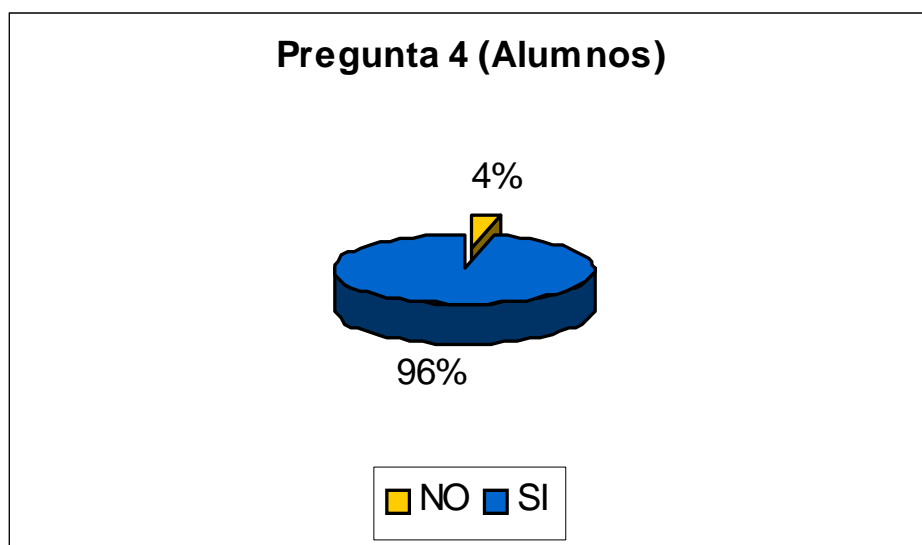
Grafica 2.- ¿Qué te parece el aspecto del espécimen plastinado?

La tercera pregunta registró el aspecto del espécimen preservado en formol al 4%, a lo cual al 54% de los alumnos encuestados les parece regular, 19% opinaron que es bueno, 15% excelente y 12% malo. (Grafica 3)



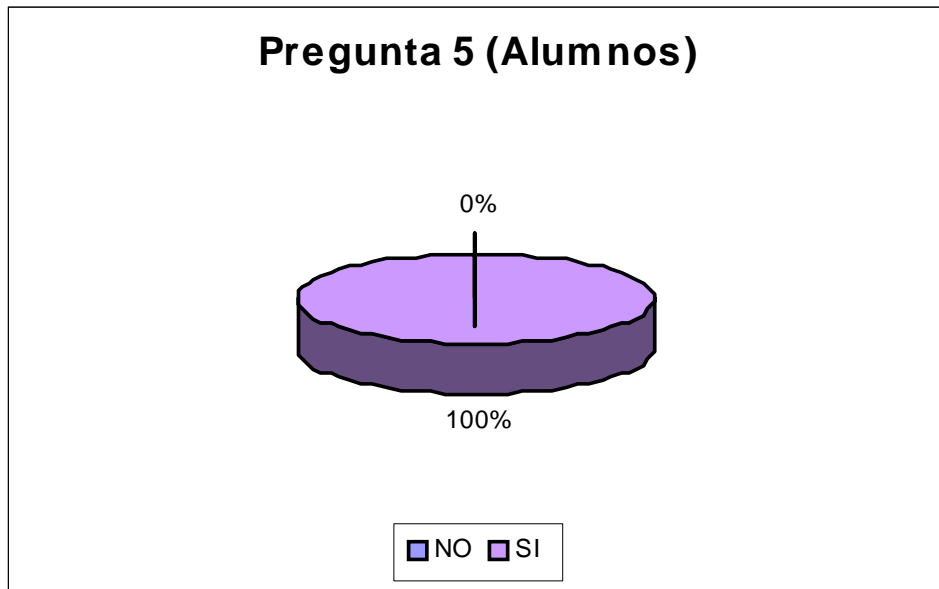
Grafica 3.- ¿Qué te parece el aspecto del espécimen preservado por vía tradicional (formol al 4%)?

En la cuarta pregunta se sondeó que al 96% de los alumnos encuestados, la manipulación de especímenes plastinados les pareció más “libre” y agradable que la de los preservados tradicionalmente y el 4% restante contestó que no. (Grafica 4)



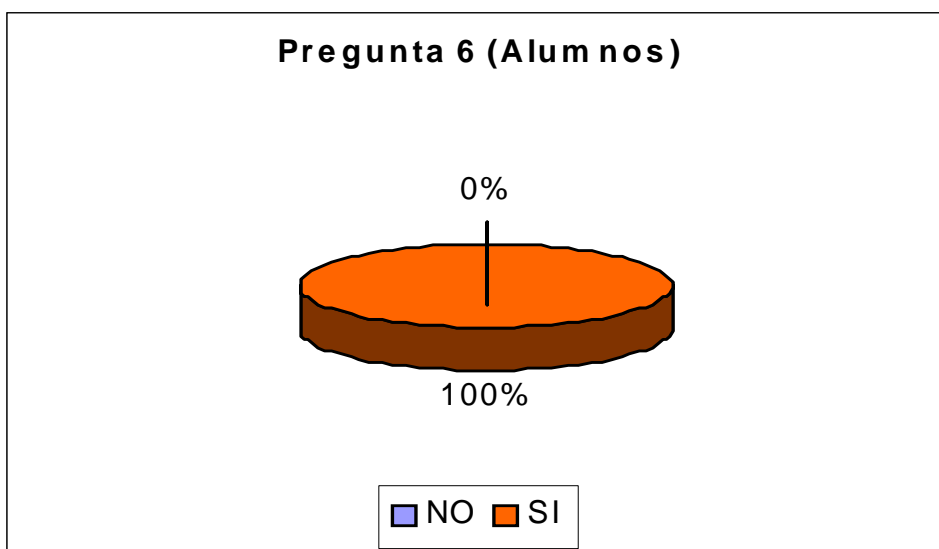
Grafica 4.- ¿La manipulación de especímenes plastinados es más “libre” y agradable que la de los preservados tradicionalmente?

La quinta pregunta registró que al 100% de los alumnos, consideran bueno optar por la técnica de plastinación como método de conservación en ciencias Naturales y de la Salud. (Grafica 5)



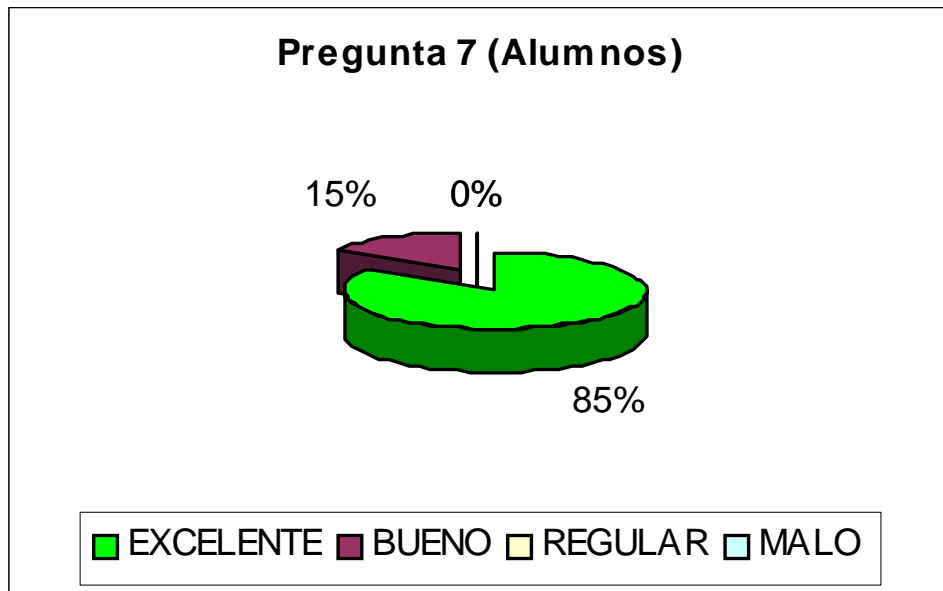
Grafica 5.- ¿En ciencias naturales y de la salud crees que es bueno optar por esta técnica de conservación (Plastinación)?

En la sexta pregunta el 100% de los alumnos encuestados dijeron que los especímenes plastinados si les servirían de apoyo para las clases de anatomía, morfofisiología, etc. (Grafica 6)



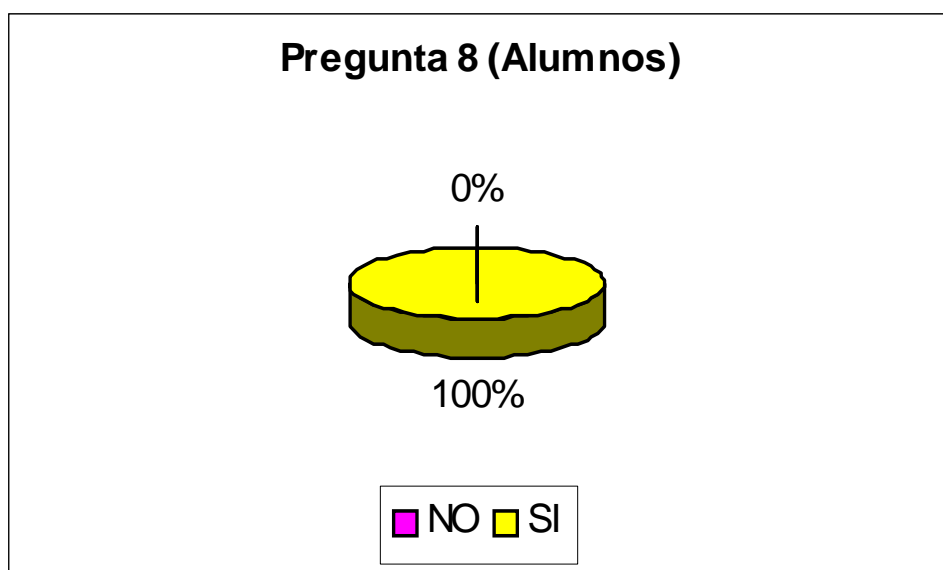
Grafica 6.- ¿Los especímenes platinados te servirían de apoyo para las clases de anatomía, morfofisiología, etc.?

En la séptima pregunta el 85% de los alumnos encuestados consideraron la ventaja a usar especímenes plastinados como excelente, mientras el 15% restante como bueno. (Grafica 7)



Grafica 7.- ¿Cómo visualizas la ventaja de usar especímenes plastinados?

En la octava pregunta se obtuvo que el 100% de los encuestados sí recomendarían a sus maestros la plastinación de especímenes para la enseñanza académica. (Grafica 8)

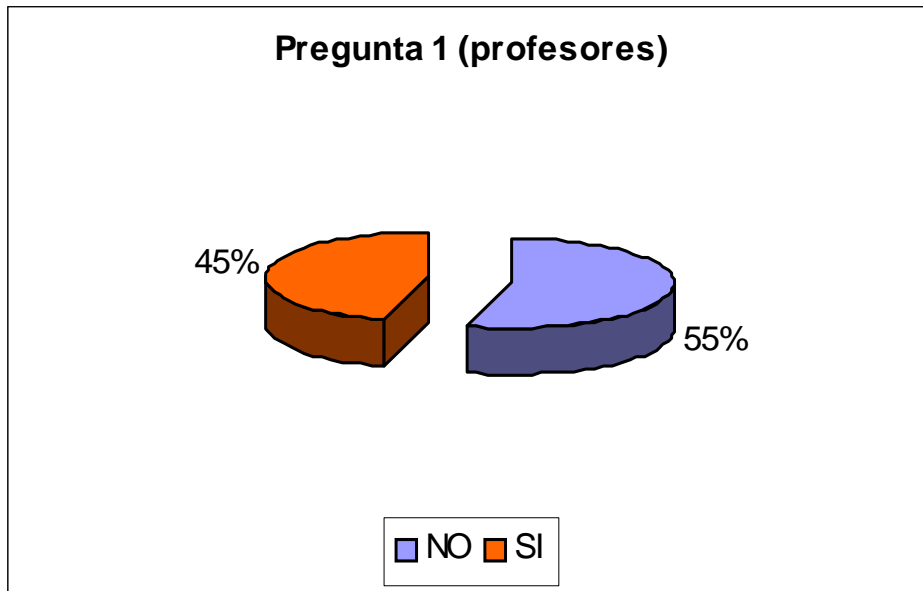


Grafica 8.- ¿Recomendarías a tus maestros la plastinación de especímenes para la enseñanza académica?

Por último se hizo un comentario general por parte de los alumnos en donde la plastinación les pareció excelente técnica para la enseñanza académica ya que según ellos es muy práctica y didáctica.

### 6.2.2.-PROFESORES.

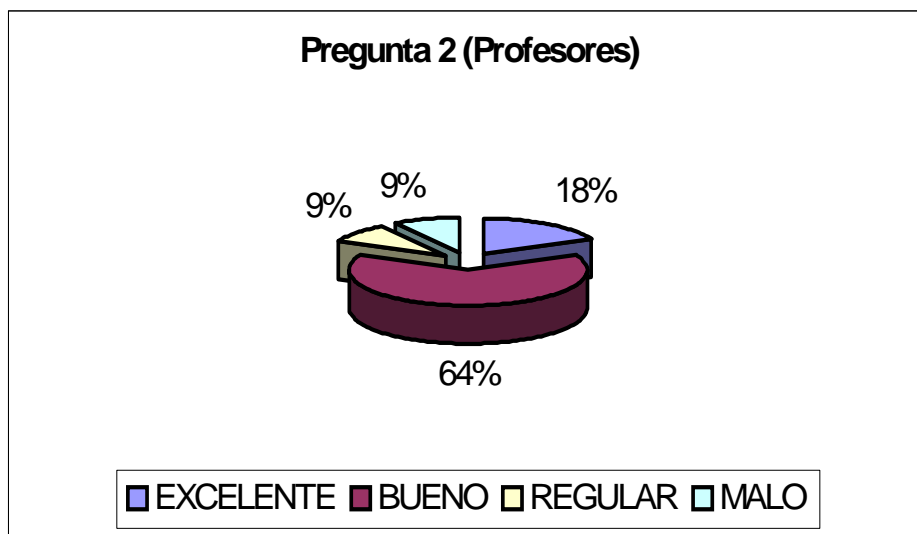
En la pregunta número uno el 55% de los profesores encuestados respondieron que durante su preparación profesional no habían hecho alguna práctica con especímenes plastinados, mientras el 45% si lo hicieron. (Grafica 9)



Grafica 9.- ¿En tu preparación profesional alguna vez has hecho una práctica con especímenes plastinados?

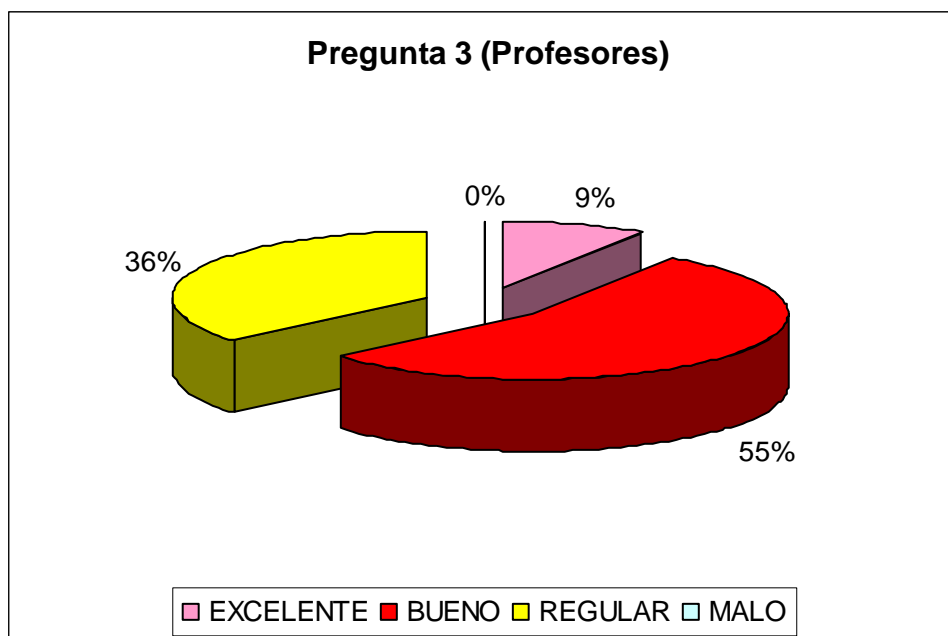
En la segunda pregunta el aspecto del espécimen plastinado al 64% de los encuestados les pareció bueno, 18% excelente, 9% regular y 9% malo. (Grafica 10)





Grafica 10.- ¿Qué te parece el aspecto del espécimen plastinado?

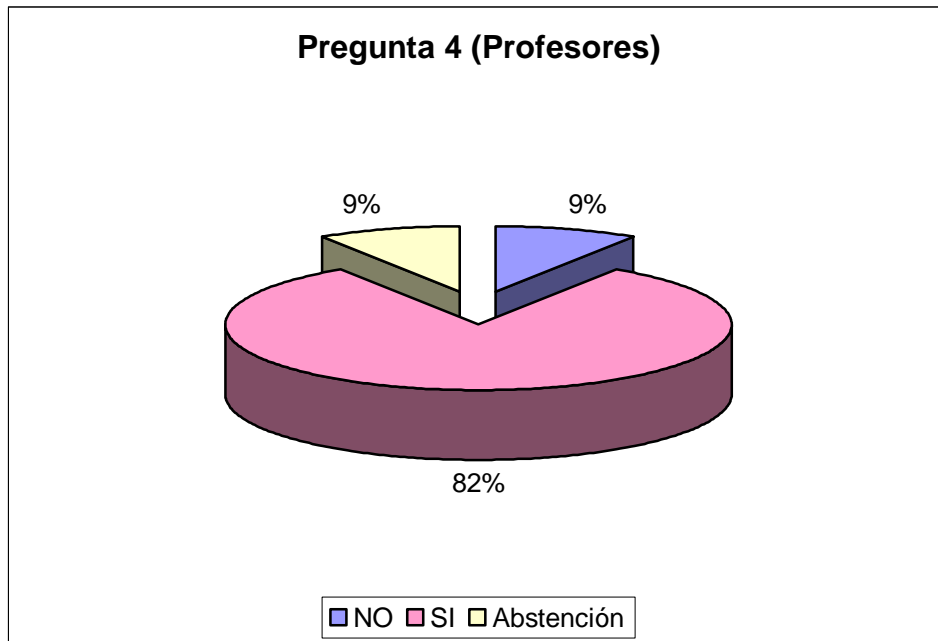
En la tercera pregunta el aspecto del espécimen preservado por vía tradicional al 55% de los encuestados les pareció bueno, al 36% regular y al 9% excelente. (Grafica 11)



Grafica 11.- ¿Qué te parece el aspecto del espécimen preservado por vía tradicional?

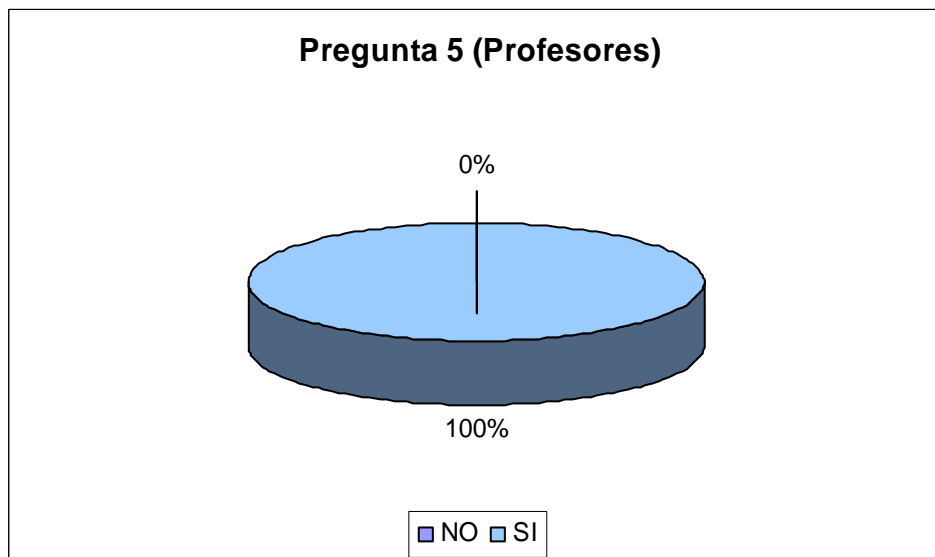
La cuarta pregunta determinó que 82% de los profesores encuestados, la manipulación de especímenes plastinados si les pareció más “libre” y

agradable que la de los preservados tradicionalmente, el 9% dijo que no y 9% se abstuvo a contestar. (Grafica 12)



Grafica 12.- ¿La manipulación de especímenes plastinados es más “libre” y agradable que la de los preservados tradicionalmente?

En la quinta pregunta se obtuvo que el 100% de los encuestados sí les parecía bueno utilizar la técnica de plastinación en ciencias naturales y de la salud. (Grafica13)



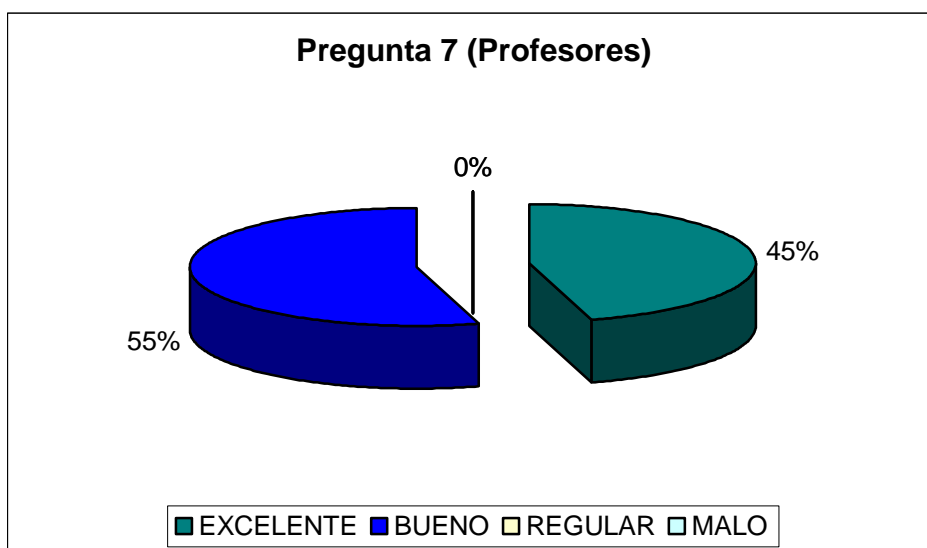
Grafica 13.- ¿En ciencias naturales y de la salud crees que es bueno optar por esta técnica de conservación (Plastinación)?

En sexta pregunta el 100% de los profesores encuestados dijeron que los especímenes plastinados sí servirían de apoyo para clases de anatomía, morfofisiología, etc. (Grafica14)



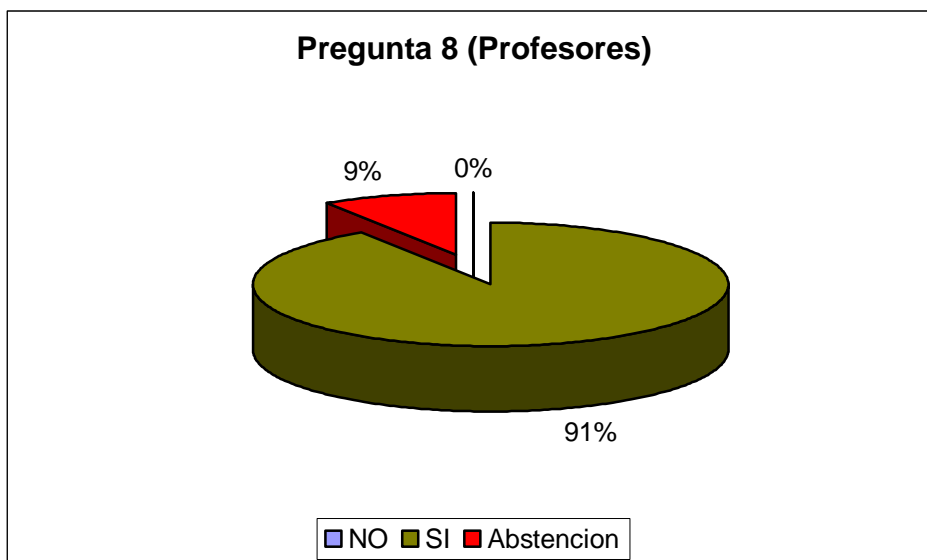
Grafica 14.-. ¿Los especímenes platinados te servirían de apoyo para las clases de anatomía, morfofisiología, etc.?

La séptima pregunta indicó que el 55% de encuestados visualizaba como buena, la ventaja de usar especímenes plastinados, mientras el 45% lo consideró como excelente. (Grafica15)



Grafica 15.- ¿Cómo visualizas la ventaja de usar especímenes plastinados?

En la octava pregunta al 91% de los profesores encuestados respondiendo que si recomendarían a los demás maestros la plastinación de especímenes para la enseñanza académica, mientras el 9% se abstuvo. (Grafica 16)



Grafica 16.- ¿Recomendarías a tus maestros la plastinación de especímenes para la enseñanza académica?

En el comentario general de profesores se aconsejaba hacer plastinación de ejemplares con cortes seriales para observar estructuras internas.

### 6.2.3.- COMPARACIÓN CUANTITATIVA ENTRE LAS RESPUESTAS DE ALUMNOS Y PROFESORES.

Pregunta 1.- ¿En tu preparación profesional alguna vez has hecho una práctica con especímenes plastinados?

	Profesores	Alumnos
No	55%	85%
Si	45%	15%

Al aplicar la prueba de  $X^2$  obtuvimos una  $X^2 = 21.429$  con  $P < 0.005$ . lo cual nos indica que las opiniones expresadas por los alumnos y profesores es diferente, y de los % nos permite afirmar que un mayor número de profesores conocían la técnica de plastinación.

Pregunta 2.- ¿Qué te parece el aspecto del espécimen plastinado?

	<b>Profesores</b>	<b>Alumnos</b>
<b>Excelente</b>	18%	58%
<b>Bueno</b>	64%	42%
<b>Regular</b>	9%	0%
<b>Malo</b>	9%	0%

Después de aplicar la prueba de  $X^2$  se obtuvo una  $X^2=40.294$  con  $P<0.005$ , la cual indica que las opiniones vertidas por los alumnos y profesores es diferente, lo que permite corroborar que los profesores consideran bueno el aspecto de la preparación, mientras que los alumnos lo consideran excelente.

Pregunta 3.- ¿Qué te parece el aspecto del espécimen preservado por vía tradicional?

	<b>Profesores</b>	<b>Alumnos</b>
<b>Excelente</b>	9%	15%
<b>Bueno</b>	55%	19%
<b>Regular</b>	36%	54%
<b>Malo</b>	0%	12%

Al calcular la prueba de  $X^2$  se obtuvo una  $X^2=34.614$  con  $P<0.005$ , lo cual indica que las opiniones expresadas por los alumnos y profesores difieren entre sí, lo que nos permite afirmar que un mayor número de profesores consideran que la preparación clásica es buena, mientras que la mayoría de los alumnos opinan que es regular.

Pregunta 4.- ¿La manipulación de especímenes plastinados es mas “libre” y agradable que la de los preservados tradicionalmente?

	<b>Profesores</b>	<b>Alumnos</b>
<b>Si</b>	82%	96%
<b>No</b>	9%	4%
<b>Sin respuesta</b>	9%	0%

Al obtener la prueba de  $X^2$  dio como resultado una  $X^2=12.024$  con  $P<0.01$  lo que nos indica que las opiniones por parte de los alumnos y profesores difieren

entre sí, esto nos permite expresar que pese a que la mayoría de los profesores y alumnos consideran que se debe utilizar la plastinación en la enseñanza, son más alumnos que profesores los que apoyan esta noción.

Pregunta 5.- ¿En ciencias naturales y de la salud crees que es bueno optar por esta técnica de conservación (Plastinación)?

	<b>Profesores</b>	<b>Alumnos</b>
<b>Si</b>	100%	100%
<b>No</b>	0%	0%

Después de aplicar la prueba de  $X^2$  se obtuvo una  $X^2=0$  con  $P>0.1$  lo cual indica que las opiniones entre profesores y alumnos no difiere entre sí. Esto implica que todos consideran que la plastinación debe ser la técnica por la cual se tendrá que optar para la conservación de especímenes.

Pregunta 6.- ¿Los especímenes platinados te servirían de apoyo para las clases de anatomía, morfofisiología, etc.?

	<b>Profesores</b>	<b>Alumnos</b>
<b>Si</b>	100%	100%
<b>No</b>	0%	0%

Al calcular la prueba de  $X^2$  resulto una  $X^2=0$  con  $P>0.1$ , esto indica que las respuestas entre los profesores y los alumnos no difiere entre sí. Esto permite afirmar que todos consideran que los especímenes platinados servirán de apoyo en la docencia en las áreas de Anatomía y Morfofisiología.

Pregunta 7.- ¿Cómo visualizas la ventaja de usar especímenes plastinados?

	<b>Profesores</b>	<b>Alumnos</b>
<b>Excelente</b>	45%	85%
<b>Buena</b>	55%	15%

Al obtener la prueba de  $X^2$  dio como resultado una  $X^2=35.165$  con  $P<0.005$  lo cual nos indica que las respuestas de los profesores y alumnos difieren entre

sí. Por lo que se puede afirmar que los alumnos consideran una excelente opción el uso de los especímenes plastinados, mientras que los profesores solamente la consideran buena.

Pregunta 8.- ¿Recomendarías a tus maestros la plastinación de especímenes para la enseñanza académica?

	<b>Profesores</b>	<b>Alumnos</b>
<b>Si</b>	91%	100%
<b>Sin respuesta</b>	9%	0%

Al aplicar la prueba de  $X^2$  se obtuvo una  $X^2=9.424$  con  $P<0.005$  esto nos muestra que las respuestas proporcionadas por los alumnos y maestros difieren entre sí. Con esto se afirma, que pese a que ambos recomendarían los especímenes plastinados para la enseñanza académica, la proporción de alumnos que la recomendarían es mayor que la de profesores.

## 7.- ANALISIS Y DISCUSION.

- Los corazones plastinados y los preservados en formol al 4%, después de aplicarles sus respectivas técnicas pierden el color original, tomando otra tonalidad, debido a la reacción a la que los pigmentos de los cromatóforos son expuestos y por consiguiente son diluidos.
- La forma (ancho corto y romo) en los corazones plastinados y los preservados en formol al 4%, se mantuvo aunque se observó una pequeña reducción dimensional en los órganos, esto posiblemente debido al efecto de deshidratación.
- Las estructuras fundamentales del corazón plastinado y del preservado en formol al 4% (atrios, ventrículos, venas, aorta, arterias) se mantuvieron como se observó cuando se compararon contra el esquema del mismo órgano, pero al haber obtenido los órganos incompletos, por ende hubo estructuras que no se presentaron como algunas ramas de las arterias y venas las cuales son: la arteria subclavia izquierda, tronco braquiocefálico, ligamento arterioso, tronco pulmonar entre otras, ya que los órganos se obtuvieron en rastros y por lo tanto estas estructuras fueron extraídas por las personas encargadas en destazar al organismo.
- En el cuestionario de opinión, la mayoría de los profesores ya conocía la técnica de plastinación, mientras que los alumnos la desconocían. Esto posiblemente es debido a que todavía la difusión como apoyo didáctico de esta técnica es baja.
- Los profesores opinaron que el aspecto del espécimen plastinado es bueno y los alumnos la consideraron como excelente, refiriendo que era algo novedoso para ellos.
- El aspecto de los especímenes preservados en formol al 4%, a los profesores les pareció buena mientras que los alumnos lo consideraron regular, ya que al manipularlos se desprenden olores y la consistencia les resultaba desagradable.
- A un mayor número de alumnos que de profesores la manipulación de especímenes plastinados si les pareció más “libre” y agradable comparada contra los preservados en formol al 4%.



- Los profesores y alumnos opinaron que están en total acuerdo que en Ciencias Naturales y de la Salud se opte por la técnica de plastinación como método de conservación, ya que el material es durable y no requiere de mantenimiento continuo.
- Profesores y alumnos coinciden que los especímenes plastinados les sirven de apoyo para las clases de Anatomía y Morfofisiología, por que estos especímenes permiten ser manipulados más fácilmente en aulas y/o laboratorios.
- Los alumnos encuestados opinaron como excelente opción el uso de especímenes plastinados, mientras que los profesores lo consideran solo como buena, esta diferencia respecto a sus respuestas se debe a que estos especímenes no presentaron cortes para mostrar estructuras internas.
- Pese a que ambos grupos recomendarían los especímenes plastinados para la enseñanza académica, la proporción de alumnos que la recomienda es mayor que la de profesores, ya que ellos creen (al haberlo expresado en el cuestionario) que al usar especímenes plastinados, los alumnos ya no tendrán práctica sobre la disección.

---

## 8.- CONCLUSIÓN.

- Se aplicó la técnica de plastinación modificada a corazón de cerdo utilizando la resina poliéster mc-40 de Poliformas plásticas S.A. de C.V.
- Los profesores y alumnos aceptaron con entusiasmo el trabajar con organismos plastinados en sus clases, debido a que les resultó una técnica muy eficiente tanto para la preservación de especímenes como para la enseñanza académica dándoles un uso en aulas y/o laboratorios, no descartando por completo la preservación en formol al 4% como complemento para las técnicas de preservación tradicional.
- Aunque en los corazones plastinados y los corazones preservados en formol al 4%, se pierde el color original, a los plastinados se les dio preferencia.
- Los corazones plastinados y los preservados en formol al 4%, mantuvieron su forma y sus estructuras iniciales, aunque redujo visiblemente un poco en dimensión.
- La aplicación y demostración de especímenes plastinados no tiene como objetivo que el biólogo o el médico al usar este tipo de preservación se tenga que desligar por completo de la práctica de la disección si no que, se da la alternativa de irlos introduciendo en su formación como futuro profesionales.
- La técnica de plastinación modificada en comparación a la preservación en formol al 4%, es más eficaz ya que tiene un tiempo muy prolongado de duración sin temor de perder estructuras por efecto del tiempo y/o de manipulación.

---

## 9.- LITERATURA CITADA.

- Ashley L.M., and Chiasson R.B.(1988) "Laboratory anatomy of the shark" 5<sup>th</sup> edition ., Dubuque: U.C. Brown.
- Aufdemorte T.B., and Bickley, H.C. (1985) "An epoxy resin and silicone impregnation technique, for the preservation of oral pathology teaching specimens" oral. Surg. Med. Oral. Pathol., Vol. 59:74-76.
- Bickley HC, Von Hagens G, and Townsend FM. (1981) "An improved method for the preservation of teaching specimens." Arch Pathol Lab Med; 105:674 – 676.
- Bickley, H.C., and Walker, A.N. (1987) "Preservation of pathology specimens by silicon plastination" Ann innovative adjunct pathology education. Am. J. Clin. Pathol. Vol. 88:220-223
- Boulianne S, Giguere C, Grondin G, and Olry R. (1996) "Plastination cerebrale" (S 10, P40) et enseignement de la neuro-anatomie. 64<sup>e</sup> Congr Acfas, Montreal, Quebec, Canada, 1996. Abstrac in Programme general du 64e Congres de l'ACFAS 1996:111.
- Bradbury, S.A., and Hoshi, K. (1978) "An improved embalming procedure for long lasting preservation of the cadaver anatomy study" Acta. Anat. 101;97-103.
- Brlgman, Ch.F., and Humelbaugh F.A. (1963) "Plastic embedded teaching specimens" Med.Biol. illus, 13:177-185.
- Chia, S., Ong, C, Foo, S. and Lee, H. (1992) "Medical student's exposure to formaldehyde in a gross anatomy dissection laboratory." Journal of America College Health, 41, 115 – 119.

- Cooper, M.H., Kveton, J.F. and Watson, B.J. (1987) "Preservation of the dissected an surgical anatomic detail in the temporal bone human" Am. J. Otol. 8(1);18 – 22.
- Cooperias E. (1990) "Leccion de Anatomia". Cadaveres transparentes. Muy interesante. Año VII (6). Pp 37-43.
- Correa A.F. (2002) "Técnicas de conservación de piezas anatómicas" Apuntes de la cátedra de anatomía de la Unidad de Medicina Veterinaria. Universidad de Grana. Santiago de Cuba.
- Cote ME, Veilleux F, Christin MJ, Fortín MJ, and Olry R. (1995) "Plastination : a new approach to the teaching of topographical anatomy."Chiropractic Centennial Foundation, Washington, DC, USA.
- Douglass C., and Glover R. (2003) "Plastination: preservation technology enhances biology teaching" The American Biologi Teacher Washington, Vol.65, Iss.7; pg. 503.
- Foolich, K.W., Andersen, L.M. Knutsen, A. and P.R. Flood (1984) "Phenoxyethanol as a non-toxic substitute for formaldehyde in long-term preservation of human anatomical specimens for dissection and demostration purposes" Ana. Rec. 208:271-278.
- Fox, C. H. and Beton, C. (1987) "Formaldehyde: the fixative." The Journal of Histotechnology, 10(3), 199 – 201.
- García, N.G. (1960) "Taxidermia General" Imp. El ideal gallego, La Coruña España. 213p.
- Gaviño, G., Juarez C., y Figueroa H. (1975) "Tecnicas biologicas selectas de laboratorio y de campo" Editorial Limusa. Mexico, Primera edición.

- Gersenowies, R. J., y M. González I. (1993) "Plastinacion de corazon de cerdo con resinas poliéster de fabricación nacional" Laboratorio de Anatomia Animal Comparada. Coloquio de Investigación. Universidad Nacional Autonoma de Mexico Campus Iztacala del 1 al 13 de Diciembre de 1993.
- Gersenowies, R. J., y M. González I. (1990) "Apuntes del curso de anatomía animal comparada" Carrera de biología de la ENEP-Iztacala UNAM.
- Grondin G, Grondin GG, and Talbot BG. "a study of criteria permitting the use of plastinated specimens for light electron microscopy." Biotech Histochem 1994; 69(4):219 – 234.
- Grossman, J.D. y Sisson S. (1982) "Anatomía de los animales domésticos" Quinta edición, Tomo II, Capitulo 44, Salvat editores, S.A. Barcelona pp1440 – 1450.
- Guillén, J. (1992) "La plastinación, novedosa técnica de conservación de especimenes." Gaceta UNAM N°2626 pp 24 – 25.
- Hernández Martínez, O. (2006) "Evaluación de la técnica de plastinación aplicada a la preservación de reptiles" Tesis de licenciatura (Biología), FES iztacala, UNAM, México.
- Hildebrand, M. (1969) "Anatomical preparations" Berkeley, University of California, Press, U.S.A 693pp.
- Humanson, I.G. (1970) "Animal tissue Techniques" 4a Ed. W.H. Freeman and Co. New York. 661p.

- Kaplan, W. (1948) "Formaldehyde as a mutagen in drosophila" Science 108:3.
- Kirwan Alcántara, A.M. (2004) "Implementación de una técnica combinada Plastinación-Transparentación para el estudio de esqueleto de mamíferos." Tesis de licenciatura (Biología), FES Iztacala, UNAM, México.
- Legault, J.M. (1979) "Color preservación of gross museum specimens for teaching an medical illustration " Arch. Pathol. Lab. Med. 103:300-301.
- Lemire M. (1993) "La presentación del cuerpo humano, modelos anatómicos de cerca" Revista Ciencias. Octubre No. 32:59-69.
- Macias Ortega, J.F. (1998) "Comparación de dos resinas sintéticas en la plastinación de elasmobranquios pleurotremados." Tesis de licenciatura (Biología), FES Iztacala, UNAM, México.
- Muller A, Gurh A, Leucht W and Von Hagens G. (1989a) "Multicentricity of breast cancer. Results of a study using sheet plastination of mastectomy specimens." J Int Soc Plastination; 3(1):8 – 14.
- Muller A, Tschahargane, C. Anton, H. W. and Von Fournier, D. (1989b) "Multicentric primaries and residual tumor masses following wide excisión in breast cancer: a basis for irradiation." Eur-J-Gynaecol-Oncol, 10(5): 310 – 318.
- Nishioka, H. (1973) "Lethal and mutagenic action of formaldehyde in hor and hor strain in E. coli" Mutat. Res. 17:261-269.
- Obe, G. (1979) "Mutagenic activity of formaldehyde" Drug. Alcohol. Depend. 4:91-94

- Olry R, and Motomiya K. (1997) "Report on the 1996 Osaka plastination exhibition." *J Int Soc Plastination*; 12(2): 4 – 7.
- Olry R, and Grondin G. (1995) "Plastination in chiropractic teaching: critical analysis and place of plastinated specimens in anatomical pedagogics." 7<sup>th</sup> Int Conf Plast, Graz, Austria, 1994. Abstract in *J Int Soc Plastination*; 9(1):21.
- Ortiz Barrera, K.G. (2006) "Evaluación de la técnica de plastinación aplicada a la conservación de peces óseos" Tesis de licenciatura (Biología), FES iztacala, UNAM, México.
- O'Sullivan E, and Mitchell BS. (1995) "Plastination for gross anatomy teaching using low cost equipment." *Surg Radiol Anat*; 17:277 – 281.
- Perkins, J. and Kimrough, J. (1985) "Formaldehyde exposure in a gross anatomy laboratory." *Journal of Occupational Medicine*, 27(11), 813 – 815.
- Pond KR, Holladay SD, and Luginbuhl JM. (1992) "Technical note: preservation of tissues and gastrointestinal tract portions by plastic coating or plastination." *J Anim Sci*; 70:1011 – 1014.
- Ragan, D.L., and Boreiko C.J. (1981) "Initiation of c3h/10tt/2.cell transformation by formaldehyde." *Cancer lett*, 13:325-331.
- Ross, W.E. (1980) "Relation between DNA damage and survival in formaldehyde-treated mouse" *Cell. Mutat. Res.* 79:277-283.
- Slizynska, H. (1957) "Cytological analysis of formaldehyde-induced chromosomal changes in drosophila melanogaster" *Proc. R. Soc.* 66:288-394.

- Tiedemann K, and Von Hagens G. (1982) "The technique of heart plastination." *Anat Rec*; 204:295 – 299.
- Von Hagens G. (1979a) "Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers." *Anat Rec*; 194(2):247 – 255.
- Von Hagens G. (1979b) "Emulsifying resins for plastination preparation" *Anat. Embryol. Bel.* 25:43-50.
- Von Hagens G, Tiedemann K, and Kriz W. (1987) "The current potential of plastination." *Anat Embryol*; 175(4):411 – 421.
- Weber W, and Henry RW. (1993a) "Sheet plastination of body slices – E12 technique, filling method." *J Int Soc Plastination*; 7(1):16 – 22.
- Weiglein A, and Henry RW. (1993b) "Curing (hardening, polymerization) of the polymer biodurs S 10." *J Int Soc Plastination*; 7(1):32 – 35.



~~~~~

## 10.- ANEXO

### ANEXO 1.- CUESTIONARIO

MARCA TU RESPUESTA

1.- ¿En tu preparación profesional alguna vez has hecho una práctica con especímenes plastinados?

SI      NO

2.- ¿Qué te parece el aspecto del espécimen plastinado?

Excelente    Bueno    Regular    Malo

3.- ¿Qué te parece el aspecto del espécimen preservado por vía tradicional?

Excelente    Bueno    Regular    Malo

4.- ¿La manipulación de especímenes plastinados es mas “libre” y agradable que la de los preservados tradicionalmente?

SI      NO

5.- ¿En ciencias naturales y de la salud crees que es bueno optar por esta técnica de conservación (Plastinación)?

SI      NO

6.- ¿Los especímenes platinados te servirían de apoyo para las clases de anatomía, morfofisiología, etc.?

SI      NO

7.- ¿Cómo visualizas la ventaja de usar especímenes plastinados?

Excelente    Bueno    Regular    Malo

8.- ¿Recomendarías a tus maestros la plastinación de especímenes para la enseñanza académica?

SI      NO