



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Restauración de piezas
anatómicas humanas,
Universidad Nacional de
Colombia. 2013**

Julio César Franco Castillo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento Morfología Humana
Bogotá, Colombia
Año 2014

**Restauración de piezas
anatómicas humanas,
Universidad Nacional de
Colombia. 2013**

Julio César Franco Castillo

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al
título de:

Magister en Morfología Humana

Director (a):

Profesor titular dr. Luis Enrique Caro Henao

Línea de Investigación:

Obras artísticas

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento Morfología Humana
Bogotá, Colombia
Año 2014

Nota de aceptación

Director

Jurado

Jurado

Bogotá, 17 de junio de 2014.

A mis maestros y compañeros de trabajo de la
Universidad de Panamá:

Dr. Oscar Armando Castillo
Dr. Enero Avilés Escalante
Dra. María Teresa Donderis
Dr. Franklin Allen Dallow
Dra. Évila Obdulia Montañez Ortega
Dra. Astromelia Graciela García Guerrero
Dr. Alejandro Alfonso Cerrud Ruiz

A los señores asistentes del laboratorio de
Anatomía:

Epifanio Flores
Saba Flores
César Augusto Solís
Edis Flores
Del Carmen Fernández
Vicente Rivera Domínguez
Higinio Espinoza

A las secretarias:

Rosa Edith González
Katiana Mitre
Yira Cádiz

Agradecimientos

Colaboradores directos (disección y asistencia):

Santiago Moreno García	estudiante de medicina
Alberto Isaac Suárez Hernández	estudiante de medicina
Estefanía Murillo Zambrano	estudiante de medicina
Nilsa Marcela Barbosa Pérez	estudiante de medicina
Zayra Daniela Parrado Sánchez	estudiante de medicina
Harley Hernández Navarro	estudiante de medicina
Mateo Sandoval Chavarro	estudiante de medicina
Erwin Felipe Hernández Durán	estudiante de medicina
Luis Sebastián López Bernal	estudiante de medicina
Katerine Pulido	estudiante de medicina

A la Universidad Nacional de Colombia por su calurosa, venturosa y beneficiosa estadía.

A todos los profesores y trabajadores del Departamento de Morfología Humana, con especial afecto a:

Dr. Jaime Alfonso Beltrán,
Dr. Luis Enrique Caro Henao,
Dra. Amalia Varcancel García,
Dr. Dimas Denis Contreras Villa,
Srta. Ingrid Magnoli Calderón Bonilla,
Sra. Liliana De La Villa González,
Sr. Otoniel Vargas Rodríguez
Sra. Martha Cecilia Rodríguez
Sr. Edwin A. Reyes

A mis compañeros maestrantes:

Liany Amalia Ortega Orozco
Jhonatan Coronado Casallas.

Hasta Santiago de Chile, al dr. Ismael Andrés Concha y familia, profesor del curso de Técnicas de conservación y plastinación.

Resumen

La restauración de material biológico deteriorado por el tiempo, manipulación y métodos tradicionales de conservación, se presenta como una alternativa para hacer frente a la escasez creciente de cadáveres destinados para disección, parte del proceso enseñanza - aprendizaje de la anatomía humana. Se seleccionaron del anfiteatro de la facultad de medicina diversas piezas anatómicas maltratadas a las que les fue aplicado los procesos de restauración. La mejora de estos especímenes fue muy notoria y positiva, al lograr exponer sus detalles anatómicos; reconociéndose así que el proceso cuenta con cinco pasos a saber: lavado, desengrasado, disección - mejora, blanqueado y conservación - arte final. Existen protocolos ampliamente utilizados en Latinoamérica, los cuales sirvieron de base en el desarrollo de este proyecto, pero carecen de sustento literario publicado.

Palabras clave: restauración, pieza anatómica, conservación, repleción, adhesión, blanqueado, desengrasado, disección.

Abstract

Deterioration of biological material through time, manipulation and traditional approaches of preservation and handling, are presented as an alternative to address the growing shortage of cadavers presented for dissection, which are part of the teaching-learning process of human anatomy. Various deteriorated anatomical pieces were selected from the amphitheater for the restoration process. Improvements on these specimens were very noticeable and positive, achieving exposure of their anatomical details; recognizing that the process has five steps: washing, degreasing, "dissection - improvement, bleaching and preservation and final art. There are protocols widely used in Latin America, which formed the basis for the development of this project, however, these protocols are presented with lack of published literary sustenance.

Keywords: restoration, anatomical pieces, conservation, repletion, adhesion, bleaching, degreasing, dissection.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas.....	XV
Introducción	1
1. Capítulo – Marco de Referencia	5
1.1 Conservación de cuerpos. Reseña histórica.....	5
1.2 Conservación de cuerpos. Actualidad en las universidades estatales de Colombia y Panamá.....	7
1.3 Restauración. Ventajas y metodología sugerida.....	8
1.4 Descripción del protocolo de restauración*.....	9
1.5 La Solución fijadora conservadora chilena (SFCch).....	10
1.6 Experiencia en Colombia.....	12
2. Capítulo - Metodología	13
3. Capítulo – Resultados	15
3.1 Lavado.....	22
3.2 Desengrasado.....	26
3.3 Disección y mejoramiento.....	29
3.4 Blanqueado.....	32
3.5 Conservación y arte final.....	35
3.5.1 Suturas.....	35
3.5.2 Pigmentación.....	37
3.5.3 Adhesión	38
3.5.4 Repleción.....	39
a) Repleción con silicona fría.....	39
b) Repleción con poliuretano.....	41
3.6 Efectividad de la Solución fijadora conservadora chilena.....	43
4. Capítulo - Conclusiones y recomendaciones.....	45
4.1 Conclusiones.....	45
4.2 Recomendaciones.....	47
A. Anexo: Solución Fijadora Conservadora Chilena.....	49
B. Anexo: Descripción de las sustancias químicas.....	53

C. Anexo: Resumen de eventos.....	55
Bibliografía.....	65

Lista de figuras

	Pág.
Figura 3-1: Hemi-cabeza 1 o izquierda ("Cabeza restaurada").	16
Figura 3-2: Pieza riñón.	16
Figura 3-3: Pieza Laringe.	17
Figura 3-4: Pieza Cardiopulmonar 4 ("Corazón extraído").	17
Figura 3-5: Pieza Cardiopulmonar 2 ("Corazón roto").	18
Figura 3-6: Pieza Plastrón 2 ("Intestinos").	18
Figura 3-7: Pieza Cardiopulmonar 3 ("Corazón entero").	19
Figura 3-8: Pieza Plastrón 1 ("intestinos rotos").	19
Figura 3-9: Hemi-cabeza 2 o derecha ("Cabeza no trabajada").	20
Figura 3-10: (ay b). Lavado (inmersión en agua) de las piezas seleccionadas.	24
Figura 3-11: (ay b). Lavado (inmersión en agua) cambio de color.	24
Figura 3-12: (ay b). Lavado (inmersión en agua).	25
Figura 3-13: Finalización del lavado (día 11).	25
Figura 3-14: (a y b). Desengrasado. Cambio en el aspecto y color.	27
Figura 3-15: (a, b y c). Desengrasado. Empleo del tensoactivo aniónico	27
Figura 3-16: Fijación - conservación con SFCch.	28
Figura 3-17: (a, b y c). Disección y mejoramiento de piezas.	30
Figura 3-18: (a, b y c). Disección y mejoramiento de piezas.	30
Figura 3-19: (a y b). Disección y mejoramiento de piezas. Pieza "laringe":	31
Figura 3-20: (a, b y c). Disección y mejoramiento de piezas. Reparaciones	31
Figura 3-21: (a, b y c). Blanqueado. Aclaramiento de "corazón roto"	33
Figura 3-22: (a, b y c). Blanqueado. Aclaramiento de la pieza "laringe"	33
Figura 3-23: (a y b). Técnica de reparación: sutura.	36
Figura 3-24: Vía aérea y esófago repletos con silicona fría.	36
Figura 3-25: (a y b). Tinción.	37
Figura 3-26: (a, b y c). Pruebas de tinción.	37
Figura 3-27: (a, b y c). Adhesión instantánea.	38

Figura 3-28:	(a y b). Repleción con silicona fría.....	39
Figura 3-29:	(a y b). Pistola para repleción con silicona fría.....	40
Figura 3-30:	Repleción con poliuretano.....	41
Figura 3-31:	(a y b). Repleción con poliuretano de las vías aéreas de la pieza corazón extraído.	42
Figura 3-32:	(a y b). Repleción con poliuretano en Plastrón 2 (pieza "Intestinos").....	42
Figura 3-33:	Prueba de repleción con poliuretano en plastrón 1 ("intestino roto").....	43
Figura 3-34:	Corazones frescos de cerdo.	43

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Ingredientes de la Solución fijadora conservadora.....	11
Tabla 3-1: Piezas anatómicas seleccionadas.....	15
Tabla 3-2: Primera etapa de la restauración: Lavado. Descripción de eventos durante el lavado. Tiempo total: 11 días.....	23
Tabla 4-1: Lengua 1 ("Laringe")	55
Tabla 4-2: Pulmón 1 (Sólo pulmones).....	56
Tabla 4-3: Cardiopulmonar 2 ("Corazón roto").....	57
Tabla 4-4: Cardiopulmonar 3 ("Corazón entero").....	58
Tabla 4-5: Cardiopulmonar 4 ("Corazón extraído").....	59
Tabla 4-6: Hemi-cabeza 1 o izquierda ("Cabeza restaurada").....	60
Tabla 4-7: Hemi-cabeza 2 o derecha ("Cabeza no trabajada").....	61
Tabla 4-8: Riñón.....	61
Tabla 4-9: Plastrón 1 ("Intestinos rotos").....	62
Tabla 4-10: Plastrón 2 ("Intestinos").....	63

Introducción

El aprendizaje de los alumnos es el objetivo más importante que tienen los profesores, y deben ser también el de las instituciones educativas de los diferentes niveles. Para lograrlo, se cuenta con el apoyo de la didáctica, también llamada "la ciencia de la enseñanza" (1).

Hoy, en la transmisión de conocimientos, el profesor ha dejado de ser el dueño y el que controla el conocimiento, para convertirse en un facilitador del aprendizaje de los conceptos científicos (1).

En Morfología Humana es casi imprescindible que las instalaciones cuenten con los medios y material didáctico mínimos necesarios, en nuestro caso, cuerpos humanos y/o piezas anatómicas conservados adecuadamente, para que se pueda cumplir integralmente este proceso de enseñanza.

En la Facultad de Medicina, de la Universidad Nacional de Colombia, al momento de realizar este trabajo, se pudo observar que cuenta con material anatómico en su anfiteatro; pero está conservado mediante métodos tradicionales que le ocasionan aspecto deteriorado al transcurrir el tiempo y la manipulación constante, escenario que contribuye a complicar un poco el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Frente a esta fenómeno no desconocido, probablemente en todos los rincones de América Latina, este proyecto nació por cuatro inquietudes del autor: a) conocer, aplicar y aprender la técnica de restauración de piezas anatómicas que fue demostrada durante el Curso de Técnicas Morfológicas Avanzadas, llevado a cabo durante el VIII Congreso Colombiano de Morfología, celebrado en la Universidad de Boyacá, Tunja 2012; b) mejorar parte del material docente del Departamento de Morfología Humana de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia; c) contribuir a una mejor comprensión, por parte de los estudiantes, acerca de la anatomía humana impartida en las aulas de la facultad mediante material docente en mejores condiciones; y d) adquirir competencias en restauración de piezas anatómicas para poder implementarlo también en mi trabajo docente en la Universidad de Panamá donde me desempeño como profesor.

Justificación

Se consideró importante el entrenamiento en este tipo de técnicas por la siguiente razón: el número de cadáveres cada vez más reducido en los anfiteatros, tanto de la Universidad Nacional de Colombia como de la Universidad de Panamá, reduce las oportunidades para llevar a cabo las actividades de disección asistida con los estudiantes, fenómeno sentido en muchas universidades de Latinoamérica. Esto obliga a conseguir un número adecuado de piezas anatómicas, a partir de las ya existentes con el fin de dar continuidad al proceso enseñanza aprendizaje en ambas universidades públicas.

Teniendo en cuenta lo anterior, la intención es proponer estrategias de restauración y preservación de piezas anatómicas, para que sean utilizadas como material docente durante las prácticas en los anfiteatros de ambas universidades; esto sería un aporte muy importante.

Propósitos:

Con la implementación de esta técnica, utilizando las piezas anatómicas existentes en el anfiteatro de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, se obtendrán varios beneficios:

1. Elaboración de un texto-guía de la técnica de restauración de plastrones, piezas y cortes anatómicos, que serviría de base para la enseñanza de esta técnica a los docentes y maestrantes de morfología humana, mediante la utilización de los resultados finales de este trabajo de grado.
2. Restauración de algunas piezas anatómicas deterioradas por el tiempo, manipulación y las técnicas de preservación utilizadas actualmente.
3. Apoyo en el proceso científico de extensión, lo cual redundaría en la promoción nacional e internacional de la Universidad Nacional de Colombia, a través del Departamento de Morfología Humana de la Facultad de Medicina.
4. Aplicar y enseñar esta técnica en la Facultad de Medicina de la Universidad de Panamá, para hacer frente, de manera adecuada y oportuna, a la dificultad de obtener cuerpos humanos para las prácticas docentes, y así evitar que estas prácticas se vean obstaculizadas en lograr su objetivo de afianzar el aprendizaje en el Laboratorio de Anatomía y Embriología Humana de esta facultad.

I. OBJETIVOS.

1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar y dotar de material docente al departamento de Morfología Humana mediante la restauración y conservación de piezas anatómicas, plastrones y cortes anatómicos seleccionados del anfiteatro de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

2. OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Revisar la bibliografía disponible a cerca de la técnica de restauración de piezas anatómicas y aplicarla en piezas anatómicas deterioradas seleccionadas del anfiteatro de anatomía humana de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.
- 2) Dotar al Departamento de Morfología Humana de algunos plastrones y cortes anatómicos restaurados para contribuir en el proceso enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes de pregrado y posgrado.
- 3) Aportar una descripción del proceso de restauración mediante los resultados finales de este trabajo de grado.
- 4) Apoyar los procesos de capacitación, extensión (nacional e internacional) y cooperación, que viene desarrollando la Universidad Nacional de Colombia, mediante el fortalecimiento del programa de maestría en el Departamento de Morfología Humana en la Facultad de Medicina.

1. Capítulo – Marco de Referencia.

1.1 Conservación de cuerpos. Reseña histórica.

En la formación de los profesionales de la salud, desde tiempos remotos, se ha buscado garantizar que los estudiantes hayan adquirido las habilidades, destrezas y competencias mínimas necesarias para atender con eficiencia y eficacia las necesidades de la población (2), en cuanto a salud se refiere, con el mínimo riesgo posible ("*primum non nocere*" – Hipócrates).



El hombre ha estudiado y tratado de encontrar las razones y funcionamiento de la vida, y las causas probables que provocan su desequilibrio funcional. De allí se desprende la necesidad de estudiar el cuerpo humano desde el propio ser humano, y para ello, requiere cuerpos para su estudio y transmisión concreta de conocimientos a sus sucesores. Esta necesidad poco a poco insta a perfeccionar las técnicas de preservación de los cuerpos conocidas y utilizadas desde el pasado (egipcios e incas por ejemplo) hasta nuestros días, en medio de diferentes normas, con respecto a la utilización de cuerpos humanos, que han surgido con el paso del

tiempo ya sea por connotaciones religiosas, morales, místicas, científicas y/o legales.

Como evidencia histórica de estos acontecimientos, por citar algunos ejemplos, el hombre dejó registros de las primeras descripciones anatómicas entre los años 3000 a 2500 a.C. tanto en Egipto como en Perú mediante la momificación de sus gobernantes (3) por motivos religiosos y místicos. En nuestra era, estudiosos como Galeno, en el siglo II, empezó a hacer disecciones en animales en Grecia, pues no era permitido realizar estudios de anatomía sobre cuerpos humanos (4) (5), esto principalmente por connotaciones religiosas y morales de la época, además de no practicarse algún tipo preservación de cuerpos humanos. Por encima de esto, no se dejó de enseñar la práctica médica.

Esta transmisión de conocimientos comenzó a mejorar y perfeccionarse gracias a otros maestros antecesores nuestros que, en sus realidades sociales, se atrevieron a enfrentar y transgredir las reglas y normas establecidas para el respeto y moral en cuanto a la muerte y el cuerpo humano inerte, tal como lo hizo Vesalio irrumpiendo en un mundo sumido en la superstición y la ignorancia registrando así los primeros apuntes de anatomía humana (6) estudiados sobre cuerpos humanos, primero a escondidas, luego a la luz pública, pero se enfrentaba a otro problema, sólo podía trabajar sobre estos cuerpos el tiempo que el proceso normal de descomposición se lo permitiera. Sucesos como estos, han impulsado al hombre a preocuparse por la transmisión correcta y concreta de estos conocimientos, así como en la preservación de los cuerpos obtenidos buscando alternativas a los procesos de momificación para prolongar su tiempo de utilidad.

Con esta visión, para 1868, el alemán August Wilhelm von Hofmann (1818-1892) sintetiza por primera vez el formol (7); químico que permitió fijar y conservar piezas cadavéricas por más tiempo, que luego se perfeccionó al mezclarlo con sales y alcoholes (3). Esta sustancia ha sido utilizada con gran éxito y divulgación en todos rincones del mundo hasta la actualidad.

Desde entonces, muchos científicos han contribuido en crear soluciones formolizadas para mejorar la preservación de las piezas anatómicas, tal cual se describe en detalle en el libro "Medical Museum Tecnología - escrito en 1959" (8), esto por el hecho de que el formaldehído tiene el inconveniente de reseca las estructuras, además de causar irritación a las mucosas de los manipuladores de las piezas anatómicas y probable inductor de cáncer a exposiciones altas y prolongadas (9).

Muchos años después, luego de múltiples ensayos realizados en distintos países por encontrar una fórmula de preservación y fijación adecuadas de larga duración, para disminuir el uso y exposición del formol, surge, hacia los años '70, la técnica de plastinación de Gunther Von Hagens, quien dentro de su proceso

incluye nuevas sustancias y el uso de siliconas (10). Proceso que resulta interesante, pero laborioso y alto costo.

Hoy la búsqueda de las técnicas de conservación más seguras y adecuadas, continúa, como ha demostrado las universidades de Chile a inicios de este siglo, mediante la creación de una solución que intenta aproximarse a los ideales descritos con anterioridad. Se le ha nombrado *solución fijadora conservadora chilena* (SFCh), creada por el dr. Alberto Rodríguez Torres de la Universidad de Chile (11), que será descrita más adelante.

Esta solución, sus componentes, su preparación y demostración de su uso, fue dada a conocer en el taller realizado durante el VIII Congreso Colombiano de Morfología (12), llevado a cabo por el dr. Darío Rojas Oviedo.

1.2 Conservación de cuerpos. Actualidad en las universidades estatales de Colombia y Panamá.

Hoy, las universidades con facultades de ciencias de la salud, procuran obtener materiales educativos adecuados, eficientes y costos razonables para transmitir los conocimientos a sus estudiantes. La Universidad Nacional de Colombia, por ejemplo, utiliza medios audiovisuales y también material cadavérico preservado a lo largo de muchos años, mediante el uso de mezclas de formaldehído, agua y glicerina. Esta combinación de sustancias se utiliza de dos formas: es inyectada de forma intra-arterial y/o luego los cuerpos son sumergidos en tinas con la solución por el lapso de un año aproximadamente. Pasado este tiempo de fijación y preservación, los cuerpos (y piezas anatómicas) son extraídos de las tinas y puestos sobre las mesas de disección para su uso docente. Mientras estén sobre las mesas, con cierta periodicidad, son impregnados con glicerina para disminuir un poco la resequedad causada por el formol. Una vez terminado el semestre académico, los cuerpos y piezas son devueltos a las tinas para continuar su preservación. Entre los inconvenientes que conduce esta técnica están los efectos irritantes del formaldehído en las mucosas de las personas que manipulan los cuerpos y la resequedad que se presenta en todos los tejidos blandos de las piezas anatómicas, inconvenientes ya mencionados. Esto sin mencionar los efectos mórbidos sentidos en relación a su manipulación.

De forma algo similar, se realiza en la Universidad de Panamá. La proporción de los componentes de la fórmula varían y añaden otros químicos. Es utilizada por vía intra-arterial, intracraneana y aspersión; se hace uso de refrigerador para cadáveres y cuidado frecuente ya que los hongos deterioran los cuerpos y piezas, sumado a los efectos causados por el formol. Una vez diseccionado los cuerpos en cada semestre por los estudiantes, éstos son retirados

del laboratorio e ingresan otros al mismo procedimiento. Sólo las piezas de mejor aspecto, se llevan a tinas con la solución para su uso posterior, no así los cuerpos enteros.

A pesar de los esfuerzos de cada universidad en mantener su material docente de anatomía humana, sus piezas se deterioran por la acción del formol, el uso y el tiempo, que sumado a la creciente escasez de cuerpos que ingresan a los anfiteatros, obliga a los docentes a utilizar piezas anatómicas en estados deteriorados, añejos y deformados por los métodos habituales descritos.

Ante estas realidades, rescatar el material con que se cuenta, impresiona ser un camino de gran utilidad y buenas ventajas.

1.3 Restauración. Ventajas y metodología sugerida.

La técnica de restauración de piezas anatómicas que se pretende aplicar en este trabajo, corresponde a una combinación de procesos que fueron explicados en el Curso de Técnicas Morfológicas Avanzadas y Plastinación, llevado a cabo en la Universidad de Boyacá en el VIII Congreso Colombiano de Morfología, Tunja 2012 (12) y del protocolo chileno (11). El primero consiste básicamente en cuatro procesos a saber: a) macerado con Hidróxido de potasio; b) desengrasado con Xilol o Hidróxido de potasio; c) blanqueado (aclaramiento); y d) conservación que es la finalización del proceso mediante la técnica seleccionada según necesidad; este puede ser plastinación, diafanización, conservación en la Solución Fijadora Conservadora Chilena, entre otros. En nuestro caso, utilizaremos el último método de conservación.

El protocolo chileno, advierte cuatro pasos también, pero con reactivos menos nocivos (11). Los pasos son: 1) lavado con agua más cepillado, 2) lavado con peróxido de hidrógeno (como blanqueado), 3) pigmentación y 4) conservación elegida.

De acuerdo a la pieza a restaurar, se pueden introducir en el proceso otras técnicas para mejorar la apariencia como lo son osteotecnia, repleción con acrílicos, insuflación, vaciado en cavidades, pigmentación, corrosión controlada o sus combinaciones (11) (12).

1.4 Descripción del protocolo de restauración*.

(*) *Protocolo puntualizado, en las sesiones prácticas del Curso de Técnicas Morfológicas Avanzadas- Tunja 2012, dr. José Darío Rojas Oviedo. VIII Congreso Colombiano de Morfología, ASCOM (Asociación Colombiana de Morfología) (12).*

Para llevar a cabo este procedimiento de restauración, como en los de preservación, es importante tener en cuenta que los productos a utilizar son químicos que utilizados de forma adecuada, disminuirá los riesgos a la salud, ya por exposición en altas concentraciones, ya por exposición prolongada. El fin último es obtener material didáctico de aspecto y detalles bien definidos para un adecuado aprendizaje de la anatomía y que tenga particularidades de preservación, en este estado, por más tiempo y resistencia.

En cuanto a la toxicidad de los químicos, el objetivo es utilizar mezclas de menor riesgo toxicológico y que contribuyan a mejorar el aspecto de las piezas deterioradas, realce los detalles anatómicos y prolongue su vida media, con respecto a los métodos utilizados tanto en la Universidad de Panamá como en la Universidad Nacional de Colombia para nuestro caso.

Los pasos básicos para restaurar piezas son cuatro, sencillos, pero que necesitan de mucha observación y cuidado de los materiales a utilizar. Estos son:

1. Macerado: consiste en realizar una limpieza y ablandamiento del espécimen con hidróxido de potasio del 1 al 2% diluido en agua. Según la pieza a restaurar, este puede ser por inmersión en la solución o por aspersion. Se realiza por el tiempo que necesite la pieza, el cual se va a ver influido por el tipo de tejido y su condición.
2. Desengrasado: esta etapa, es para retirar el tejido adiposo de la pieza. Se utiliza en primera instancia Xilol, pero resulta ser muy tóxico, por lo que puede ser reemplazado por Hidróxido de potasio en concentraciones mayores al anterior (diluido en alcohol de uso doméstico), también por aspersion o inmersión. El tiempo en este proceso depende de las condiciones de los tejidos del espécimen a restaurar.

Pasadas estas dos etapas, la pieza debe estar blanda, de mejor aspecto y turgente. Durante todas las etapas, mientras la pieza lo permita, se puede ir disecando para retirar los tejidos que no deseamos y exponer los que al final deseamos preservar.

3. Aclaramiento: en esta tercera etapa, el espécimen es totalmente manipulable, terminamos de realizar las disecciones que creamos necesarias y aplicamos hipoclorito

de sodio u otro blanqueador en las formaciones anatómicas que deseamos blanquear, como por ejemplo tendones, nervios y ligamentos. Este se puede aplicar con pinceles gruesos en los puntos a aclarar. En esta etapa, se aprovecha para teñir y resaltar detalles de la pieza, pues es el paso previo a la finalización del proceso de restauración, de manera tal que la pieza quedará con el aspecto, detalles y posición que le coloquemos.

4. Conservación: es la etapa final, en este paso se decide el proceso de conservación del espécimen ya restaurado. Según el tipo de técnica y el arte que se desee, puede que se le añaden otras formaciones anatómicas ya sean artificiales u orgánicas, que servirá para mejorar su aspecto y realzar los detalles finales. Las técnicas que se pueden utilizar, según necesidad docente (y arte), serían, entre otras:
 - a. Conservación simple: con solución fijadora conservadora chilena (SFCch).
 - b. Diafanización.
 - c. Plastinación.
 - d. Repleción.
 - e. Insuflación y desecación.
 - f. Vaciado.
 - g. Corrosión controlada.

En este proyecto se utilizó la conservación simple, que según el producto obtenido, se combinó con repleción, por ejemplo y alguna otra técnica de acuerdo a las piezas restauradas.

Los modelos anatómicos finales del proceso de restauración pueden ser semi-artificiales, es decir, que para complementar a la pieza, se le pueden añadir estructuras no orgánicas como por ejemplo modelos de ojos de cristal o plástico si vamos a restaurar una cabeza.

1.5 La Solución fijadora conservadora chilena (SFCch).

Luego de muchos intentos de morfológicos, museólogos y otros profesionales en encontrar una solución "ideal" que cumpla con las exigencias mínimas requeridas para la conservación de especímenes anatómicos, en Chile se logró crear una mezcla que pretende cumplir con este ideal (12), solución que en este proyecto se tomará como destino final del proceso de restauración.

Como su nombre actual lo indica, es fijadora porque detiene el proceso natural de putrefacción y es conservadora ya que mantiene

las condiciones de fijación a través del tiempo. Se puede utilizar por inyección intravascular y/o inmersión.

Los componentes de esta solución se mencionan en la tabla 1-1.

Tabla 1-1: Ingredientes de la Solución fijadora conservadora Chilena (SFCch).

Componente	Función principal
<u>1.</u> Cloruro de sodio (sal de cocina):	propiedades preservantes.
<u>2.</u> Nitrato de Sodio:	conserva los colores.
<u>3.</u> Glicerina:	inhibidor de los cambios enzimáticos, preservantes, ablanda.
<u>4.</u> Alcohol etílico:	Deshidrata y degrada la grasa.
<u>5.</u> Cloruro de benzalconio (de uso oftálmico):	Esporicida (antifúngico) en altas concentraciones
<u>6.</u> Formaldehido:	Desinfectante y conservante de muestras biológicas frescas.
<u>7.</u> Esencia de eucalipto (u otro aroma):	Neutraliza el olor irritante del formaldehido.

La receta para la preparación de la solución fijadora conservadora chilena (ver en anexos más detalles) es como está descrita a continuación:

FÓRMULA:

1. **Cloruro de sodio (1,5 kg) + 6 litros de agua.**
2. **Nitrato de sodio (1,2 kg) + 6 litros de agua.** En su defecto Nitrato de potasio o Urea en concentraciones > 43%.
3. **Glicerina (4 litros).**
4. **Alcohol etílico (6 litros).** En su defecto Alcohol isopropílico en las más altas concentraciones disponibles.
5. **Cloruro de benzalconio (2 litros).** Concentrado.
6. **Formaldehido 5% (0,5 litros).**
7. **Esencia de eucalipto (0,5 litros).** Puede ser esencia con otra fragancia.

Esta solución puede ser utilizada de las siguientes formas:

1. Fijar el cuerpo o pieza de forma convencional de 8 - 30 días (o más días si se desea para los casos de piezas nuevas a preservar); en su defecto, se usan las piezas ya formolizadas independientemente de su antigüedad.

2. Retirar el formol por degradación oxidativa, esto es:
 - a. Impregnar con Hipoclorito de sodio 0,3% (NaClO),
 - b. Luego lavar con agua,
 - c. Repetir estos pasos hasta quitar el olor a formol.
3. Sumergir en la solución fijadora conservadora chilena o humedecer la pieza externamente con una torunda, atomizador o mojar con una vasija.

La aplicación por aspersión (atomizador o paños humedecidos) de la solución se realiza cada 15 días sin necesidad de sumergir en piscinas. Las piezas antiguas con los meses recuperan la consistencia y el color. Se puede inyectar de forma intra-arterial a los cuerpos recién admitidos al anfiteatro.

Las ventajas que ha mostrado esta solución han sido:

1. Ablanda plastrones, conserva colores, degrada la grasa.
2. No hay necesidad de renovar (cambiar) la solución.
3. No hay necesidad de piscinas de conservación.
4. Se puede aplicar por aspersión sin necesidad de sumergir utilizando inclusive la solución que se deposita en el fondo de las bandejas o envases de las piezas en conservación cada 15 días o cada semana. Para ello, hay que observar la pieza constantemente.

Observaciones: las piezas conservadas en esta solución no contaminarlas con agua → no lavar con agua como se hace con el formol, pues no es necesario y además alteraría la concentración de los componentes de la solución. Las ya bien conservadas, si se desea, se pueden introducir en glicerina en envases de cristal para demostración.

1.6 Experiencia en Colombia.

Esta solución ha sido probada en la República de Colombia, en la Universidad de Antioquia, Universidad de Santander, la Universidad del Bosque, entre otras universidades. Se realizaron estudios de confirmación y valorización de los resultados esperados, en los cuales se concluyó que ha sido muy favorable en los procesos de restauración y conservación de los especímenes anatómicos (13) por más de dos años mejorando su aspecto.

En cuanto a la aplicación y éxitos obtenidos de los protocolos de restauración no han sido publicados.

2. Capítulo - Metodología

Este proyecto, cuasi-experimental, se realizó en tres etapas a conocer:

- 1- Etapa I: Preparación del área de trabajo. De aproximadamente 3 meses. Incluyó la compra de materiales y reactivos, selección de las piezas anatómicas a restaurar (plastrones, órganos y cortes anatómicos), elección del área de trabajo y reforzamiento académico personal en técnicas anatómicas tradicionales y plastinación en la Universidad Santo Tomás, Santiago de Chile.
- 2- Etapa II: Aplicación de las técnicas de restauración y conservación. Una vez con las piezas a restaurar, que según su constitución histológica y deterioro - será sometido a los reactivos de restauración. De acuerdo a su evolución individual o grupal se les aplicará la conservación simple en la solución fijadora conservadora chilena (SFCch).
- 3- Etapa III: finalización del trabajo. Consiste en el análisis de los resultados observados, edición de fotografías y/o filmaciones y elaboración del trabajo final de grado.

Criterios de inclusión:

- 1- Piezas anatómicas humanas de aspecto deteriorado.

Criterios de exclusión:

- 1- Piezas anatómicas frescas (extraídas de cadáveres humanos de menos de un año de conservación).
- 2- Piezas anatómicas plastinadas o con intentos anteriores de restauración.

Materiales:

- 1- Sala para restauración. Dentro del anfiteatro de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.
- 2- Mesas de disección.
- 3- Equipo de disección.
- 4- Cámara fotográfica y filmadora.
- 5- Piezas anatómicas procedentes del propio anfiteatro ofrecidas por personal administrativo del anfiteatro.

- 6- Equipo de bioseguridad.
- 7- Jeringuillas, agujas.
- 8- Materiales varios: hilo pabilo, tijeras, periódico, marcadores, pegante, cubierta de plástico negro, clip tipo mariposa u horquillas para tendederos de ropa, envases plásticos con tapa de diversos tamaños, jabón en polvo, esponjas de cocina, limpiadores, papel toalla, frascos pequeños de vidrio con tapas, lápiz, cuaderno de apuntes.
- 9- Atomizadores.
- 10- Cepillos para lavar de cerdas dura y suave.
- 11- Pinceles.
- 12- Tintes: naturales, artificiales en colores rojo, azul y amarillo.
- 13- Reactivos*:
 - a. Reactivos de la solución fijadora conservadora chilena.
 - b. Peróxido de hidrógeno 50%.
 - c. Hipoclorito de sodio 15%.
 - d. Tensoactivo aniónico.
 - e. Pegante orgánico.
 - f. Acetona o disolvente de poliuretano.
 - g. Peróxido de hidrógeno con bicarbonato de sodio en polvo (como detergente).
- 14- Resinas:
 - a. Silicona fría.
 - b. Poliuretano en aerosol.
- 15- Hilos de sutura.
- 16- Atlas de anatomía humana.
- 17- Guardián para objetos punzocortantes, canecas.

Métodos:

Se procedió a aplicar las técnicas para el proceso de restauración, disección, lavado, desengrasado y fijación - conservación.

Vigilancia de cada pieza durante la restauración en cuanto a la pérdida de la integridad de sus tejidos.

Reversión de pasos.

Toma de anotaciones.

* (Ver descripción de cada sustancia en anexo B)

3. Capítulo – Resultados.

Para el desarrollo de este proyecto, se seleccionaron las piezas anatómicas descritas en la tabla 3-1. Posterior a la tabla, se muestra una galería fotográfica del “antes y después” de cada pieza.

Tabla 3-1: Piezas anatómicas seleccionadas.

Letra “R” roja indica que fue restaurada parcial o totalmente.

CORTES	ÓRGANOS	PLASTRONES	Bloque cardiopulmonar
Hemi-cabeza 1 o izquierda (“cabeza restaurada”) -R-.	Riñón 1 -R-. Lengua 1 (“Laringe”) -R-.	Plastrón 1 (“Intestinos rotos”). Plastrón 2 (“Intestinos”) -R-.	Cardiopulmonar 2 (“Corazón roto”) -R-. Cardiopulmonar 3 (“Corazón entero”).
Hemi-cabeza 2 o derecha (“cabeza no trabajada”).	Pulmón 1 (“Pulmones solos) -R-.		Cardiopulmonar 4 (“Corazón extraído” de un cadáver del anfiteatro) -R-.

El anexo C, contiene los cuadros resumen de eventos desarrollados en cada pieza.

Galería fotográfica: "Antes y después".

Observación: Las nominaciones entre paréntesis indica el nombre afectivo para identificación rápida.



Figura 3-1: Hemi-cabeza 1 o izquierda ("Cabeza restaurada"). Izquierda: antes del proceso de restauración. Derecha: al final del proceso. Técnica especial: adhesión de músculos, repleción con silicona fría y pigmentación (vasos).



Figura 3-2: Pieza riñón. Izquierda: antes del proceso de restauración. Derecha: al final del proceso. Técnica especial: repleción con silicona fría y pigmentación (vasos).



Figura 3-3: Pieza Laríngea.
Izquierda: antes del proceso de restauración. Derecha: al final del proceso. Técnica especial: pigmentación de vasos sanguíneos.



Figura 3-4: Pieza Cardiopulmonar 4 ("Corazón extraído").
Izquierda: antes del proceso de restauración in situ (tórax). Derecha: al final del proceso. Técnica especial: repleción con poliuretano y pigmentación.



Figura 3-5: Pieza Cardiopulmonar 2 ("Corazón roto").
Izquierda: antes del proceso de restauración. Derecha: al final del proceso; órganos separados. Técnica especial: sutura, repleción con silicona fría y pigmentación.



Figura 3-6: Pieza Plastrón 2 ("Intestinos").
Izquierda: antes del proceso de restauración. Derecha: al final del proceso. Técnica especial: repleción con poliuretano.

Piezas que fueron seleccionadas para restaurar NO terminadas.

Observación: sirvieron de referentes comparativos frente a las piezas que terminaron el proceso de restauración.



Figura 3-7: Pieza Cardiopulmonar 3 ("Corazón entero").
Izquierda: antes del proceso de restauración. Derecha: sólo con lavado, desengrasado y disección. Técnica especial: ninguna.



Figura 3-8: Pieza Plastrón 1 ("intestinos rotos").
Izquierda: antes del proceso de restauración. Derecha: sólo con lavado y desengrasado; a un lado Plastrón 2. Técnica especial: prueba parcial de repleción en colon ascendente con poliuretano.



Figura 3-9: Hemi-cabeza 2 o derecha (“Cabeza no trabajada”).
Izquierda: antes del proceso de restauración. Derecha: sólo con lavado y desengrasado; a un lado, hemi-cabeza 1 restaurada.
Técnica especial: ninguna.

Con la mira puesta en aplicar fórmulas de muy baja toxicidad, no se siguió el protocolo de restauración mostrado en los talleres del VIII Congreso Colombiano de Morfología 2012(12), en cuyas dos primeras etapas se utiliza hidróxido de sodio o potasio, una base fuerte que exige una manipulación muy cuidadosa, protocolo que puede incluir el uso de Xilol, que es aún de mayor peligrosidad. A cambio, se aplicó las recomendaciones brindadas durante una entrevista realizada al dr. Ismael Concha Albornoz de la Universidad Santo Tomás, Santiago de Chile(11), que involucra un manejo adecuado con sólo agua mezclado en ocasiones con otros elementos de uso doméstico -no publicado-.

Una vez sometidas las piezas anatómicas seleccionadas al proceso de restauración elegido, se pudo confirmar que la misma cuenta de 5 etapas:

- 1°. *Lavado*: extracción de los preservantes anteriores y/u otros contaminantes de las piezas.
- 2°. *Desengrasado*: extracción de la grasa en exceso de las piezas.
- 3°. *Disección y mejoramiento*: se extiende hasta la última etapa.
- 4°. *Blanqueado*: despigmentación de las piezas (del color negro propios de la preservación tradicional).
- 5°. *Conservación y arte final*.

Cada una de estas etapas, se describen con detalle a continuación.

3.1 Lavado.

Su objetivo es "limpiar" la pieza de las impurezas adquiridas por la conservación tradicional, esto es, la formalina y la glicerina que ha recibido durante muchos años, y de cualquier otro contaminante que haya contribuido con su deterioro, resequeidad, pigmentación oscura y rigidez.

Proceso original (experiencia de Chile(11)):

Inmersión en agua por 1* a 3 semanas. Durante las semanas 2 y 3, se pueden agregar compuestos en polvo de peróxido de hidrógeno con bicarbonato de sodio en bajas concentraciones (< 10% del total de solución). Cepillar suavemente a partir de la mitad de la primera semana.

Resultado:

El tiempo de lavado depende de las condiciones propias de la pieza a restaurar. La gran mayoría de ellas sólo necesitó 11 días (1 semana y 4 días). Se observó que algunas piezas de tamaño pequeño o tejidos más delicados podían salir antes, las más grandes y muy resacas unos días después. Todas, en su inicio, fueron sometidas al mismo tiempo de 11 días para luego pasar a la siguiente etapa (desengrasado). Fue llevado a cabo el lavado como se describe en la tabla 3.

() La recomendación original es con agua tibia durante la primera semana para agilizar su limpieza y ablandamiento, pero los resultados fueron satisfactorios a temperatura ambiente. Esto por el hecho que no se contó con recipientes y sistema de calentamiento para el agua.*

Tabla 3-2: Primera etapa de la restauración: Lavado. Descripción de eventos durante el lavado. Tiempo total: 11 días.

Tiempo transcurrido (11 días)	Día 0	A los 4 días	Más 5 días	Más 1 día	Más 1 día
Evento	Selección de las piezas. Descripción. Fotografía. Inmersión en agua.	Revisión. Cambio de agua.	Revisión. Adición de detergente de peróxido de hidrógeno y bicarbonato de sodio.	Revisión 24 horas al detergente. Cambio de agua Cepillado. Se añadió H2O2 al 0,1%	Finalización del lavado.
Observaciones	Todas las piezas de color marrón oscuro a negro en diferentes matices. Algunas pocas con bordes blandos.	Agua turbia de color marrón claro y grasa en la superficie. Inicia ablandamiento de los tejidos de las piezas.	Piezas con tejidos más turgentes y más blandas. Agua de aspecto turbio.	Agua turbia de aspecto lechoso y grasoso. Piezas: de color blanco grisáceo, más blandas, excepto las partes muy gruesas o densas. Todos los tejidos conjuntivos superficiales están turgentes y muy grasosos. Debido a esto, el aspecto impresionado inicio de putrefacción, pero están firmes y sin mal olor. Se tomó esta característica como indicador para iniciar el cepillado, el cual fue muy complicado por la neoturgencia de los tejidos grasos. Obligó a pasar a la siguiente etapa.	Agua de color marrón y grasa en la superficie. No hubo cambios significativos con el peróxido de hidrógeno. Piezas con características anteriores más marcadas.

Inicio del lavado (inmersión en agua):



(a)



(b)

Figura 3-10: (a y b). Lavado (inmersión en agua) de las piezas seleccionadas.



(a)



(b)

Figura 3-11: (a y b). Lavado (inmersión en agua) cambio de color del agua durante el lavado de todas las piezas anatómicas. **Figura b,** Una de las media cabeza dentro de un recipiente, se puede observar el agua caer sobre ella para cubrirla.



(a)



(b)

Figura 3-12: (a y b). Lavado (inmersión en agua). Ablandamiento y despigmentación de los tejidos; ahora con aspecto macerado.



Figura 3-13: Finalización del lavado (día 11). Piezas escurriéndose del exceso de agua. Nótese la coloración blanquecina de todas las piezas.

3.2 Desengrasado.

Su objetivo es retirar o extraer la mayor cantidad de grasa posible de las piezas anatómicas para pasar a la siguiente etapa: disección y mejoramiento.

En todo el proceso, resulta ser la etapa más corta, con un tiempo record de 5 a 30 minutos y máximo 45 minutos según la complejidad de la pieza anatómica.

Proceso*:

Consiste en la desintegración del tejido conectivo graso mediante el uso de una base fuerte (Hidróxido de sodio o potasio, o Xilol)(12). - No fue empleado de esta forma -. El protocolo chileno no utiliza otros reactivos, sino que pasa a disección y/o blanqueado.

Resultado:

En este proyecto se utilizó tensoactivo aniónico y amins orgánicas por aspersion como desengrasante; cepillado unos minutos después de su administración.

Esta solución fue utilizada por ensayo-error por la gran dificultad con que se topó con los tejidos grasos de las piezas anatómicas al momento de cepillarlas, mostrando excelentes resultados, mayores a los esperados. Facilita exponer las estructuras anatómicas con detalle, orientación espacial y mejora el color.

Método experimentado: aspersion de toda la superficie de la pieza. Esperar unos minutos hasta la aparición de espuma blanca. Cepillar y lavar con abundante agua de forma constante. Se puede repetir según el caso particular de cada pieza anatómica. Lavado abundante de agua hasta considerar que está libre de la solución desengrasante. Escurrir.

(*)Mencionado en el taller del VIII Congreso Colombiano de Morfología.



(a)



(b)

Figura 3-14: (a y b). Desengrasado. Cambio en el aspecto y color luego del empleo del tensoactivo aniónico y cepillado; hemi-cabeza 2 o derecha por su cara interna.



(a)



(b)



(c)

Figura 3-15: (a, b y c). Desengrasado. Empleo del tensoactivo aniónico y aparición de espuma blanca (a); cepillado (b) y lavado con agua (c); hemi-cabeza 1 o derecha por su cara interna.

Aplicación de la solución fijadora conservadora chilena (SFCch): se aplicó mediante aspersion (Figura 3-16). De uno a cinco minutos, se observó mejoramiento en el color de las estructuras (recuperación y avivamiento de los tonos de coloración de los tejidos).

Desde este momento, se puede iniciar la etapa 3 (disección y mejora de la pieza).



Figura 3-16: Fijación - conservación con SFCch. Aplicación mediante aspersion; obsérvese que todas las piezas están envueltas con un cobertor plástico. Esto para mantener humedecido el ambiente alrededor del espécimen.

3.3 Disección y mejoramiento.

El objetivo de esta etapa es mejorar el aspecto macroscópico de la pieza a restaurar aprovechándose el ablandamiento de los tejidos adquirido en los pasos anteriores. Esto es, retirar el excedente de tejidos conectivos (fascias, tejido adiposo, otros) para exponer los detalles anatómicos de los órganos de forma clara; como también recortar o extraer aquellos tejidos (porciones de músculos, restos de vasos sanguíneos, etc.), que contribuyen a ocultar o confundir detalles anatómicos considerados importantes para su conservación y el futuro proceso enseñanza aprendizaje por sus manipuladores.

Proceso original:

No es considerado una etapa en los protocolos mencionados con anterioridad, sino estimado como tácito durante el todo proceso de restauración.

Resultado:

Es la etapa más larga y laboriosa de todo el proceso. Según la pieza y lo que se desee preservar de ella, puede durar entre horas a varias semanas de trabajo de disección. Se observó que es muy probable, considerar en este momento **"que algunas las piezas realmente no servirán"** causando desmotivación en sus restauradores. La perseverancia, resultó ser el ingrediente más significativo durante esta etapa.

En virtud a lo extenso, laborioso y resultados cognitivos de esta actividad, fue considerado como una etapa. Durante su ejecución, también se observó que estimula la creatividad e interrogantes enmarcados en encontrar fórmulas adecuadas y permanentes para la reparación de las estructuras que poco a poco son descubiertas y limpiadas de los tejidos anexos. Otro producto observado que despierta esta etapa, es la necesidad de apoyo de otras manos (figura 3-17) con los fines de soporte de las piezas, relevo de disección, anotaciones, apoyo auxiliar de instrumentos, libros, apoyo emocional, fotografía, lluvia de ideas, entre otros.

Método:

Una vez ablandada las piezas, desengrasadas e iniciadas en su conservación con la SFCch, se procedió a disecar a cada una de ellas a partir de las 24 horas*. Alguna de las piezas se disecó cuatro meses después.



(a)



(b)



(c)

Figura 3-17: (a, b y c). Disección y mejoramiento de piezas.

Estudiantes de medicina que colaboraron y formaron parte del equipo de restauración. Contribuyó a la fijación de sus propios conocimientos académicos y a dar aportes al proyecto.



(a)



(b)



(c)

Figura 3-18: (a, b y c). Disección y mejoramiento de piezas.

Estudiantes de medicina que colaboraron y formaron parte del equipo de restauración. Este proyecto poco a poco exigió la conformación de un equipo de restauración. Resultado: **"trabajo en equipo"**.

(*). Observación: el inicio de las disecciones puede ser inmediato después del desengrasado y hasta justo antes de la aspersión con la SFCch si así se desea.



Figura 3-19: (a y b). Disección y mejoramiento de piezas. Pieza "laringe": se retiró el exceso de tejido que la rodea (a y b). Quedan descubiertos el esqueleto laríngeo (b), los músculos supra e infrahioides (c), la tráquea, bronquios fuentes y la glándula tiroides.

Algunas actividades secundarias producto de este paso: suturas de formaciones anatómicas destruidas (fig. 24), repleción con resinas, utilización de adhesivos instantáneos, tinciones, regresar o adelantar las etapas de restauración por alguna necesidad de la pieza, ensayo de métodos de ablandamiento, entre otras necesidades observadas.



Figura 3-20: (a, b y c). Disección y mejoramiento de piezas. Reparaciones surgidas durante las disecciones (suturas). Ramas del cayado de la aorta de la pieza "corazón roto" (cardiopulmonar 2).

3.4 Blanqueado.

Su objetivo es quitar el color negro-marrón predominante de las piezas y contribuir en la mejora visual de su aspecto.

Proceso:

Según lo demostrado en los talleres del VIII Congreso Colombiano de Morfología, el reactivo ideal es el hipoclorito de sodio aplicado mediante pinceladas en puntos focales de la pieza. Según la entrevista y experiencia en Chile, se recomienda lavado con peróxido de hidrógeno al 10% en concentraciones crecientes y evaluar al momento, luego enjuagar con agua. Este sería el paso siguiente al lavado con agua de acuerdo a este último protocolo.

Método y resultado:

Reactivos utilizados: peróxido de hidrógeno 50% e hipoclorito de sodio 15%.

Se preparó una solución de peróxido de hidrógeno 1:9 partes de agua. Una vez listas, se sumergieron las piezas en recipientes con la solución. A los pocos segundos, se observó la formación de burbujas procedente del contacto con los tejidos de las piezas.

El tiempo de inmersión dependió de cada espécimen y su constitución. Algunas de ellas blanquearon a las 1 - 4 horas, el resto en promedio en un tiempo de 18 horas. Luego de esto, fueron lavadas con abundante agua hasta estimar que ya estaban libres de peróxido de hidrógeno. Posteriormente, fueron rociadas con la SFCch y se continuó con las disecciones necesarias.



Figura 3-21: (a, b y c). Blanqueado. Aclaramiento de "corazón roto" después de 1.5 horas en solución de peróxido de hidrógeno 1:9 (imagen b y c). Imagen a, sólo conservación en SFCch, disección y reparación por suturas. Obsérvese el avivamiento de los colores de sus tejidos musculares y fibrosos (b y c). Aorta ascendente con puntos de sutura (c).



Figura 3-22: (a, b y c). Blanqueado. Aclaramiento de la pieza "laringe" después de 1.5 horas en solución de peróxido de hidrógeno 1:9 (imagen b y c). Imagen a, aspecto de la pieza después del desengrasado, aún sin disecar; se observan los tejidos turgentes y pálidos.

Experiencia con hipoclorito de sodio:

Un bloque cardiopulmonar ("Corazón roto") fue sometido a la solución de hipoclorito de sodio. De igual forma a 1:9 partes de solución. El resultado fue similar al anterior en cuanto a color, pero con alto poder corrosivo, ya que se notó que desintegró las venas en 4 minutos, por lo que se retiró de la solución y se procedió a lavar con abundante agua. Resultó un poco difícil tener la certeza de que se haya extraído todo el hipoclorito de sodio, ya que persistía de aspecto jabonoso al frote con los dedos. Para proteger la pieza ante la corrosión, se dejó secando al aire libre por 17 horas. Luego se le administró la SFCch. Esto provocó dividir la pieza en dos órganos separados: pulmones y corazón.

Se confirmó que su uso en puntos focales sobre la pieza es adecuado y no sobre toda la pieza; esto, de uso especial, en la etapa arte final durante la utilización de tintes. Probablemente en concentraciones mucho más bajas funcione, pero no fue probado en este estudio.

3.5 Conservación y arte final.

Su objetivo es establecer la apariencia final de la pieza y modo de conservación elegida.

Proceso:

En ambos protocolos de restauración, queda de manifiesto que termina con la elección del método(12)(11), que varía según lo que se desea y las posibilidades en plastinación, Diafanización, glicerinado, conservación con SFCch, etc.

Resultado:

En este proyecto se eligió la conservación simple en la SFCch.

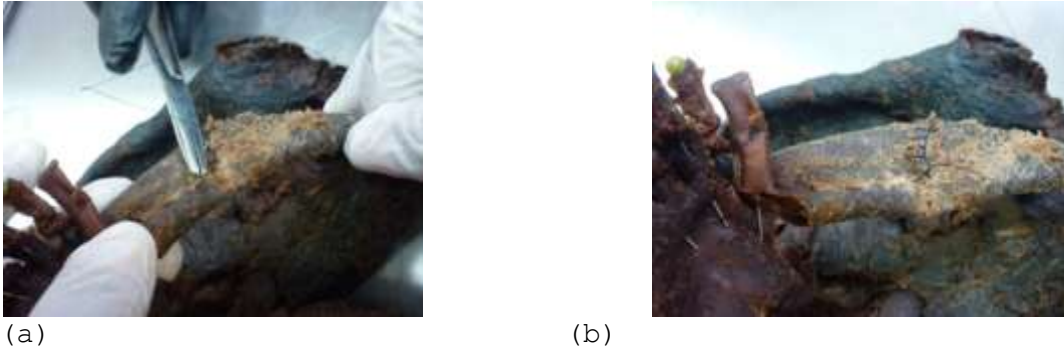
Esta etapa concreta la lluvia de ideas y posibles soluciones surgidas durante la tercera etapa (disección y mejoramiento) para cada pieza en proceso de restauración.

A partir de esta etapa, cada pieza recibió un trato particular de acuerdo a la necesidad para su restauración o para realzar algún detalle anatómico. Se aplicó técnicas de repleción con poliuretano, siliconas frías, uso de adhesivo hidrofóbico, pintura, suturas y las posibles combinaciones entre ellas como se describe a continuación:

3.5.1 Suturas.

Sólo una pieza ("Corazón roto") se pudo reparar mediante la utilización de hilos de sutura. Esto por el hecho que los grandes vasos fueron hallados rotos en diferentes niveles y peligraban en terminar de romperse.

Se utilizó hilo de seda 3-0 negro y visera con lupas para llevar a cabo la misma y rescatar sus partes, pero se observó la necesidad de un soporte interno dentro de los grandes vasos y regresar a la etapa de blanqueado.



(a) (b)
Figura 3-23: (a y b). Técnica de reparación: sutura. Reconstrucción de la aorta y sus ramas con hilo seda 3-0. Las paredes arteriales resultaron muy frágiles, por lo que el hilo las rompía al tirar de ellas. Surgen distintas ideas para su preservación prolongada.

El alto grado de deterioro de las paredes arteriales encontrado, sugirió el uso de un sistema de soporte desde el interior de la aorta y sus ramas. Se ideó primero un sistema mecánico tipo soporte permanente para la pieza, pero resultó complicado su obtención, a demás, su manipulación sería mínima y peligrosa para los vasos arteriales de la pieza al facilitar su ruptura. Surgió entonces, la idea de repleción con silicona fría, que resultó muy adecuado y como se esperaba: que resistiera a la manipulación, flexible y preservara la posición y forma de su estructura natural. De igual forma se repletó con silicona fría el esófago y la tráquea con sus bronquios fuentes. Finalmente se procedió a blanquear nuevamente y a pintar de rojo la aorta.

Método de conservación final: SFCch por aspersión envuelto en plástico.



Figura 3-24: Vía aérea y esófago repletos con silicona fría. Pieza "Corazón roto", en sus pulmones.

3.5.2 Pigmentación.

La utilización de tintes contribuyó con la restauración final. Se confirmó que "las piezas realmente resucitan cuando son pigmentadas" (11).

Para llevar a cabo esta actividad, se procedió a realizar una serie de pruebas de tintes posibles que mostrasen resistencia ante la formalina y el agua. Se probó con anilinas para alimentos y lana, tintura para cuero, óleos, cúrcuma, achiote, tintes para comidas y pigmento natural rojo carmín chileno (ofrecido por el dr. Ismael Concha A.). Los tintes que cumplieron estas características fueron: el pigmento rojo carmín, el pigmento para cuero y el óleo. El que brindó mejores resultados fue el pigmento rojo carmín, pero de consecución cara; le siguió la tintura para cueros, con resultados muy buenos excepto cuando es diluido; y por último el óleo, pero tiene el inconveniente de que oculta los detalles de las fibras de las formaciones anatómicas, dando un apariencia de plástico mate.



(a)



(b)

Figura 3-25: (a y b). Tinción.

En a, con pigmento natural rojo carmín chileno. En b, se utilizó además del anterior, tinte sangre toro para curtiembres.



(a)



(b)



(c)

Figura 3-26: (a, b y c). Pruebas de tinción.

En a, distintos pigmentos fueron probados durante el proyecto. En b, obsérvese la formalina teñida por el colorante y la pieza un poco desteñida (anilinas, cúrcuma), a diferencia en c que no se ve afectado por la solución (tinte para curtiembres).

3.5.3 Adhesión.

Este aspecto no es mencionado, aparentemente, en ninguno de los protocolos investigados. Resultó su ideación y aplicación por el interés de preservar algunos músculos que estaban totalmente rotos o todas sus fibras deshilachadas.

Se realizó pruebas con adhesivo instantáneo [a base de éster de cianocrilato y silico-tec (con tecnología hidrofóbica)], el cual dio resultados sorprendentes: permitió la adherencia inmediata y permanente de todas las fibras sueltas y la unión de los fragmentos musculares sin alterarse con los cualquiera de los reactivos utilizados en la restauración. Se procedió a extender su uso en otras estructuras seccionadas o con fisuras: nervios, tendones y vasos sanguíneos. Ofrece cierta flexibilidad al tejido y es transparente; los puntos expuestos del producto, se palpan con algo de tiesura semejante a un pegante de uso común.



Figura 3-27: (a, b y c). Adhesión instantánea.

El músculo esternocleidomastoideo fue reparado totalmente mediante esta técnica. En a, fibras sueltas; en b, fibras unidas entre sí. En c, aplicación del adhesivo instantáneo.

3.5.4 Repleción.

Consiste en rellenar cavidades con alguna resina. Esto permite: mantener la forma espacial de la estructura, dar rigidez y durabilidad a la pieza.

Por la necesidad encontrada poco a poco al disecar las piezas, se probó con silicona fría (no mencionado en los protocolos anteriores) y poliuterano en aerosol.

a) Repleción con silicona fría.

Surgió de la necesidad de ofrecer a la aorta suturada - de uno de los bloques cardiopulmonares - un soporte interno y que tuviese la cualidad de no extravasarse con facilidad a través de las fisuras y orificios con el fin de prolongar la vida de esta pieza. Resultó excelente para los objetivos esperados.

La primera prueba se realizó en una vena renal y un pequeño fragmento de la vena cava inferior. Resultado: venas no colapsadas, firmes, flexibles y sin derramamientos del material por sus grandes orificios.



Figura 3-28: (a y b). Repleción con silicona fría. Cánula introducida en la vena yugular interna a través de una de sus fisuras (a). En b, orificio inferior de la vena.

Modo de empleo: se aplica la silicona fría utilizando la pistola de aplicación (incluido en la entrega de fábrica). El extremo de la pistola se encaja dentro de la cavidad a repletar, orificio que debe ser no menos de 1cm de diámetro, para que pueda entrar. Activar la pistola con fuerza tratando de no moverla para no sacar la pistola de la cavidad o romper la estructura anatómica.



(a)



(b)

Figura 3-29: (a y b). Pistola para repleción con silicona fría.

Requiere de uso de fuerza y precisión. Silicona en la vena cava superior.

Se procedió a extender su uso en vasos sanguíneos de otras piezas restauradas.

Consecuencia positiva: excelente para la restauración de vasos sanguíneos rotos o fisurados.

Consecuencia negativa: por su alta viscosidad, no permitió repletar con facilidad estructuras muy estrechas o de trayecto de más de 10 cm de longitud. Es necesario ayudar a propulsar el producto a través de la estructura, estrujando por fuera con los dedos.

b) Repleción con poliuretano.

Consiste en el empleo de poliuretano en aerosol expansible en órganos huecos sin fisuras. Es ideal para la vía aérea. Gracias a las propiedades iniciales y finales de la textura del material, penetra con mucha facilidad por todas las estructuras intrapulmonares, probablemente hasta los ácinos pulmonares, esto por el hecho que en la superficie pulmonar se pueden observar y palpar cientos de minúsculas pápulas rellenas de poliuretano.

Modo de empleo: se introduce la cánula del dispensador de poliuretano dentro de la tráquea, atar con hilo pabulo alrededor de la tráquea con la cánula dentro; una vez asegurado, se activa el dispensador de poliuretano. Es importante contar con papel toalla para limpiar los escapes de poliuretano que se puedan dar. Este proceso termina cuando se perciba resistencia al flujo de entrada del material. Retirar la cánula y atar la tráquea unos 30 minutos hasta que fragüe el poliuretano.



Figura 3-30: Repleción con poliuretano. Introducción de la cánula en la tráquea de la pieza cardiopulmonar 4 ("Corazón extraído").



(a)



(b)

Figura 3-31: (a y b). Repleción con poliuretano de las vías aéreas de la pieza corazón extraído. Esta técnica permite la expansión de los pulmones (a) y a conservar las impresiones del órgano como en b (impresiones costales).

Otros usos: Los resultados muy favorables de esta operación, motivó a los colaboradores a probar en una pieza de intestinos. Ante ello, se seleccionó un plastrón que contase con tubo digestivo lo menos roto o fisurado posible. Una vez hecho esto, se procedió a someterlo al proceso de restauración desde la primera etapa hasta la última en un lapso de 7 días, (observación: la disección no fue laboriosa, pues se acordó preservar el peritoneo con sus reflexiones y tejido graso).



(a)



(b)

Figura 3-32: (a y b). Repleción con poliuretano en Plastrón 2 (pieza "Intestinos"). Debido a las acodaduras que forman las asas intestinales, se tuvo que repletar por segmentos, ya que no fluía con facilidad el poliuretano a través de él.



Figura 3-33: Prueba de repleción con poliuretano en plastrón 1 ("intestino roto"). Resultó muy favorable el segmento repletado, por lo que motivó al equipo a aplicarlo en un plastrón con asas intestinales menos lesionado (Plastrón 2). Se pueden observar las haustras dilatadas por el poliuretano.

3.6 Efectividad de la Solución fijadora conservadora chilena.

Como todo el material biológico seleccionado se encontraba preservado por los métodos tradicionales de conservación, se decidió verificar su efectividad en piezas frescas. Para ello se consiguieron tres corazones de cerdo procedentes de un matadero municipal. Se lavaron del exceso de sangre y coágulos. Posteriormente se colocaron en un recipiente con la solución por 7 días.

Resultado: piezas con excelente fijación y conservación, 7 semanas mantenidas sólo por aspersión semanal sin hongos ni descomposición. Se observó que el tejido muscular oscureció y endureció. Hipótesis: la esencia a utilizar debe ser de índole refinada.



Figura 3-34: Corazones frescos de cerdo.
Preservados con la solución fijadora conservadora chilena.

4. Capítulo - Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

1. Impresiona que se han realizado muy pocas publicaciones a cerca de los procesos de restauración de piezas anatómicas humanas en Latinoamérica. De acuerdo a lo que se conoce (según las entrevistas realizadas), éstos consisten en revertir los pasos de deshidratación de la conservación tradicional. A partir de su aplicación durante este proyecto, se concluye que:
 - a. No se siguió de manera fidedigna ninguno de los protocolos (colombiano y chileno), pero se obtuvo resultados muy favorables. Entre ambos protocolos, el chileno puede considerarse menos tóxico, esto al estudiar los reactivos que se utilizan.
 - b. Se confirmó que el proceso de restauración cuenta con pasos a seguir, que difieren en tiempo e intensidad de aplicación según la pieza a tratar. Las etapas consideradas son: 1. Lavado, 2. Desengrasado, 3. Disección y mejoramiento, 4. Blanqueado y 5. Conservación y arte final.
 - c. El orden de las etapas inicia con el lavado y desengrasado. A partir de esta etapa, no es rígido el proceso, se puede regresar y/o avanzar en el resto de los pasos según la necesidad que muestre la pieza, o según el arte final que se desee realizar con ella.
2. Se logró dotar al Anfiteatro del Departamento de Morfología Humana con 10 piezas anatómicas mejoradas, mediante los resultados de este proyecto. Esto podrá contribuir, en parte, con el proceso enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes y docentes. Por tanto:
 - a. Los aportes al departamento son: 1. Descripción del proceso de restauración de piezas anatómicas deterioradas, 2. Especímenes restaurados: plastrones,

cortes de cabeza, bloques cardiopulmonares, vasos renales y laringe.

3. La restauración de piezas anatómicas humanas deterioradas, cuenta con cinco pasos básicos a saber:
 - a. Lavado: con agua, para descontaminar el espécimen de los conservantes anteriores, e iniciar la rehidratación de los tejidos. Puede usarse peróxido de hidrógeno con bicarbonato sódico en bajas concentraciones y vigilancia de la pieza.
 - b. Desengrasado: con tensoactivo aniónico, con el fin de extraer la grasa en exceso de la pieza. Aviva colores.
 - c. Disección y mejoramiento: para extraer los tejidos contaminantes visuales de la pieza. Mejora su aspecto y definición. Estimula la creatividad y el arte.
 - d. Blanqueado: aclara los tejidos de las piezas oscurecidos por oxidación y los reactivos usados en la conservación tradicional. Con peróxido de hidrógeno o hipoclorito de sodio.
 - e. Conservación y arte final: elección del método de conservación permanente y aplicación de cualquier técnica especial como parte del arte para la pieza. Estas pueden ser: repleción con polímeros, pigmentación, reparación mediante sutura y adhesión instantánea, entre otros; por separado o sus combinaciones.
4. La Solución fijadora conservadora chilena mostró ser efectivo y eficiente para la conservación del material biológico. Sin efectos irritantes, agradable en su utilización y baja toxicidad de sus componentes.
5. Durante el desarrollo de este trabajo de grado, se pudo apoyar en la inducción de uno de los maestrantes de morfología humana de manera completa, y parcial a estudiantes de medicina en la aplicación y verificación de los pasos de la restauración. Esto podría extrapolarse en que puede ser posible, con esfuerzos futuros y positivos, la capacitación, extensión y cooperación de la Universidad Nacional de Colombia (programa de Maestría en Morfología Humana) mediante el empleo y reproducción de este proyecto.

4.2 Recomendaciones

Realizar publicación total y/o parcial de los resultados de este proyecto, para contribuir con el saber y literatura en Latinoamérica en esta área del conocimiento, sin perder de vista los derechos morales y patrimoniales del autor y en favor del reconocimiento de las universidades que fueron el espíritu de este proyecto: la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Panamá.

Establecer una zona de restauración en los anfiteatros de anatomía de ambas universidades públicas de estos países, y/o adoptar este proceso como actividad diaria, anexa a los trabajos de rutina de conservación tradicional.

Utilizar la solución fijadora conservadora chilena como nueva alternativa en la conservación de material biológico. Esto por su baja toxicidad de sus componentes y alta efectividad.

Fomentar y permitir la participación y selección de estudiantes de medicina durante la etapa de disección y mejoramiento como alternativa y estrategia pedagógica ante la escasez de cuerpos humanos para disección.

Con el empleo de las tres últimas recomendaciones, se podrá ayudar a aumentar el número de piezas anatómicas en condiciones favorables para hacer frente a la escasez de cadáveres.

Buscar e implementar nuevas alternativas de restauración, fijación y conservación a partir de los aportes cognitivos de este trabajo de grado.

A. Anexo: Solución Fijadora Conservadora Chilena.

VIII Congreso Colombiano de Morfología. Taller dictado por el dr. Darío Rojas Oviedo.

Creador: dr. Alberto Rodríguez Torres, Universidad de Chile.

Fotografía: dr. Julio César Franco Castillo.

Materiales:

1. Tanque para 25 litros de solución a preparar.
2. Baldes medianos para prepara las sales (dos).
3. Guantes, máscaras, tapabocas.
4. Batas.
5. Ingredientes de la solución.

Pasos:

1. Cloruro de sodio + agua*:



2. Nitrato de sodio + agua*:



(*) Las sales se preparan en recipientes diferentes.

3. Glicerina. Esta se vierte en el recipiente para los 25 litros. Luego se agregan por separado las dos sales preparadas.

Se agrega la solución de Cloruro de sodio a la glicerina:



Glicerina

Agregar la solución de Nitrato de sodio:



Tomar un poco del alcohol etílico o de la nueva mezcla de glicerina y enjuagar los embases de preparación de las sales y luego verterlo en el recipiente de preparación:



4. Agregar el alcohol etílico (6 L):



5. Mezclar ahora el cloruro de benzalconio (2 litros):



6. Formaldehido (0.5 L):



7. Esencia con olor seleccionado - eucalipto - (0.5 L):



Ya se encuentra lista la solución fijadora conservadora chilena para ser utilizada.

B. Anexo: Descripción de las sustancias químicas.

Sustancia química	Presentación	Almacenamiento y manipulación	Toxicidad	Carcinogénico	Inflamable	Manejo de residuos
Hidróxido de Potasio KOH -potasa cáustica líquida- (14)	Líquido	No usar embases y utensilios de aluminio. Produce hidrógeno inflamable. Lavar las manos con agua y jabón.	Quemaduras químicas al aparato respiratorio, piel, ojos y al tracto gastrointestinal. Puede causar daño permanente a la vista (contacto directo).	NO.	NO.	REUTILIZABLE. Manejo como material peligroso.
Xilol o Xileno (15) C ₈ H ₁₀	Líquido.	No cerca de chispas o fuente de ignición y equipos eléctricos. Ventilación. Lavar las manos con agua y jabón.	Los vapores son más pesados que el aire. Vómito. Daños pulmonares de ligeros a graves. Cefalea, mareos, anestesia, somnolencia, desvanecimiento y otros efectos en el sistema nervioso central. Ligeramente irritante, pero no lesiona el tejido ocular. Contacto frecuente dermatitis.	NO.	Sí. 100%	Utilizar absorbente no inflamable. Manejo como material peligroso.
Hipoclorito de sodio 5% (16) NaClO	Líquido.	Ventilación. Embases de vidrio o plástico. Lavar las manos con agua y jabón.	Irritación de mucosas. Quemaduras, edema pulmonar. Náuseas, vómitos. Contacto frecuente: dermatitis.	NO. Mutaciones en bacterias.	NO.	Lavar con agua.
Nitrato de Sodio (17) NaNO ₃	Polvo	Recipientes de vidrio o plástico. Ambiente seco. Lavar las manos con agua y jabón.	Irritación gastrointestinal, piel y mucosas. Irritación en las vías tracto respiratorias puede causar metemoglobinemia, sinusitis cuada, convulsiones, taquicardia, diarrea.	NO.	NO.	Material oxidante. Lavar con agua y jabón abundante.
Glicerina (18) C ₃ H ₅ (OH) ₃	Líquido.	Ventilado, fresco y seco.	Puede irritar tracto respiratorio, piel y mucosas. Produce náusea, vómito, diarrea, fiebre.	NO.	NO.	REUTILIZABLE. Eliminación: diluir en agua y desechar.

Sustancia química	Presentación	Almacenamiento y manipulación	Toxicidad	Carcinogénico	Inflamable	Manejo de residuos
Alcohol etílico/ Etanol 95° (18) CH ₃ CH ₂ OH	Líquido	Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición.	Altas concentraciones: somnolencia, tos, irritación de los ojos y el tracto respiratorio, dolor de cabeza. Inhalación: Sensación de quemadura. Piel: Resequedad. Ojos: Irritación, enrojecimiento, dolor, sensación de quemadura. A largo plazo produce efectos narcotizantes. Afecta el sistema nervioso central. La ingestión crónica causa cirrosis en el hígado.	NO.	Sí.	Se puede realizar una incineración controlada del material una vez ha sido absorbido o se puede dejar evaporar. Considere la posibilidad de utilizar el líquido como agente de limpieza.
Cloruro de Benzalconio Al 17% (19) (20) C ₆ H ₅ CH ₂ N(CH ₃) ₂ RCl, R=mezcla de alcoholos.	Líquido.	Lugar bien ventilado, lejos de la acción directa del sol y otras fuentes de calor. Incompatible con productos fuertemente alcalinos o ácidos. Almacenar y manipular a temperatura no superior a 35°C.	Irritación en el tracto respiratorio. Irritación de las mucosas, piel y tracto gastrointestinal con náuseas, vómitos, dermatitis, hipotensión y distress respiratorio por aspiración.	NO.	NO.	Contener el material derramado con arena, tierra u otro material no combustible y depositar en contenedores limpios y secos con cierre hermético. Trasladar a un lugar seguro para su eliminación. Limpiar la zona con agua. El producto contiene tensioactivos y pueden generar espuma.
Formaldehido 36-37% CH ₂ OH (21)	Líquido	Recipientes bien cerrados. No luz. Ventilado. Alejado de fuentes de ignición y calor. Temperatura ambiente. No almacenar en recipientes metálicos.	Irritación de las mucosas, edemas en el tracto respiratorio Piel: quemaduras, reacción alérgica. Por contacto ocular: quemaduras. Por ingestión: Quemaduras en el aparato digestivo. Riesgo de perforación intestinal y de esófago.	Posible	Sí.	No permitir el paso a desagües, ríos. Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.
Esencia de eucalipto (22)	Líquido.	No manejo especial reportado.	No reportado.	NO.	NO.	No descrito.
Peróxido de Hidrógeno (H ₂ O ₂) 60% (23)	Líquido	Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición.	Corrosivo y oxidante a altas concentraciones. Favorece la combustión con otras sustancias violentas o explosivas por su poder oxidante (libera oxígeno). Irrita las mucosas y piel con riesgos de quemaduras a altas concentraciones.	NO	NO	No hay pautas homogéneas establecidas. Según la región.

C.Anexo: Resumen de eventos.

Tabla 4-1: Lengua 1 ("Laringe")					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
<p>Restauración.</p> <p>Pigmentación.</p>	<p>Se seleccionó una pieza amorfa a primera vista, de color café, gris oscuros.</p> <p>Se podía identificar la lengua (dura y reseca) en uno de sus extremos, la cual ayudaba a orientar espacialmente algunos detalles (glándulas, algunos músculos de la lengua y la cara interna de la laringe). Bajo la lengua: una masa de tejido reseco de color negro grisáceo con algunos bordes blandos sugerentes de la glándula tiroides. Otros tejidos poco identificables.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (10 días) 2. Lavado solución de H₂O₂ (1 día) 3. Cepillado + desengrasado (10 minutos) 4. Conservación SCFCh por aspersion. <p>Inmersión por 5 días.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Disección (13 horas) 6. adhesión de fibras musculares. 7. tinción de vasos arteriales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La pieza se ablanda, cambia a color gris de aspecto macerado. Excepto la lengua. 2.El tejido central de color negro grisáceo resulto ser el esqueleto laríngeo. 3. Aparecen y de definen los músculos supra e infrahioideos y el cricotiroido. 4. Se define la tráquea con sus anillos y aparecen los bronquios principales y la carina. 5. Aparecen y definen: una de las carótidas comunes y parte de cayado aórtico con sus ramas. Uno de los nervios laríngeos recurrentes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ablandamiento de la grasa y fascias del cuello: esto dificultó la disección. 2. Aparición de hongos en algunas zonas. 3. Las estructuras blandas y definidas oscurecen por oxidación. 	<p>→ Aplicación de desengrasante.</p> <p>→ Inmersión en la SCFCh por 5 días. Los hongos dejan de aparecer hasta hoy.</p> <p>→ blanqueado 1.5 horas.</p>

Tabla 4-2: Pulmón 1 (Sólo pulmones)					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
Restauración Pigmentación.	<p>Pieza: de color gris con pocos tejidos conectivos gruesos en el mediastino. Se pueden apreciar los pulmones, la tráquea con colgajos de tejido conectivo y alguno de los vasos pulmonares. No contiene el corazón.</p> <p>Pulmones: contraídos y de consistencia dura por la formalina, por lo que no se pueden distinguir con claridad sus caras, bordes, fisuras y lóbulos.</p> <p>Mediastino: contiene la tráquea, los bronquios principales, restos de tejido conectivo con pericardio fibroso y grandes vasos que hacen pensar en las arterias pulmonares.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (10 días). 2. Lavado solución de H₂O₂ (1 día) 3. Cepillado + desengrasado (15 minutos). 4. Conservación SCFCh por aspersion y inmersión. 5. Disección (6 horas). Se retiran los tejidos conectivos y los restos del saco pericárdico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La pieza ablanda sus pulmones, que al comprimir con los dedos, despiden líquido; y además oscurece un poco. 2. Disección del mediastino: permite observar en detalle los anillos cartilaginosos de la tráquea y bronquios fuertes. Se observan con claridad las arterias pulmonares y su tronco. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oscurecimiento de los pulmones. 2. arterias pulmonares colapsadas con apariencia de venas. 3. Tráquea y bronquios impresionan frágiles. 	<p>→Aclaramiento: lavado con H₂O₂.</p> <p>→Restauración no terminada.</p>

Tabla 4-3: Cardiopulmonar 2 ("Corazón roto")					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
<p>Restauración</p> <p>Pigmentación</p> <p>Repleción</p> <p>Sutura.</p>	<p>Pieza: de color gris oscuro, en el que se pueden identificar con claridad el corazón, algún extremo de alguno de los grandes vasos como de la tráquea y los pulmones izquierdo y derecho.</p> <p>Pulmones: de consistencia dura, no reseco con algunos bordes ligeramente blandos. Fisuras claras.</p> <p>Corazón: roto en su cara anterior que permite observar parte del interior del ventrículo derecho y sus accidentes.</p> <p>Mediastino superior: entre los tejidos conectivos amorfos, se observan orificios sugerentes a los extremos superiores de las grandes arterias y la tráquea. Su cara posterior poco definida.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (10 días). 2. Lavado solución de H₂O₂ (1 día) 3. Cepillado + desengrasado (15 minutos). 4. Conservación SCFCh por aspersion e inmersión. 5. Disección (11 horas). 6. Reconstrucción – suturas- (10 horas). 7. Repleción con silicona fría (20 min) 8. Pigmentación de vasos sanguíneos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La pieza se ablanda en su mediastino superior, cambiando a color gris pálido con aspecto macerado. Esto permite su disección. 2. El corazón con pocos cambios en cuanto a su rigidez, excepto en la pared anterior del ventrículo derecho, lo que permite cortarlo con tijeras para exponer con claridad sus paredes septal y posterior, las trabéculas carnosas, músculos pailares, cuerdas tendinosas y válvula tricúspide. 3. Se hacen visibles en el mediastino superior el cayado de la aorta con sus ramas (en este espécimen con cuatro ramas), la tráquea, las arterias pulmonares y los bronquios fuentes. 4. Aparecen, en el mediastino posterior, la aorta torácica, el esófago porción torácica, parte de la vena ácigos con su cayado y las 4 venas pulmonares. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ablandamiento de la grasa y otros tejidos conectivos del mediastino: esto dificultó la disección, provocando deslizamiento de los dedos e instrumentos de disección. 2. Aparición de hongos en algunas zonas profundas de las fisuras pulmonares. 3. blanqueado con hipoclorito de sodio desintegra las venas. 3. Las estructuras blandas y definidas oscurecen por oxidación. 	<p>→Aplicación de desengrasante y cepillado</p> <p>→Inmersión en la SCFCh por 5 días. Los hongos dejan de aparecer hasta hoy.</p> <p>→lavado con agua, separación de pulmones del corazón (2 nuevas piezas).</p> <p>→Desoxidación con H₂O₂.</p>

Tabla 4-4: Cardiopulmonar 3 ("Corazón entero")					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
Restauración	<p>Pieza: de color gris oscuro con pocos tejidos conectivos gruesos en el mediastino superior. Se pueden apreciar los pulmones, la tráquea envuelta de tejidos conectivos. Corazón y saco pericárdico.</p> <p>Pulmones: de color negro grisáceo y de consistencia dura con algunos bordes semi blandos. Sobre sus superficies, impresiona la pleura visceral desprendiéndose en diversas formas, tamaños y lugares, dándole un aspecto descamado.</p> <p>Corazón: de consistencia pétrea, sobre él, los vasos sanguíneos nutricios. Troncos arteriales no bien definidos.</p> <p>Mediastino superior: contiene una masa amorfa de tejidos conectivos, que no permite distinguir con claridad las estructuras anatómicas que la componen.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (9 días). 2. Lavado solución de H₂O₂ (1 día) 3. Cepillado + desengrasado (15 minutos). 4. Conservación SCFCh por aspersion y inmersión. 5. Disección (6 horas). Se retiran los tejidos conectivos conservando las grandes estructuras y las inserciones del saco pericárdico. 6. Blanqueado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se definen con claridad la tráquea y sus bronquios fuentes con sus anillos cartilagosos. 2. Se definen los grandes vasos y sus ramas. 3. Se definen alguna de las inserciones del pericardio fibroso. 4. La superficie pulmonar, mejora un poco su aspecto descamado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No ablandamiento del corazón y los pulmones. 2. Peligro de desprendimiento del pulmón derecho, al encontrar una gran fisura en su bronquio fuente 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No se realizó esfuerzos sobre este punto. <p>→Restauración no terminada.</p>

Tabla 4-5: Cardiopulmonar 4 ("Corazón extraído")					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
<p>Restauración</p> <p>Repleción</p> <p>Pigmentación.</p>	<p>Pieza: de color gris con pocos tejidos conectivos gruesos. Fue extraído de un cuerpo de un año post-disección de rutina, para aplicar el proceso de restauración y conservación. En ella se pueden identificar con claridad el corazón, los grandes vasos, la tráquea y los pulmones. En su mediastino posterior, la aorta descendente y la vena ácigos.</p> <p>Pulmones: de consistencia blanda en su mayor parte. El pulmón derecho, en su cara posterior, comenzando a endurecer y encoger. Proceso usual que corresponde a la técnica de conservación habitual del anfiteatro.</p> <p>Corazón: envuelto en su saco pericárdico de color pardo amarillento, roto en el frente para exponer el corazón. El corazón entero sin daños aparentes, cavidades duras aparentemente por coágulos en su interior. Externo, arterias coronarias y sus ramas cubiertas con tejido adiposo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (20 minutos), por la escasa cantidad de grasa y exposición a glicerina y formol de mantenimiento utilizado en el anfiteatro. 2. Conservación SCFCH por inmersión. 3. Disección (8 horas). 4. Repleción con poliuretano (20 minutos). 5. Repleción con silicona fría (v. cava superior y ácigos)-20min-. 6. Tinción con rojo carmín diluido. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La pieza ablanda sus pulmones y empalidecen cambiando a color gris muy pálido, despejando las vías aéreas. De igual forma el corazón al expulsar los coágulos de su interior durante el lavado. 2. Disección del mediastino: permite observar detalles de los grandes vasos y la vena ácigos. 3. Repleción de los pulmones. Estos comienzan a llenarse de poliuretano en toda su extensión, desde la tráquea a sus bronquios fuentes hasta la periferia pulmonar. 4. Conserva las impresiones pulmonares: costales y mediastínicas. Adopta su posición a los lados y frente al corazón como en posición anatómica normal. 5. Tinción con aspecto aproximado a pulmones órganos frescos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hubo pequeños desgarros de la entrada de la vena cava inferior, producto de la extracción de los múltiples coágulos de la aurícula derecha. 2. Derrame de poliuretano (esperado) a través de fisuras no visible del bronquio fuente y/o algún bronquio lobar del pulmón derecho. Esto provocó contaminación de la vena ácigos y otras estructuras cercanas. 	<p>→ Ninguna reparación.</p> <p>→ Lavado con tinner de las estructuras.</p>

Tabla 4-6: Hemi-cabeza 1 o izquierda ("Cabeza restaurada")					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
Restauración Repleción Pigmentación.	Pieza: de color gris oscuro, algunas partes de aspecto verdoso. No son claras las estructuras del cuello y cara. Muchos músculos rotos y deshilachados. Cara interna oscura sin definición de detalles.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (10 días). 2. Lavado solución de H₂O₂ (1 día) 3. Cepillado + desengrasado (15 minutos). 4. Conservación SCFCh por aspersion y inmersión. 5. Disección (25 horas). 6. Blanqueado (2 días) 7. Repleción con silicona fría (45min) y pigmentación de los vasos sanguíneos (45 min). 8. Adhesión de fibras musculares y nervios (40 min). 	1. Se definen con claridad la tráquea el esqueleto faríngeo, los músculos constrictores de la faringe, m. del cuello y pterigoideos, pares craneales, plexo cervical, cadena simpática cervical. También los músculos faciales, conducto parotídeo y las estructuras de la línea media.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vena yugular interna muy delgada, rota en distintos niveles y delicada. 2. necesidad de equipos especiales: lupas, separadores y recurso humano permanente, para su disección. 	→Repleción con silicona fría a través de las fisuras, el agujero rasgado posterior y su extremo inferior.

Tabla 4-7: Hemi-cabeza 2 o derecha ("Cabeza no trabajada")					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
Restauración	<p>Pieza: de color gris muy oscuro.</p> <p>Estructuras grandes superficiales son claras en el cuello.</p> <p>Cara interna negra sin definición de detalles.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (10 días). 2. Lavado solución de H₂O₂ (1 día) 3. Cepillado + desengrasado (15 minutos). 4. Conservación SCFCh por aspersion y inmersión (5 días). 5. Disección (5 horas). 6. NO blanqueado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se definen con claridad los músculos y vasos del cuello. Algunas estructuras viscerales se hacen evidentes. 2. Cara medial se definen tus estructuras y mejora el color, tornándose rojizos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disección muy laboriosa por gran cantidad de grasa, fascias y cercanía de las estructuras. 	→ Restauración no terminada.

Tabla 4-8: Riñón					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
Restauración Repleción Pigmentación.	<p>Pieza: de color negro grisáceo.</p> <p>Cuenta el uréter, la vena y arteria renal, unido a un pequeño segmento de la vena cava inferior de aproximadamente 6 cm.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (10 días). 2. Lavado solución de H₂O₂ (1 día) 3. Cepillado + desengrasado (6 minutos). 4. Conservación SCFCh por aspersion y inmersión (5 días). 5. Disección (1 horas). 6. Blanqueado 1.5 horas. 7. Tinción de vasos sanguíneos (10 min). 8. Prueba y repleción con silicona fría (15 min). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se definen con claridad los vasos sanguíneos y el uréter. 2. Sus vasos sanguíneos son los primeros en mejorar su aspecto, color y definición de entre todas las piezas. 3. Inspira el uso de polímeros muy viscosos (silicona fría) para su repleción sin derrames del polímero. 	<p>Su diminuto tamaño provoca hacer muy poco por su restauración.</p> <p>Los vasos sanguíneos mejorados colapsan fácilmente, desmejorando aún más su aspecto.</p>	→ Repleción con silicona fría y tinción de vasos sanguíneos.

Tabla 4-9: Plastrón 1 ("Intestinos rotos")					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
Restauración Repleción (prueba).	<p>Pieza: de color negro grisáceo.</p> <p>Cuenta con todas sus partes correspondientes al sistema digestivo y cardiopulmonar.</p> <p>El intestino delgado completamente desgarrado en múltiples segmentos pequeños.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua (10 días). 2. Lavado solución de H₂O₂ (1 día) 3. Cepillado + desengrasado (15 minutos). 4. Conservación SCFCh por aspersión y inmersión (5 días). 5. Disección (1 horas). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejora su aspecto, definición y color sólo con los pasos aplicados. 2. Prueba de repleción con poliuretano en colon ascendente, permitió su expansión, las haustras se delimitan, las tenias se hacen evidentes. 	<p>La segmentación múltiple del intestino delgado, no permitió la repleción.</p>	<p>→Repleción con poliuretano (prueba).</p> <p>Recomendación: aplicar adhesivo instantáneo al intestino delgado.</p>

Tabla 4-10: Plastrón 2 ("Intestinos")					
TÉCNICA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA (ANTES)	PROCESO	DESPUÉS (RESULTADOS)		
			POSITIVOS	NEGATIVOS	SOLUCIONES (APORTES)
<p>Restauración</p> <p>Repleción.</p>	<p>Pieza: de color gris marrón y partes oscuras.</p> <p>Cuenta con todas sus partes correspondientes al sistema digestivo íntegros y blandos (excepto estómago que está abierto) y cardiopulmonar sólo con el pulmón izquierdo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavado en agua + cloro (2 horas). Lavado en agua (30 min). 2. Blanqueado (1 día). 3. Conservación SCFCh por aspersion y inmersión (10 días). 4. Disección de aorta descendente y sus ramas, vías aéreas, esófago (4 horas). 5. Repleción de intestino delgado con poliuretano (2 horas). <p>Recurso humano disponible: 4.</p> <p>Un sujetador de la pieza. Un fotógrafo. Un para repletar. Un auxiliar para limpieza.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejora su aspecto, definición y color sólo con los pasos aplicados. 2. Repleción permite expandir las asas intestinales, define el color de las asas y el mesenterio. 	<p>Se bloquea el flujo de poliuretano en los puntos de dobles del intestino. Las porciones proximales se dilatan demasiado, las distales sólo con aire.</p> <p>Ocurren fugas de poliuretano por fisuras no visibles. Se necesitó otras manos. En virtud de no contar con ello, la persona que controlaba la posición de todo el plastrón tuvo también que contribuir en la limpieza y como auxiliar.</p> <p>La cara dorsal de la pieza queda arqueada hacia adelante.</p>	<p>→ Se repleta por segmentos, perforando el intestino en sus dobleces.</p> <p>Recomendación: para este proceso es necesario contar con 5 a 6 personas.</p>

Bibliografía

1. **Grupo de Apoyo Pedagógico y Formación Docente.** *Reflexiones sobre Educación Universitaria IV: DIDÁCTICA.* Bogotá : Editorial Facultad de Medicina, 2009.
2. *Laboratorio de Recursos Instruccionales.* **LEIDI, CRISTHIAN, et al.** Nº 2, pp. 35 –70., Buenos Aires, Argentina : Revista Argentina de Anatomía Online, 2011 йил Junio, Vol. Vol. 2. ISSN impresa 1853-256x / ISSN online 1852-9348.
3. *Historia de la preservación de cadáveres humanos.* **Guerra, Jaime Alfonso Beltrán.** Año 1, Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 2009 йил, Vol. 3. Morfolia - Año 1, Vol.3 - 2009.
4. **Salazar, Alexander Cruz.** Monografías.com. [Online] 2010 йил.
<http://www.monografias.com/trabajos82/reconstruccion-anatomica-alternativa-plastinacion/reconstruccion-anatomica-alternativa-plastinacion.shtml>.
5. **Fundación Wikipedia, Inc.** Wikipedia. [Online] 2013 йил 9-marzo. [Cited: 2013 йил 20-marzo.]
<http://es.wikipedia.org/wiki/Galeno>.
6. **Fresquet, José L.** *historiadelamedicina.org. historiadelamedicina.org.* [Online] 2004 йил. [Cited: 2013 йил 18-febrero.] <http://www.historiadelamedicina.org/vesalio.html>.
7. **Rodríguez, José Manuel León.** La web de las biografías. [Online] [Cited: 2013 йил 18-febrero.]
www.mcnbiografias.com.
8. **Edwards, J.J.** *Medical Muesum Technology.* Londres, Inglaterra : Oxford University Press, 1959.
9. **Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades .** ATSDR. [Online] 2010 йил 2-marzo. [Cited: 2013 йил 18-febrero.] http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.html.
10. *Análisis Multivariado Aplicado a la Etapa de Deshidratación en la Técnica de Plastinación del Riñón de Caballo.* **Rivera, M. C., et al.** n.3, Río Cuarto, Argentina. : International Journal of Morphology, 2009 йил, Vol. v.27 . ISSN 0717-9502.
11. **Albornoz, Dr. Ismael Concha.** Protocolo de restauración. *Curso: "Técnicas anatómicas tradicionales y plastinación"*. Santiago de Chile, julio de 2013.

12. **Asociación Colombiana de Morfología, ASCOM.** UANATOMY. [Online] 2012 йил 1, 2 у 3-ноviembre. [Cited: 2013 йил 18-marzo.] <http://uanatomy.blogspot.com/2013/02/memorias-viii-congreso-colombiano-de.html>.
13. *EMPLEO DE SOLUCIÓN FIJADORA CONSERVADORA CHILENA COMO ALTERNATIVA AL USO DEL FORMALDEHIDO PARA LA PRESERVACIÓN DE TEJIDOS.* **Rojas Oviedo, José Darío Ruíz Díaz, Sandra Sofía.** (1):341-344, 2010, Bucaramanga, Colombia. Universidad de Santander. : International Journal of Morphology, 2009 йил, Vol. 28.
14. **Limitada, Occidental Chemical Chile.** Oxy Chile. [Online] Occidental Chemical Chile Limitada, 2005 йил agosto. <http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/Hidroxido%20de%20potasio.pdf>.
15. **QUIMICOMPUESTOS, S.A. DE C.V.** quimicompuesto. [Online] 2008 йил 28-septiembre. <http://www.quimicompuestos.com/pdfs/ALIFATICOS/XILOL.pdf>.
16. **Seguridad, Consejo Colombiano de.** Ciproquim. [Online] 2005 йил 21-Marzo. http://www.cisproquim.org.co/HOJAS_SEGURIDAD/Hipoclorito_de_sodio.pdf.
17. **C.V., Productos Químicos de Monterrey S.A. de.** ssfe.itorizaba.edu.mx. [Online] 1998 йил 10-Diciembre. <http://ssfe.itorizaba.edu.mx/securetec/webext/secure/hoja/PROD%20QUIM%20MTY%20COMPLETO/MSDS%20NITRATO%20DE%20SODIO%20PQMTY.pdf>. UN-1498.XLS.
18. **Corporación Química Venezolana CORQUIVEN, C.A.** corquiven.com.ve. [Online] 2000 йил 15-October. <http://www.corquiven.com.ve/esp/msds/msds-glicerina.pdf>.
19. —. corquiven.com.ve. [Online] [Cited: 2013 йил 16-Abril.] http://www.corquiven.com.ve/esp/MSDS%5CMSDS-CLORURO_BENZALCONIO.pdf.
20. **PRODUCTOS QUÍMICOS SYDNEY 2000, S.A. DE C.V.** sydney2000.com.mx. [Online] [Cited: 2013 йил 16-Abril.] http://www.sydney2000.com.mx/Hoja_seguridad/CLORURO_BENZALCONIO_S.pdf.
21. **Químicas, Ander Quim Especialidades.** anderquim.com. [Online] [Cited: 2013 йил 16-Abril.] http://anderquim.com/Genericos/Genericos/Formol_FDS.pdf.
22. **CERTIKIN.** comercialgalan.com. [Online] [Cited: 2013 йил 16-Abril.] http://www.comercialgalan.com/publicaciones/Productos/piscinas/Quimicos/Fichas/hoja_tecnica_ctx-81.pdf.
23. **Oxidial Soluciones químicas.** Oxidial.com. [En línea] 30 de mayo de 2008. [Citado el: 19 de junio de 2014.] www.oxidial.com.ar/assets/files/es/peroxido-de-hidrogeno.pdf. MSDS-04.