

**ARTÍCULO****La plastificación en la Universidad Nacional de Colombia - Segunda parte****Jaime Alfonso Beltrán Guerra**

Profesor Asociado - Unidad de Anatomía y Embriología - Departamento de Morfología

Facultad de Medicina - Universidad Nacional de Colombia

jabeltrang@unal.edu.co

**LA PLASTIFICACIÓN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEGUNDA PARTE***PUBLICADO EN: Morfolia - Vol. 3 No. 3 - Año 2011***Resumen**

La plastificación representa un significativo aporte a la docencia tanto en el pregrado como en el posgrado, para aquellos interesados en el área de la conservación de cadáveres. Y beneficia directamente a los estudiantes y a los investigadores en la anatomía, porque cambia la experiencia de aprendizaje en el laboratorio de anatomía, haciéndola más confortable y perdurable. En este artículo se presenta la primera parte de la experiencia en plastificación del Departamento de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

El éxito de esta empresa, no hubiera sido posible sin el apoyo de los profesores del departamento y el entusiasmo y dedicación de los diferentes grupos de estudiantes que participaron en el proyecto.

**Palabras clave**

Plastificación, Von Hagens, resinas, plásticos, polímeros, glicerina, polímeros

El protocolo desarrollado en el Departamento, se siguió de acuerdo a la última versión del cronograma entregado ajustado a los recortes presupuestales.

En la primera fase se consiguió la implementación de la infraestructura:

- Cámara de deshidratación

refrigerada para llevar a cabo la deshidratación de las piezas.

- Cámara de curado que permite la polimerización de las muestras impregnadas a través de la vaporización del acelerante y su distribución por ventilación.
- Circuito de vacío compuesto por una bomba de vacío con sello de

agua, acoplada a un circuito de alimentación de agua y tanque de reserva. Cámara de vacío refrigerada que genera vacío alrededor de 20 psi, para impregnación con resinas plásticas en temperaturas promedio de -20 °C.

Considerando los múltiples inconvenientes reconocidos como: baja disponibilidad de piezas aptas para el proceso, es decir, piezas relativamente recientes y con bajo deterioro estructural y bajo nivel de oxidación; adicionalmente, los repetidos cortes del suministro de agua y luz que interfirieran con el proceso de impregnación al vacío y promovieran la inundación de la cámara de vacío, se dividieron las piezas probables en sólo tres grupos.

Durante las distintas fases es del proceso se obtuvieron los siguientes resultados en los diferentes procesos:

En la fijación, dado que se utilizaron en su mayoría piezas ya fijadas en formalina, se procedió a retirar la glicerina de las muestras. Así pudo verificarse dicho proceso en una solución alcohólica y de peróxido de hidrógeno, que no solo retiró eficientemente la glicerina sino que también disminuyó el nivel de oxidación de las piezas manifestado en su oscurecimiento, otorgándoles una apariencia de muestras más frescas. Esto nos permitió presentar una solución regenerante para piezas parcialmente deterioradas.

En la deshidratación, se probó el proceso secuencial con alcohol etílico en soluciones

crecientes desde el 50% hasta el 90%, para finalizar con soluciones de acetona del 100%. Dados los resultados finales, la deshidratación alternativa fue exitosa y redujo los requerimientos de acetona analítica, de muy alto costo. Al final de ella se obtuvo el reemplazo total del agua de las muestras por acetona.

El desengrasado de los órganos del encéfalo se realizó con varsol al 60% dado que el cloruro de metileno recomendado en la literatura, es incompatible con las características de la bomba de vacío; es importante aclarar que para dichos órganos, el proceso se hizo previo al método de deshidratación. Las concentraciones de varsol superiores al 80% deterioraron algunos cortes de prueba. El nivel de lípidos resultante no interfirió con la plastificación de estos órganos.

En la impregnación al vacío se llevó a cabo el reemplazo la acetona (que a su vez desplazó el agua de los tejidos de las muestras) por la resina. Esta etapa se realizó a -20 grados Celsius para aprovechar la presión de vapor particular de la acetona y evitar la polimerización espontánea de la resina, o la inducida por las aminas y otros químicos de las muestras. Se buscaron en el mercado local resinas que polimerizaran transparentes a temperatura ambiente y que en su estado inicial estuvieran en estado líquido. Se probaron dos resinas poliéster, que impregnaron adecuadamente y una de ellas, mostró tiempos lentos de curado favorables para el resultado. Fue notable el cambio de densidad de las muestras en su inmersión en la resina por polimerizar, lo cual requirió medidas de control para la flotación de las muestras durante la

impregnación.

En el proceso de curado se evidenció que: el retiro del exceso de resina debía ser hecho cuando aún las muestras estaban frías y lo más pronto posible desde su extracción de la cámara de vacío. El uso moderado de alcohol etílico contribuyó en esta tarea. Se procedió entonces al escurrimiento por gravedad de la resina sobrante. En contra de lo descrito en la literatura, el proceso de curado fue el más variable y dependiente de múltiples factores como la vaporización, la ventilación y la temperatura ambiental. Uno de los aspectos más desconcertantes fue la amplia gama de color en las piezas finales.

Al final de los 3 grupos se obtuvieron las siguientes piezas plastificadas:

1. Cinco corazones de cerdo
2. Un corazón humano
3. Un plastrón cardiotorácico
4. Un cerebro, un hemisferio cerebral
5. Un cerebelo
6. Un tronco cerebral
7. Un conjunto cerebro y tronco cerebral
8. Un ojo
9. Un Hígado
10. Un conjunto de bazo, páncreas y duodeno
11. Dos riñones
12. Un conjunto de aorta abdominal y riñón
13. Una placenta
14. Un testículo
15. Una laringe
16. Dos conjuntos pierna-pie

17. Un conjunto antebrazo-mano
18. Un corte céfalo-cervical
19. Un corte axial de cabeza

### Descripción del impacto

- Presentación a la comunidad anatómica de un proceso de plastificación efectivo con relación de costos mucho más plausible para países con limitación de recursos económicos.
- Confirmación frente a la comunidad académica del uso de la deshidratación alcohol-acetónica como alternativa viable a la deshidratación con acetona exclusiva en el proceso de plastificación.
- Presentación de las cualidades regeneradoras de piezas anatómicas de la solución de alcohol etílico y peróxido de hidrógeno que permitirá prolongar y ampliar el uso del material anatómico para la docencia y la investigación.
- Posibilitar la utilización resinas plásticas diferentes a las descritas como exclusivas para plastificación que son muy pocas y costosas.
- Poner a disposición de la comunidad universitaria de un nuevo laboratorio de plastificación que posibilita nuevos horizontes en la conservación del material

biológico

- Ampliación de las posibilidades de formación en los programas de pregrado y de postgrado de la Facultad.
- Apertura de una línea de investigación robusta, dado que posee la infraestructura y el conocimiento para desarrollar otras posibilidades como la plastificación epóxica, la plastificación de látex, la inyección plastificación combinada, la realización de atlas combinados imagenológicos y anatómicos
- Vinculación de tres profesores y doce estudiantes auxiliares de investigación a ad honorem al proyecto.

### Conclusiones del proceso

- Es factible desarrollar un proceso de plastificación a menores costos que en el circuito internacional, implementando la deshidratación combinada con alcohol, y usando resinas disponibles en el mercado para otras aplicaciones.
- Está disponible el laboratorio de plastificación en la facultad de

Medicina para los futuros desarrollos de la línea de investigación, para los futuros estudiantes de la Maestría y para los proyectos interdisciplinarios que sean propuestos.

- Las resinas poliéster son adecuadas para el proceso de plastificación de piezas anatómicas humanas.
- Existen numerosos aspectos por esclarecer y perfeccionar en el proceso, como la manipulación de los factores del curado, el manejo del color y su fijación durante el proceso o el uso de otros polímeros de consistencia más flexible. Otro aspecto sería la implementación de medidas protectoras contra los cortes de fluido eléctrico o de agua para el proceso de impregnación al vacío.
- Es clara la posibilidad de regenerar diversas piezas anatómicas para plastificarlas, lo cual permitirá salvar material muy valioso y escaso.
- La disponibilidad de órganos, plastrones y segmentos plastificados, cambiará el aprendizaje de la anatomía en todos los niveles de formación universitaria.



**Figuras No. 1 y 2.** Tallo cerebral y cerebelo, y pierna y pie plastificados.



**Figuras No. 3 y 4.** Corte cefalocervical y plastrón cardiopulmonar plastificados.

## PLASTIFICACIÓN. GUÍA DE NORMATIZACIÓN I

PROCESO	REACTIVOS	TIEMPO	TEMPERATURA
FIJACIÓN	Formol 20%, nitrato de potasio	1 semana	-4° C
REGENERACIÓN(Opcional. Material ya fijado u oxidado)	Alcohol etílico 50%, peróxido de hidrógeno 25%, agua 25%	1 – 2 semanas	15 – 20 ° C
DESENGRASE (Opcional encéfalo)	Varsol 60%, agua 40%	1 semana	15 – 20 ° C
DESHIDRATACIÓN	Alcohol etílico: 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%, Acetona 100%	72 horas por solución. 3 semanas	-10° C
IMPREGNACIÓN AL VACÍO	Resina poliéster, estireno monómero 20 psi	3 semanas	-20°C
PRECURADO	Alcohol etílico 96%	Primera hora. 72 horas	0 a 5°C
CURADO	Octoato de cobalto vaporizado y ventilado	4 – 8 semanas	15 a 20 °C

*Figura No. 5. Primera guía de normatización del proceso de plastificación en la Universidad Nacional de Colombia.*

## PLASTIFICACIÓN. GUÍA DE NORMATIZACIÓN II

PROCESO	SEGURIDAD	OBSERVACIONES
FIJACIÓN	Guantes de látex	
REGENERACIÓN (Opcional, material ya fijado u oxidado)	Guantes industriales, gafas de protección	Mejores resultados en estructuras osteomusculares
DESENGRASE (Opcional, encéfalo)	Guantes industriales, gafas de protección	
DESHIDRATACIÓN	Guantes industriales, gafas de protección, máscara multigases	Última solución de acetona clara
IMPREGNACIÓN AL VACÍO	Guantes industriales, gafas de protección, máscara multigases, peto	Control de flotación con recipientes de vidrio con alcohol etílico
PRECURADO	Guantes industriales, gafas de protección, máscara multigases, peto	Escurrimiento por gravedad del exceso de resina
CURADO	Guantes de látex	

*Figura No. 6. Segunda guía de normatización del proceso de plastificación en la Universidad Nacional de Colombia.*

## Referencias

1. Alpár A, Gál A, Kálman M, Patonary L. Local flaps for fingertip injuries plastinated hand specimens in surgery education-6th interim Conf Plast, Rochester, NY, USA, 1999. Abstract in J Int Soc Plastination 1999;14 (2): 35.
2. Amol Siicon de Cor - tech Pr 10: ensayos iniciales en el humano de James J J Int Soc Plastination ISP vol 14 (2)1999.
3. Baptista CA, Bellm T, Plagge MS, Vaiigosky M. The use of the explosion Proof freezers in plastination are they reality necessary?. J mt Soc Plastinatiofl 1992; 6(1).
4. Bore P, Boyes R, Dower R. Design of lifting gear for a plastination laboratory. Acta Anat 1997; 158: 30-32.
5. Bridgman CF, Humelbaugh FA: Plastic Embedded Teaching Specimens. Medical and Biological Illustration 1963; 13: 177.
6. Bright JM, Henry RW. Understanding standar imaging planes for two dimensional, real time echocardiography in the dog aided by plastinated specimens. 6th mt Conf Plast, Kingston, Ontario, Canadá, 1992. Abstract in J Int Soc Plastination 1992; 6(1): 13-14.
7. C.A.C.C Entius, J. W. Kuiper, W. Koops y A. De Gast. Una nueva técnica de la colocación para comparar la anatomía seccional del hombro con modalidades de diagnostico seccionales: proyección de imagen de resonancia magnética (mri), tomografía computada (Ct) y ultrasonido. J Int Soc Plastination JISP vol 7 (1) 1993.
8. Cannas M, Fuda P: Plastination of old formalin-fixed specimens. J Int Soc Plastinatiofl 5(1): 11-15,1991.
9. Cook P, Dawson B. Plastination methods used in Auckland, New zealand. J Int Soc Plastination 1996; 10(1).
10. Cook P, Dawson B. Preparation and Utilization of Bequeathed Bodies in Auckland New zealand. J Int Soc Plastinatiofl 1996; 10(1).
11. Crabb EV, Saracco CG. The use, abuse and survival of plastined dissections in teaching head and neck anatomy. 7th Int Conf Plast, Graz, Austria, 1994. Abstract in J Int Soc Plastinatiofl 1995; 9 (1): 16.

12. Dantas Prinz RA, Pereira Correia JA, Lage Moraes AM, da Silva AL, Querioz S: Fungal Contamination of plastineted Specimens. *J Int Soc Plastination* 14 (2): 20-24, 1999.
13. De la Cruz Baltazar y, Lyons W, Murray A, Hanlan J. Plastination as consolidation technique for archaeological bone, wet leather and watertogged wood. 6th Int Conf Plast, Rochester, NY, USA. 1999. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1999; 14 (2): 35.
14. Eitel F. Plastination in bone histology. 5th Int Conf Plast, Heidelberg, Germany, 1990. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1990; 4 (1): 5-6.
15. Eljack A. Plastinated placentas of domestic animals. 6th Int Cong Plast, Kingston, Ontario, Canadá, 1992.
16. Esfandiary E, Sheibanifar M. A simple and economical method in distillation of acetone for a plastinatiofl lab. 8th Int Conf Plast, Brisbane, Australia, 1996. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1996; 11(1): 10.
17. Fahlmann MTE: an Acetone-Vapor Reducing Method fro Freeze-Substitution. *J Int Soc Plastination* 12 (2): 15-16, 1997.
18. Fasel J. The use of plastination technique in surgeon's training. 4th Annual Meeting of the American Association of Clinical Anatomist, Toronto, Ontario, Canadá, 1987. Abstract in *Clin and Anat* 1998; 1(1): 64.
19. Fasel J, Mohler R, Lihmann B. Una noticia técnica para la mejora de la técnica E12. *J Int Soc Plastination* 1988; 2(1).
20. Feedback DL, Holliman JH, Papka RE. Plastination of whole animal preparations following histochemistry: in situ localitation of enzime acetylcholinesterase. *J Int Soc Plastination* 1990; 4(1): 20-32.
21. Fiori R, Canass M. Plastination in forencis pathology. 7th Int Conf Plast, Graz, Australia, 1994. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1995; 9(1): 17-18.
22. Frierson H, Walker AN, Jackson RL, Powell S. Technical communication: DNA ploidy analysis of plastinated tissue. *J int Soc Plastination* 1988; 2(2): 13-16.
23. Fritsch H: Application of plastination in embriological and histological research. 5th int Conf Plast, Heidelberg, Germany, 1990. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1990; 4(1):6.
24. Graf J. Plastination in orthopaedic surgery. 5th int conf plast, Heidelberg, Germany. 1990.

25. Grant Dahmer Notes, Review of the Plastination Technique (S10 Technique). Health Science Center in San Antonio. 1986.
26. Grant Dahmer Plastination of Large Specimens for the Teaching of Anatomy. 3rd International Conference on Plastination.
27. Griffiths inyecta los recipientes con el aire comprimido que usa el epoxy y una plantilla JISP vol 1 (2) 1998.
28. Grondin G, Grondin GG, talbot BC: the use of the siliconcone specimens for light and electron microscopy. 7 th int conf plast, kington Ontario Canada 1992. Abstract in j int Soc Plastination 6 (1): 32, 1995.
29. Grondin G, Henry RW, Janik L, Bérubé S. Reclamation of acetone in plastination laboratories: A simple and inexpensive method. Acta Anat 1997; 158: 26-29.
30. Grondin G, Olry R. Vascular Patterns of Platinated Human Hands with Special Reference to Abnormalities of the Arterial Palmar Arches. JISP 1996; 10 (1).
31. Gronding GG: acetone reecyding 4th interim conf plast, Columbus, OH, USA, 1995.
32. Gubbins B: plastination at Queen's: what worket and what did not. 6th Int Conf Plast, Kington Ontario Canada, 1992 6 (1); 9,1992.
33. Haffajee MR. Matura G: Prenatal Grow as Show by plastinated specimens. 4th Int Conf Plast, macom, Georgia, USA, 1988.
34. Harmon C. Bickley, DDS, PhD: Plastination: A New Technique for Anatomic Pathology and Forensic Science.
35. Harmon C. Bickley, DOS, PhD; Gunther von Hagens, Dr med; Frank M. Townsend, MD: An Improved Method for the Preservation of Teaching Specimens. Arch Pathol Lab Med- Vol 105, Dec 1981.
36. Henry RW Reed R, Hromis G, Lane A: Injecting ureters and renal vessels RTV silicone of the plastination of kidney. 6th interim Conf plas Plast, Rochester NY, USA, 1999. Abstract in J int Soc Plastinaton 14 (2) 30-31, 1999.

37. Henry RW: plastination of large specimens. 3rd Int Conf Plast, mobile, Al, USA, 1993. Abstract in J int soc plastination 8(1): 22,1994.

38. Henry RW: Safety in plastination laboratory. 1 st interim Conf Plast, knoxville, TN, USA, 1989.

39. Henry RW: the art of plastination preservation of biological specimens for the 21th Century. What we can expect, how much it cost? Summer conference of AAVA, Blackburg, VA, USA, 1998. Abstract in Proceeding of the Scientific Program of the American Association of Veterinari Anatomists. 1998.

40. Holladay SO. Características especiales y ventajas del secador plastinators de la helada. JISP 1988; 2(2).

41. Kularbkaewi C, de Peter C, Yutanawiboonchai W, Von Hagens G. Especímenes de la patología de plastinated en la temperatura ambiente en Tailandia. JISP 1996; 11(1).

42. Lischka M, Priboda M: Stablishing and operating a plastination laboratory at the institute of anatomy, university of Vienna. J int Soc Plastination 1 (1): 12-16, 1987.

43. Mathura G, Satyapal kS. Busqueda para la transparencia en la plastination. J Int Soc Plastination 2000; 15(1).

44. McQuillen PM, LeGrande YD, Hahn MB, Wade RS: Use of plastinated anatomical preparations in teaching regional anesthetics techniques. J Inc Soc Plastination 8 (1):15-18, 1994.

45. Michael T.E. Fahlman una acetona - vapor que reduce el método para la congelación-sustitución JISP vol 15 (2) 1997.

46. Michael Wu y Peter Haase plastination de los especímenes de neuroanatomical: hace congelar antes de la disección da un distinción mejor entre las zonas y de la fibra de los núcleos JISP vol 11(1)1996.

47. Ming, E. Subarachnoid Zhang una técnica para preservar el espacio y su contenido e un estado natural con diversos colores po - Chungkin JISP vol 14 (1) 1999.

48. Mircea - Constantin Sora Peter Brugger el cerebro p 40 rebana plastination usando el metanol para la deshidratación JISP vol 15(1)2000.

49. Müller A, Guhr A, Leucht W, von Hagens G: multicentricity of breast cancer. Results of

a study using plastination of mastectomy specimens. *J Inc Soc Plastination* 3 (1): 8-14, 1989.

50. Nerantzis C, Antonakis E, Avgoustakis O. A New Corrosion Casting Technique. *Anat Rec* 1978; 191: 321-326.

51. Pereira JA, Dantas RA, Benavides de Freitas EC, Antunes LH. Labelling and Storing plastinated speamens - an experiense from the University Federal do Río de Janeiro. *JISP* 1998; 13(2).

52. Pretonus WF: Formula for embalming of cadavers for student dissection an the modification thereof for plastination. *J mt Soc Plastination* 9 (2): 28-30, 1997.

53. Resh KDM, Pemeczky A: Use of plastinated crania in neuroendoscopy . *J Int Soc Plastination* 8 (1): 12-14, 1994.

54. Ripani M, Bassi A, Perracchio L, Boccia ML, Tomaselli G, Giacomelli L, Messinett 5, Marinoszzi G: Comparative analysis of a plastination specimen and clinical diagnostic images. *J Int Soc Plastination* 8 (1): 12-14, 1994.

55. Ripani M, Bocaa L, Cervone P, De vargas Macciucca M: Light microscopy of plastined tissue. Can plastinated organs be considered viable for structural observation?. *J mt Soc Plastination* 11(19: 28-30, 1996.

56. Shibata S, Manabe T, Yamashita K. Kajita H: Role of the Medical Museum in the Teaching Medical Students. *Arch Pathol Lab Med* 115:539-543, 1991.

57. Sivrev D, Kayriakov J, Trifonov Z, Djalebov O, Atanasov M: Combined Plastination methods for preparation of improve ophthalmologic teaching models. *J Int Soc Plastination* 12 (2): 12-14, 1997.

58. Sora, peter Brugger, y Hannes Traxler de la impregnation P 40 plastination de las rebanadas humanas del cerebro: comparación entre las diversas inmersiones y condiciones Mircea Constantin *JISP* vol 14 (1) 1999.

59. Tiedemann K. Un empalme silicon - impregnado de la rodilla como modelo natural para artrocopy. *J Int Soc Plastination* 1988; 2(1).

60. Tiedemann K, Egerer G. Vasculanzation and glomerular ultrastructure in me pig mesonephros. *Cell Tissue Res* 1984; 238:165-175.

61. Tiedemann K, Egerer G: Vascularization and glomerular ultrastructure in the pig mesonephros. *Cell Tissue Res* 238:165-175, 1984.

62. Tiedemann, K. And Von Hagens, G: The Technique of Heart Plastination. Alan R.Liss, Inc.1982.
63. UCI Willed Body Program: Introduction to Medical School Embalming.
64. Von Hagens, G: Impregnation of soft Biological specimens with Thermosetting Resins and Elastomers. Anat. Rec. 194: Pág 247-256. 1979.
65. Von Hagens G. Polymers for Plastination. Biodur Heidelberg 1985.
66. Weiglein AH. Plastination in neurosaences. Acta Anat 1993; 158(1): 32-35.
67. Weiglein AH. Plastination in the neurosciences. Acta Anat 1997; 158: 6-9.
68. Morton-Jones D. H. Procesamiento de plásticos Editorial Limusa, 5 A de CV grupo noriega editores 2004 México.
69. Brier, B Thoroughly a modern mummy Archaeology 2001 vol 54 (1): 44.
70. Cardenas, Felipe La momia de Pisba Boletin del Museo del Oro 1990 27
- 71 .Llagostera Agustin Patrones de momificación chinchorro en colecciones Uhle y Nielsen, Revista de Antropología Chilena 2003 vol35(1 ):5-22.
72. Las momias de la Laguna National Geographic 1999 vol5 (5).
73. Congeladas en tiempo Nacional Geographic 1999 vol5(5).
74. Niessembaum , arie Molecular arqheology: organic geochemistry of egyptian mummies Journal of Archaeological saence 1992 vol 1 9(!) 1-8.
75. Massachusetts toxics. Use Institute formaldehido.
76. Chaynes p., Mingotaud, A. F. Análisis of Comercial plastination agents Surg Radiol Anat 2004 26235-238.

## VIDEO TAPE

Cook P, Bamett R. Practical applications in Plastination. An informative and comprehensive video tape presenting each of the major plastination techniques in a clear, step by step formal. Departments of Anatomy, University of Auckland and University of Otago, New Zealand, 1996. 90' de duración.

---