

## **FUNCIÓN, USO Y EXPOSICIÓN: EL CASO DE LOS MODELOS ANATÓMICOS DEL DR. AUZOUX**

**Isabel M<sup>a</sup> García Fernández, Facultad de Bellas Artes, UCM**  
*museoig@art.ucm.es*

**Silvia García Fernández Villa, Facultad de Bellas Artes, UCM, *sgfv@art.ucm.es***

**Margarita San Andrés Moya, Facultad de Bellas Artes, UCM, *msm@art.ucm.es***

**Joaquín Sánchez de Lollano Prieto, Facultad de Veterinaria, UCM,**  
*jsdelollano@vet.ucm.es*

### **INTRODUCCIÓN**

Uno de los grandes retos de la conservación del patrimonio es lograr un equilibrio entre el posible uso y su conservación. La relación entre la conservación y la exposición es un tema que ha estado y está muy presente en la vida de los museos, lo que ha generado una abundante y útil bibliografía. Sin embargo, el acceso a las colecciones con fines investigadores o educativos y su influencia en la conservación no se ha tratado con tanta profundidad. El presente trabajo plantea los problemas de conservación de un tipo de bien cultural cuyo fin es eminentemente didáctico, como por ejemplo los modelos anatómicos que forman parte ya de importantes colecciones universitarias y museísticas. En concreto, el presente trabajo aborda la problemática específica de conservación y restauración de los afamados modelos anatómicos del Dr. Auzoux (1797-1880). De estos modelos, la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) posee una de las colecciones más importantes del mundo, en la que encontramos verdaderas joyas que combinan en su producción el rigor científico y un apreciable sentido estético.

Para esta comunicación hemos elegido una pieza muy representativa por su valor y significado, que muestra de manera clara los problemas de conservación asociados a estas colecciones. Se ha llevado a cabo un estudio técnico para conocer más a fondo las técnicas de fabricación y se ha planteado una propuesta de tratamiento que le devuelva parte de su uso original, impidiendo que se convierta en mero objeto de museo donde sólo es posible su contemplación.

### **LOS MODELOS ANATÓMICOS**

Los modelos anatómicos del Dr. Auzoux (1) fabricados en papel maché ganaron la aprobación de las academias científicas y médicas en la década de 1820 y pronto se convirtieron en un éxito comercial. Se vendie-

ron por todo el mundo hasta que los modelos hechos en plástico o esca-yola los reemplazaron. Se utilizaron en instituciones educativas —universidades y escuelas secundarias— y en hospitales (Dreyfuss, 1986). Además, fueron accesibles a particulares, que podían alquilarlos a bajo precio. Los primeros modelos fabricados fueron órganos humanos y maniqués con forma humana. En poco tiempo, la producción se diversificó, y a partir de 1840 se fabricaron modelos de animales y plantas, y también series de órganos de animales que mostraban el sistema nervioso, la circulación sanguínea, el corazón, el cerebro o el sistema digestivo. El Dr. Auzoux los utilizaba en sus conferencias y los mostraba en ferias como la Gran Exposición de 1851 en Londres, donde recibió muchos premios, así como en la Exposición Universal de París 1855.

### TÉCNICA DE FABRICACIÓN

La introducción del papel maché en la creación de modelos anatómicos utilizados en la docencia y en el ejercicio de la profesión médica supuso un cambio radical, ya que con anterioridad se fabricaban en cera. Este material reproducía los detalles con gran minuciosidad, pero resultaba frágil para una frecuente manipulación. El papel maché demostró tener la suficiente dureza para producir modelos desmontables, que pudieran ser manipulados y cuyo coste resultaba diez veces más barato que los realizados en cera.

Para su fabricación se utilizaban moldes y los modelos estaban hechos siguiendo la técnica desarrollada por el Dr. Auzoux basada, por otra parte, en la antigua tradición de elaboración de maniqués y juguetes. Los métodos de fabricación de las piezas aparecen bastante claros gracias a un documental realizado en 1986 bajo la supervisión del último director de la fábrica, y que se muestra en el Musée de l'Ecorché d'Anatomie de Neubourg. Destaca la fabricación de las piezas sólidas, para las que se utilizaron moldes de metal (aleación de antimonio, plomo y estaño) en un soporte de madera. Tres capas de tiras de papel se iban empastando en el molde creando una carcasa, que se rellenaba con una pasta denominada *terre*, compuesta por engrudo de harina, trozos de papel rasgado, estopa picada, blanco de Meudon (carbonato cálcico) y polvo de corcho (2). La mezcla era amasada por un sistema de mazos operado por un caballo. Luego se rellenaba la carcasa, se cerraban las dos partes del molde y se prensaba en una prensa de sidra. De esta manera, se secaba el papel maché configurando una pieza compacta. Finalmente, la pieza pasaba por las manos de un «ajustador» que quitaba las rebabas y cubría las juntas e imperfecciones con papel encolado (Grob, 2000 y Motel 2004) (3).

Para los modelos de gran formato y formato vertical se utilizaron soportes internos hechos de hierro para conseguir estabilidad. Después, los modelos se pintaban para acentuar su realismo y se les aplicaba una capa

de protección (4). Se utilizaron bisagras y pernos de hierro o cobre para la sujeción de las piezas (5).

### ESTADO DE CONSERVACIÓN

Aunque estas colecciones son conocidas y apreciadas desde hace ya algunos años, es en la actualidad cuando se están llevando a cabo exhaustivos proyectos de conservación-restauración, con el fin de poner en valor este importante patrimonio (6) (Mulder, 1992).

El Museo Boerhaave de Leiden posee la colección más numerosa de modelos zoológicos de Auzoux (7). La segunda gran colección es la que posee la UCM en la Facultad de Veterinaria, todavía inédita y de la que, hasta la fecha, se han recuperado 43 piezas, de las cuales 34 son modelos zoológicos.

Su deficiente estado de conservación se debe a su uso frecuente para la docencia y a las condiciones ambientales a las que los modelos han estado expuestos y almacenados desde su fabricación; a ello hay que añadir que nunca se los ha restaurado ni aplicado ninguna medida de conservación. Los daños identificados afectan a su pérdida de funcionalidad por la fragilidad que presentan, que es determinante en el momento de ser manipulados.

El proyecto de conservación de la colección de la Facultad de Veterinaria ha comenzado con el análisis y tratamiento de una pieza muy relevante, de gran valor y singularidad, ya que, además de otro ejemplar en la misma colección, no se conocen más hasta la fecha (8).

### PROPUESTA DE TRATAMIENTO

Descripción: Extremidad posterior izquierda de équido que muestra diversas localizaciones de procesos inflamatorios en bolsas sinoviales. Dimensiones: 12 x 80 x 24 cm. No conserva la firma. **(Figura 1)**.

El modelo anatómico estudiado está fabricado según el sistema propio desarrollado por Auzoux y descrito más arriba y en diversas fuentes bibliográficas (Nijhoff *et al.*, 2008; Motel, 2004); además, la mitad de la pieza está recubierta por pelo natural que simula perfectamente la anatomía del caballo. La pieza se encuentra en un estado de conservación crítico, presenta una gran cantidad de suciedad superficial, así como levantamientos generalizados de la policromía, mostrando numerosos craquelados, cazoletas y diversas pérdidas.

El tratamiento propuesto implica, en primer lugar, la fijación de la capa de policromía: las primeras pruebas revelan que es posible la regeneración de parte del adhesivo con aplicación controlada de vapor de agua,

mediante el uso de una pistola de vapor por ultrasonidos, con lo que, en la mayoría de los casos, no será necesario aplicar capa de adhesivo. En los levantamientos más graves se han obtenido excelentes resultados con cola de pescado (preparada al 3 %) y, en casos más acusados, con Beva film. Una vez concluido este proceso, se procederá a la limpieza de la suciedad acumulada en superficie y, posteriormente, a la protección final si esto fuera necesario.

La nueva función de la pieza, que ya no se empleará como modelo anatómico, sino como ejemplo de la historia de la anatomía del siglo XIX, determina en gran manera su proceso de restauración. Así, no será necesario reintegrar cromáticamente las zonas perdidas (policromía en venas, tendones, etc.), ya que la pieza ha perdido en gran medida su valor didáctico, y en la actualidad prima su valor histórico y documental (9).

### ESTUDIO TÉCNICO

Con el fin de estudiar su estructura interna, se ha realizado un examen radiográfico, empleando unos parámetros de 90 kV, 10 mA y tiempos de 14 segundos (radiografía frontal) y 18 segundos (radiografía lateral), a una distancia de 200 cm (**Figura 2**). La información aportada ha resultado de gran relevancia: así, se aprecia que la pieza está realizada a partir de la unión de dos carcasas de papel encolado, unidas entre sí mediante varios alambres, posiblemente de hierro (ver también Karlson, 1998). Estas carcasas, como se ha descrito más arriba, se rellenaron con una pasta heterogénea compactada y prensada que, mediante inspección ocular, se puede apreciar en algunas zonas de la pieza. Además, aparecen multitud de puntas de cabeza perdida, clavos, así como finos hilos metálicos en diversas zonas; estos últimos se emplearon para añadir pequeños volúmenes sobre el volumen principal.

Atendiendo a su función didáctica, la mitad de la pieza fue policromada para, de esta manera, representar las distintas características anatómicas y los diversos procesos inflamatorios. Antes de aplicar esta policromía, la superficie se recubrió de una capa de color blanco (aparejo) sobre la que se perfilaron algunas líneas de color rojo (representan arterias) y otras de color blanco (representan tendones). Las bolsas sinoviales que simulan los procesos inflamatorios se muestran en volumen mediante el uso de algodón en rama forrado con papel teñido en azul o en rojo.

Con el fin de estudiar el procedimiento de aplicación y los pigmentos utilizados, se han tomado micromuestras, que corresponden al aparejo (CAP-1) y a las zonas pintadas en azul (CAP-2), rojo (CAP-3) y blanco (CAP-4). Tras su inclusión en resina, se ha analizado su correspondiente corte transversal. También se han estudiado algunas micromuestras sin incluir. Las técnicas analíticas utilizadas han sido microscopía óptica (MO), microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX) y espectroscopia

FTIR-ATR. En la Tabla 1 se resumen las características de las muestras observadas por microscopía óptica (MO) y microscopía electrónica de barrido en modo electrones retrodispersados (BSE).

**Tabla 1. Muestras estudiadas, características y elementos químicos identificados**

Referencia	MO: capas, color y espesor ( $\mu\text{m}$ )	Observación en SEM (BSE)	Elementos químicos identificados (EDX)
CAP-1 (aparejo)	1- capa blanca (40)	Elevada densidad electrónica.	Pb
	2 - capa translúcida (25)	Baja densidad electrónica	Orgánica
	3 - capa blanca (40)	Elevada densidad electrónica	Pb
	4 - capa translúcida (25)	Baja densidad electrónica	Orgánica
CAP-2 (papel teñido en azul)	1- soporte papel	Baja densidad electrónica	Orgánica
	2 - papel teñido azul	Baja densidad electrónica	Orgánica
CAP-3 (zona de color rojo)	1- soporte (papel)	Baja densidad electrónica	Orgánica
	2 - capa blanca (70)	Elevada densidad electrónica	Pb
	3 - color marrón-rojizo (40)	Baja densidad electrónica. Aspecto heterogéneo	S y Ca en algunas partículas (las de mayor densidad electrónica)
	4 - rojo (1)	Elevada densidad electrónica	S, Hg
	5 - color marrón-rojizo (15)	Baja densidad electrónica. Aspecto heterogéneo	S y Ca en algunas partículas (las de mayor densidad electrónica)
	6 - rojo (2)	Elevada densidad electrónica	S, Hg
	7 - translúcido (20)	Baja densidad electrónica	Orgánica
CAP-4 (zona de color blanco)	1- capa blanca (35)	Elevada densidad electrónica	Pb
	2- capa translúcida (50)	Baja densidad electrónica	Orgánica

Como ya se ha indicado, el aparejo es de color blanco, su observación por MEB constata que se trata de un pigmento de elevada densidad electrónica y en el espectro por dispersión de energías de rayos X (DEX) se ha identificado plomo (Pb). Por otra parte, en el espectro FTIR-ATR (**Figura 3**) CAP-1 (capa interior), se han reconocido las bandas correspondientes al grupo carbonato:  $\nu[\text{CO}_3^{2-}] = 1385 \text{ cm}^{-1}$  (muy fuerte y ancha),  $\delta[\text{O-C-O}] = 685 \text{ cm}^{-1}$  (fuerte y estrecha). Además, se aprecia una intensa banda que aparece a  $1046 \text{ cm}^{-1}$  y que es característica del carbonato de plomo (II). También se ha identificado la banda de tensión del grupo OH ( $\nu_{\text{OH}} = 3540 \text{ cm}^{-1}$ ). A partir de estos resultados, se deduce que el pigmento utilizado en la aplicación del aparejo ha sido blanco de plomo  $[\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$ . En la muestra correspondiente al papel teñido de azul (CAP-2), no se ha podido determinar el pigmento utilizado. Los análisis efectuados por SEM-EDX llevan a la conclusión de que se trata de un pigmento orgánico, aunque por espectroscopia FTIR-ATR no se han podido obtener datos concluyentes. La muestra correspondiente a la zona roja (CAP-3) (**Figura 4**) presenta una sucesión de capas

de color blanco (aparejo), marrón rojizo y rojo (**Tabla 1**). Las capas 3 y 5 presentan una baja densidad electrónica en BSE; mediante DEX, se han detectado partículas que contienen S y Ca. Entre medias se aprecian dos capas muy finas de elevada densidad electrónica en las que se han identificado azufre (S) y mercurio (Hg) (capas 4 y 6). Por tanto, el color rojo de esta zona se ha obtenido mediante la aplicación de capas sucesivas de un colorante orgánico aplicado con un sustrato de yeso y bermellón (HgS). La micromuestra extraída de la zona blanca (CAP-4) tiene la misma composición que el aparejo, es decir, se trata de blanco de plomo  $[\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$ . Igualmente está recubierta de una gruesa capa de un recubrimiento de naturaleza orgánica.

Este recubrimiento se ha analizado mediante espectroscopia FTIR-ATR. En su espectro [Fig. 3 CAP-1 (capa exterior)] se han identificado las bandas Amida I ( $\nu\text{C}=\text{O}$ :  $1640\text{ cm}^{-1}$ ) y Amida II ( $\delta\text{N}-\text{H}$  [ $-\text{C}(\text{O})-\text{NH}-$ ]  $1543\text{ cm}^{-1}$ ), ambas son características de las proteínas, junto con las bandas de tensión del grupo  $-\text{NH}$  ( $3300\text{ cm}^{-1}$ ) y  $-\text{CH}_2-$  ( $2926$  y  $2856\text{ cm}^{-1}$ ). En la zona de la huella dactilar se han detectado bandas correspondientes a los diferentes compuestos depositados sobre la superficie de este recubrimiento: carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), sulfato cálcico hidratado [ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ] y aluminosilicatos.

## CONCLUSIONES

El estudio del modelo anatómico que representa la extremidad posterior izquierda de un équido perteneciente a las colecciones de la Facultad de Veterinaria de la UCM nos ha permitido descubrir un importante patrimonio histórico de gran valor cultural. Gracias a los estudios científicos realizados, se han podido comprobar las técnicas de fabricación, que ponen de manifiesto la existencia de una estructura interna de metal y elementos de refuerzo también metálicos. Asimismo, se han identificado tanto el aparejo compuesto de blanco de plomo, como la utilización de determinados pigmentos orgánicos para teñir el papel que recubre las partes que representan los procesos inflamatorios. Además, se ha comprobado que la pieza está recubierta con una capa de cola animal para su protección.

Todo lo anterior ha contribuido a valorar su respuesta a los factores medioambientales, destacando su alta sensibilidad al daño producido por la luz, por lo que se tendrán en cuenta medidas especiales de control para su almacenaje y exposición.

## NOTAS

1. Louis Thomas Jérôme Auzoux (1797-1880) estudió medicina en París y fue discípulo del famoso cirujano francés G. Dupuytren. Como consecuencia de la escasez de cadáveres para el estudio de la anatomía y sus problemas de conservación, investigó y des-

arrolló una técnica para crear modelos anatómicos hechos en papel-maché. Los primeros ensayos se remontan a 1819, y para ellos se inspiró en los modelos de Jean François Ameline, aunque pronto desarrolló una técnica propia. En 1822 presentó a la Real Academia de Medicina el *membre abdominal* que mostraba con gran exactitud los músculos, vasos sanguíneos, nervios y ligamentos. En 1824, después de un informe favorable de la Academia, realizó su primer encargo oficial, un modelo humano completo al que siguieron muchos más para destino de centros educativos. En 1828 comenzó la producción en serie de estos modelos y para ello abrió una fábrica en Saint Aubin d'Ecrosville, su ciudad natal, donde no dejó de perfeccionar su técnica. Sus modelos anatómicos se vendieron por todo el mundo durante 150 años. Los modelos más apreciados son los desmontables, que se los conoce como anatomías clásticas (del griego *klastós* [roto en fragmentos o separable en partes]) (Davis, 1975; Motel, 2004; Dubosc, 2006).

2. En la proporción de este último componente radica el secreto de la fabricación de las piezas. La fórmula se transmitió oralmente, con los inconvenientes que ello conlleva.

3. La exposición permanente del Musée de l'Ecorché d'Anatomie de Neubourg reproduce las técnicas de fabricación en sus distintas fases; además, se documentan en un audiovisual que se muestra en el museo. Estas técnicas se encuentran también resumidas en Nijhoff, 2008, p. 287.

4. Al principio, se empleaba una capa que contenía cola de pescado; a partir de 1917 se utiliza barniz de madera.

5. Existía un control de calidad de los modelos, aunque no todos se firmaban y databan; para ello se utilizaba tinta marrón.

6. En el año 2004, el gobierno holandés subvencionó un proyecto de restauración de cuatro años para las piezas del Museo Boerhaave; en Francia, se ha llevado a cabo una importante investigación sobre la restauración de un caballo perteneciente al MéVa (Escuela de Veterinaria de Maisons-Alfort), y en Argentina, en el Colegio Nacional de Buenos Aires, se está llevando a cabo desde 2007 un proyecto integral para la conservación de los modelos anatómicos hechos en papel maché en el siglo XIX pertenecientes al departamento de Biología, y en el que participan docentes y alumnos.

7. Después de que en 1980 comprara la colección al laboratorio zoológico de la Universidad de Leiden. En esta colección hay 48 modelos zoológicos. Ver Nijhoff, 2008, p. 285.

8. La anatomía de los caballos fue muy importante para las escuelas veterinarias y la instrucción de las escuelas militares de caballería, de ahí que el propio Auzoux impartiera cursos de anatomía y fisiología del caballo. Ver Motel, 2004, p. 40.

9. Las restauraciones realizadas hasta la fecha sobre diversos modelos anatómicos del Dr. Auzoux incluyen desde intervenciones meramente de conservación preventiva o curativa (por ejemplo, las realizadas en el Smithsonian National Museum) hasta intervenciones plenamente restauradoras, como las llevadas a cabo en el Museo Boerhaave (Leiden) o en el Méva en Maisons-Alfort (Francia).

## BIBLIOGRAFÍA

CHADAREVIAN, S. DE; HOPWOOD, N. (eds.), *Models: The Third Dimension of Science*, Stanford, Stanford University Press, 2004.

DAVIS, A. B., «Louis Thomas Jérôme Auzoux and the Papier-Mâché Anatomical Model», *Rivista di Storia delle Scienze Mediche e Naturali Review of the History of the Sciences Medical and Natural*, vol XX. De las Actas del International Congress on Ceroplastics Science and in Art, Florencia, 3-7 junio, 1975.

DREYFUSS, M., «The anatomical models of Dr. Auzoux», *Medical Heritage*, ene-feb, 2 (1), 1986, pp. 60-62.

DUBOSC, F., «Le muse de l'Ecorché d'anatomie du Dr. Auzoux», *La revue du Practicen*, 2006, vol. 56, 16 pp. 1850-1853.

GROB, B., *The World of Auzoux: Models of Man and Beast in Papier-Mâché*, Leiden (Países Bajos), Museum Boerhaave, 2000.

- KARLSON, O., «Ein Pappmaché-Pferd aus Halle», *Restauro*, 2, marzo-abril, 1998, pp. 102-107.
- MOTEL, J.-J., *L'Anatomie Clastique et le Musée de L'ecorché d'Anatomie du Neubourg*, Barc, Jean-Jacques Motel, 2004.
- MULDER, W. J., «L. Th. J. Auzoux's Models Used for the Dissemination of Anatomic Knowledge», *Proceedings 6th Congress E.A.M.H.S.M.*, Leiden (Países Bajos), 1992, pp. 129-136.
- NIJHOFF ASSER, E. B.; REISSLAND, B.; GROB, J. W.; GOETZ, E., «Lost fingers, scurfy skin and corroding veins- conservation of anatomical papier mâché models by Dr. Auzoux», *Preprints ICOM Committee for Conservation*, vol. I, 2008, pp. 285-292.

### AGRADECIMIENTOS

---

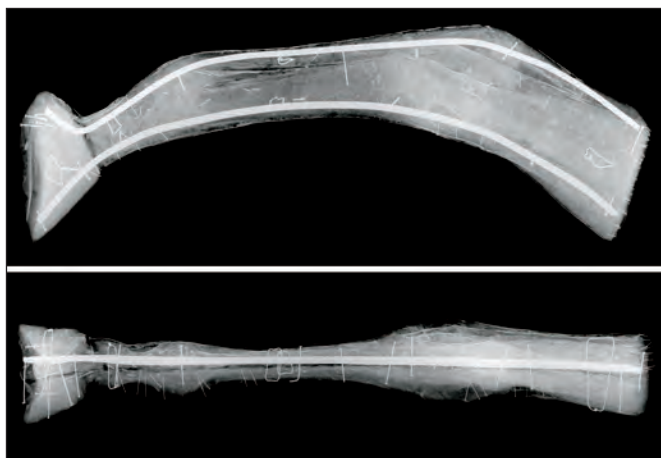
Al Dr. José Manuel de la Roja y a los proyectos PR34/07-15834 *Conservación y puesta en valor de los Museos Universitarios de la UCM* y HAR2008-05616/HIST *Nueva propuesta museológica y museográfica de las colecciones científicas universitarias*.



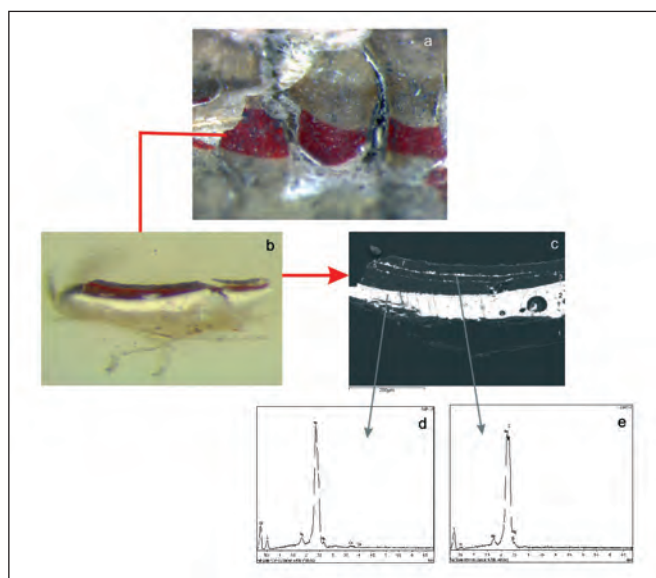
## ISABEL GARCÍA FERNÁNDEZ Y OTROS



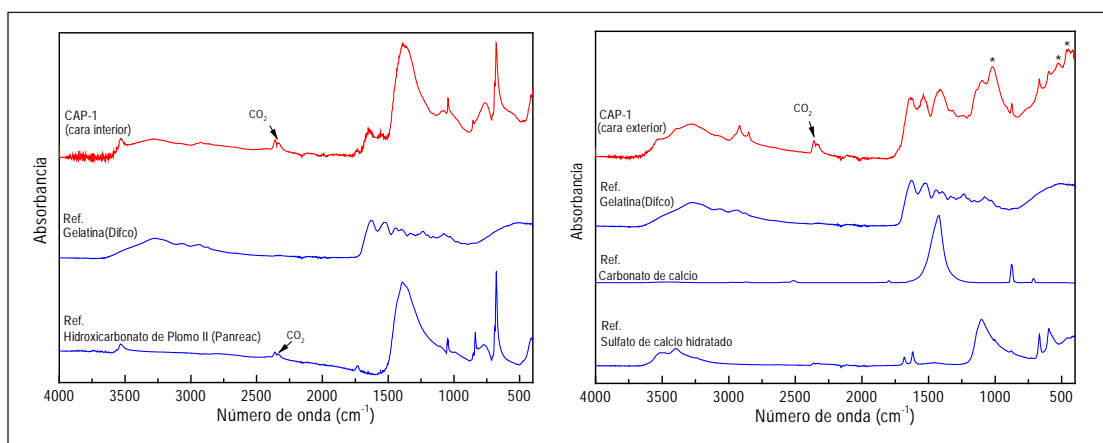
**Fig. 1.** Vista general del modelo anatómico que representa la extremidad posterior izquierda de un équido.



**Fig. 2.** Radiografía del frente y perfil del modelo anatómico estudiado (película D7 ancho de 30 cm).



**Fig. 3.** Espectros FTIR - ATR micromuestra correspondiente al aparejo (CAP - 1). Cara interior: espectro de la cara interior de la muestra y comparación con espectros de referencia. Cara exterior: espectro de la cara exterior de la muestra y comparación con espectros de referencia. Las bandas marcadas (\*) corresponden a silicatos.



**Fig. 4.** Muestra CAP - 3: a) Zona de toma de muestra; b) Imagen en MO; c) Imagen en SEM (BSE); d) Microanálisis por EDX, capa blanca en MO y elevada densidad electrónica en SEM (BSE); e) Microanálisis por EDX, capa roja en MO y elevada densidad electrónica en SEM (BSE).