

Taller de replicado paleontológico -falsificadores-

Workshop of paleontological copies -forgers-

AINARA ABERASTURI RODRÍGUEZ¹ Y ANA GONZÁLEZ TOMÁS²

¹ Escuela Taller de Restauración Paleontológica. Avda. Sagunto s/n Edificio Dinópolis. Teruel. C/e: etrpdireccion@aragon.es

² Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis. Avda. Sagunto s/n Edificio Dinópolis. Teruel. C/e: gonzalez@fundaciondinopolis.org

Resumen Las réplicas en paleontología resultan ser herramientas fundamentales que favorecen la conservación del patrimonio paleontológico, facilitan las labores de investigación al trabajar con elementos de menor peso y fragilidad que los originales, posibilitan el intercambio de ejemplares entre diferentes instituciones a la vez y pueden ser utilizadas en exposiciones y museos, constituyendo un elemento importante en la difusión de la paleontología.

Existen diferentes técnicas de reproducción así como una extensa gama de productos a emplear. La elección de uno u otro dependerá del fósil que se quiera replicar y de los medios que se disponga.

Palabras clave: Fósil, patrimonio, molde, réplica.

Abstract *Copies are such a very useful tools in paleontology that provides the conservation of the paleontological heritage, they make it easier the research works because they weigh less and they are less fragile than the originals, they make possible the share of several pieces into different paleontological centres and they can be used in travelling shows and in museums as a static displays too. For all these reasons they are really important items in the general spreading of the paleontology.*

There are several laboratory techniques and a wide selection of materials to make the copies, the choice between one and another will depend on the fossil (size, weigh and shape) and on the resorts each one had.

Keywords: *Fossil, heritage, cast, copy*

INTRODUCCIÓN

La paleontología es la ciencia que trata de desentrañar aspectos de la vida del pasado utilizando a los fósiles como herramienta fundamental. El estudio de los fósiles resulta muy útil a la hora de reconstruir ecosistemas pasados, condiciones geográficas, climatológicas y ambientales así como a la hora de establecer pautas evolutivas en el mundo biológico.

El hecho de ser un fósil es por sí mismo algo único e irreplicable ya que la fosilización es la suma de una serie de procesos físico-químicos, temporales e incluso azarosos en los que únicamente el 0,1% de las veces un organismo o resto biológico da lugar a un fósil, lo que aumenta exponencialmente su valor.

Conviene recordar además que los fósiles integran la lista de Patrimonio Protegido tanto en el ámbito nacional como a nivel de Comunidad Autónoma

según la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español y la Ley 3/1999 de Patrimonio Cultural Aragonés, respectivamente.

Conociendo pues la importancia de los fósiles nos vemos en la obligación de tomar medidas para protegerlos adecuadamente ante las posibles maniobras durante su estudio, transporte, exposición etc. y una buena alternativa para ello, entre otras medidas, resulta la confección de réplicas del fósil original. De esta manera el fósil podrá permanecer a salvo en su lugar de almacenaje y cualquier manipulación se realizará sobre la réplica.

El hecho de contar con réplicas nos ofrece también la posibilidad de intercambiar piezas con otras instituciones paleontológicas o pequeños museos ampliando así nuestras respectivas colecciones y favoreciendo al tiempo el análisis de especímenes por diversos autores.

Los museos, a su vez, ofrecen la posibilidad al público de admirar reconstrucciones a escala, con

la expectación que eso conlleva, de los esqueletos de los grandes vertebrados que, prescindiendo de las réplicas, resultarían muy complicadas debido al peso de los grandes huesos originales y a la posibilidad de sufrir desperfectos.

También podemos realizar réplicas en un yacimiento cuando encontramos, excepcionalmente, elementos esqueléticos semiarticulados, o cierta concentración inusual de fósiles, o incluso en yacimientos de icnitas o cualquier otra huella de actividad fósil, para dejar registro de la posición de esos fósiles o huesos que nos ayudará en la interpretación sobre la formación de dichos yacimientos.

Como elementos de apoyo para la difusión de la paleontología, las réplicas suponen una herramienta básica, ya que permiten organizar exposiciones, fijas o itinerantes, llevar a cabo talleres paleontológicos y charlas educativas con escolares de diversos niveles e incluso utilizarlas como recurso didáctico básico.

Así pues, y en vista de la enorme ventaja y del interés que para los paleontólogos suponen las réplicas, proponemos un taller de realización de moldes y réplicas, que nos permitirán mantener nuestros fósiles en un estado óptimo de conservación que es la principal utilidad que nos brinda la realización de réplicas.

OBJETIVOS

- Los objetivos fundamentales del taller son:
- Conocer la importancia de los moldes y réplicas en paleontología
- Comprender el valor del patrimonio paleontológico
- Aprender técnicas de replicado de fósiles, haciendo especial hincapié en los siguientes aspectos:
 - Tipo de moldes y técnicas de moldeo
 - Técnicas de replicado

METODOLOGÍA Y CASOS PRÁCTICOS

El taller se divide en dos bloques: uno correspondiente a aspectos teóricos, en el que se definirán términos básicos y se explicarán de manera general metodologías empleadas para la realización de moldes y réplicas, y un segundo bloque donde se pondrán en práctica varios ejemplos de replicado.

Información previa a trabajar en el aula

Como paso previo a la práctica se introducirán aspectos teóricos acerca de qué es un molde y qué es una réplica.

A- MOLDES

A.1. ¿Qué es un molde?

Un molde es la forma envolvente de un objeto, una impresión negativa tomada de un modelo en volumen por pequeño que este sea (Chavarría, 2003).

A.2. Tipos de moldes

Según el número de piezas que constituya un molde se pueden clasificar en (Pardo, 1991):

- **Moldes unificiales:** son moldes de una sola pieza.
- **Moldes bifaciales:** se trata de moldes compuestos de dos piezas, una para el anverso y otra para el reverso del elemento a replicar.
- **Moldes multifaciales:** se emplean en el caso de reproducir originales que por su complejidad necesitan varias piezas.

A.3. Técnicas de moldeo

Hoy en día existen numerosas técnicas para la realización de moldes, desde las más sencillas, como las que se muestran a continuación y fácilmente extrapolables a los laboratorios de los centros escolares, hasta aquellas realizadas por escaneado digital.

Como paso previo a la selección del tipo de técnica de moldeo a emplear ha de conocerse y estudiarse la morfología del fósil así como tener en cuenta el estado de conservación del elemento. Entre las técnicas más habituales empleadas en paleontología encontramos:

- **Moldes por colada:** consiste en el vertido del producto de moldeo sobre el fósil una vez encajado en un lecho de plastilina y protegido por paredes.
- **Moldes con carcasa o por sombrero:** se trata de moldes de silicona sobre los que se aplica una capa de resina o escayola para reducir el gasto de la silicona. Son más laboriosos pero reducen el coste económico.
- **Moldes por estratificación:** consisten en la aplicación manualmente con espátula o brocha en vez de verter el producto. En esta ocasión se añade un agente tixotrópico a la silicona. Generalmente estos estratificados se realizan en aplicaciones sucesivas, dejando catalizar la capa anterior hasta que se encuentra en estado mordiente. La silicona se puede colorear con pigmento para distinguir entre las sucesivas aplicaciones y controlar el espesor de las capas.

B - RÉPLICAS

B.1. ¿Qué es una réplica?

Una réplica es una copia exacta de un original, generalmente a escala real. Si está bien realizada conserva la forma, la textura y hasta los detalles más insignificantes del fósil original (Ayala *et al*, 2007).

Para conseguir una réplica primero hemos generado un molde. Realizando un vaciado sobre el molde, con el material deseado o conveniente, hemos obtenido la copia o réplica que nos interesaba.

B.2. Técnicas de replicado

Las réplicas o reproducciones se suelen hacer siguiendo tres metodologías básicas: por apretón, por colada y estampadas (Navarro, 2002).

- **Réplicas por apretón:** esta técnica consiste en apretar un material de consistencia plástica en toda la superficie del molde. Fue muy usada en el

pasado, sin embargo hoy en día está en desuso debido a que la superficie de la copia no es regular y muchas veces aparecen fisuras que deben ser retocadas. Además se pueden generar deformaciones en la pieza al ser desmoldeada. No obstante es un método muy sencillo, utilizado a menudo en centros escolares, por el cual los alumnos más jóvenes obtienen animalitos de colores al apretar plastilina en un molde rígido de plástico.

- **Réplicas por colada:** gracias a este método se obtiene la copia a través del vertido del material de replicado en estado líquido o semifluido en el molde. Se obtienen réplicas macizas, por lo que se aplicará principalmente a piezas de tamaño pequeño o mediano precisamente para evitar un alto coste en materiales o incluso un peso excesivo en las reproducciones.

- **Réplicas por estampado:** este tipo de réplicas se realizan aplicando sucesivas capas de materiales estratificados, pudiendo intercalar entre ellas materiales de carga como arena, serrín o incluso fibras de vidrio para dar fuerza y consistencia a nuestra réplica. Siguiendo esta metodología, resultan réplicas huecas y por ello son más utilizadas en fósiles de gran tamaño ya que aligeran de forma importante el peso del original.

En cuanto a los materiales de replicado, existe un amplísimo abanico en el mercado, por lo que nos decidiremos por el más adecuado dependiendo de nuestras propias necesidades, posibilidades económicas etc.

Ejemplos prácticos

En ocasiones durante la realización de moldes y réplicas se emplean productos químicos ante los cuales han de tomarse las medidas de seguridad e higiene oportunas, empleando para ello guantes, gafas de protección o mascarillas.

Realización de un molde unifacial de silicona por colada y réplica de poliuretano.

MATERIALES NECESARIOS

- Barreras para el encofrado (láminas de metacrilato, maderas, bricks de leche...)
- Base de madera
- Bolsa de basura (para los residuos)
- Desmoldeante (agua jabonosa, vaselina, alcohol polivinílico)
- Espátulas
- Guantes (como medida de protección)
- Maza
- Papel celulósico
- Pinceles
- Plastilina
- Recipientes para realizar las mezclas
- Resina de poliuretano (poliol e isocianato)
- Silicona (en este caso Silastic® 3481+agente de curado 81-F)
- Vasos de plástico

Fig. 1. Secuencia de realización del lecho de plastilina y el encofrado.

El objetivo en esta práctica será el replicado de un ammonites por colada. Esta técnica puede emplearse en fósiles más o menos planos tal y como se indica a continuación:

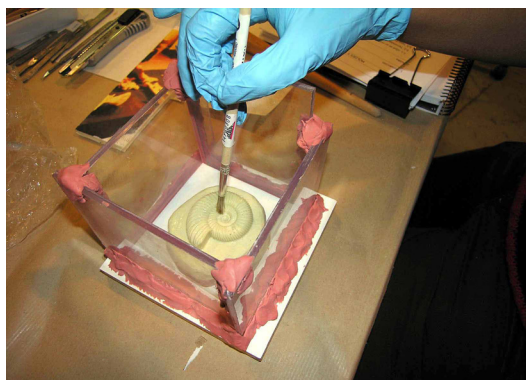
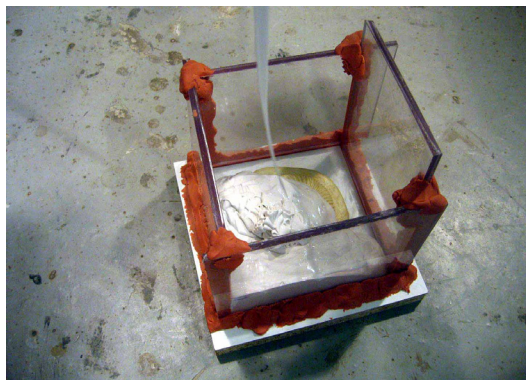
- Una vez estudiada la morfología del ammonites se prepara un lecho de plastilina, de 1 centímetro de espesor, sobre el que se sujeta el fósil. Si colocamos un lecho amplio es importante que tenga una superficie mayor que la del elemento a moldear.

- Realizaremos un encofrado, dejando una distancia de 1 a 3 centímetros respecto de las partes salientes de nuestro fósil. Esto actuará de barrera o pared alrededor de la pieza y evitará la dispersión de la silicona. Como barreras para el encofrado podemos emplear láminas de metacrilato, maderas o bricks de leche, por ejemplo, cortado en tiras, las cuales se incrustan en la base de la plastilina. Es importante para evitar posibles fugas del material de moldeado -en este caso silicona- colocar un cordón de plastilina en la junta entre la barrera y la base (Fig. 1).

- Si la pieza tiene grietas o fracturas por donde puede penetrar el producto de molde se sellarán con plastilina libre de sulfuros o arcilla. Además, con el objetivo de facilitar la separación del producto de molde y el fósil aplicaremos desmoldeante, bien agua jabonosa, vaselina o alcohol polivinílico.

- Una vez sellada la barrera preparamos la mezcla de silicona. En esta ocasión emplearemos silicona Silastic® 3481, con agente de curado 81-F al 5% en peso. Tras mezclar adecuadamente los productos

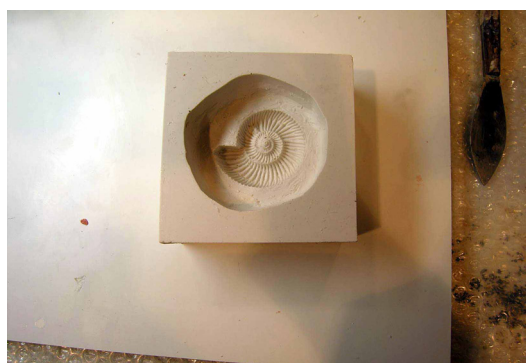




se procede al vertido de la silicona desde cierta altura, para minimizar la cantidad de burbujas que se forman, y desde un lateral (Fig. 2).

- La altura de la silicona debe sobrepasar más de 1 centímetro la parte más alta del fósil. Aquí podemos dar unos golpes al tablero para que se liberen las burbujas que se habrán formado en el interior.

- Una vez fraguada la silicona se procede a quitar las barreras y tras darle la vuelta eliminamos la base



de la plastilina. Al final de este proceso obtendremos ya el molde.

- Comienza, entonces, la realización de nuestra réplica para lo cual aplicaremos desmoldeante en el molde de silicona y procederemos a realizar la mezcla de la resina de poliuretano (Fig. 3). Esta consiste en la mezcla a partes proporcionales de poliol e isocianato. ¡Precaución, la utilización de esta resina requiere del empleo de mascarilla para gases!

- Tras 10 minutos podemos desmoldear la réplica y proceder a su pintado con pigmentos naturales mezclados con resinas vínicas (Fig. 4) o utilizar témperas.

- ¡TRUCO! Para facilitar el pintado de la réplica puede aplicarse pigmento en el molde con una brocha previo vertido de la resina de poliuretano.



Fig. 4. Réplica sin pintar y una vez concluida.

Realización de un molde unifacial por colada de alginato y réplica también por colada de escayola.

MATERIALES NECESARIOS

- Agua
- Alginato
- Escayola
- Espátulas
- Guantes (como medida de protección)
- Papel celulósico
- Pigmentos
- Pinceles
- Recipientes para realizar las mezclas
- Vasos de plástico

Fig. 2. Aplicación de desmoldeante y vertido de silicona.

Fig. 3. (izquierda) Molde obtenido y aplicación de resina.

Fig.5 a y b. (izquierda)
Secuencia de realización
de la mezcla de alginato.

Fig. 6 (derecha, arriba).
Secuencia del vertido de
alginato e introducción
del objeto a replicar.

Fig.7(derecha centro y
abajo). Secuencia de
desmoldeo.



En este ejercicio práctico vamos a replicar un relieve usando la técnica de molde por colada con alginato como material de moldeo y la réplica la realizaremos en escayola. Estamos usando en ambos casos, tanto para hacer el molde como la réplica, materiales de manejo muy sencillo, ya que se preparan mezclándolos simplemente con agua y de muy baja toxicidad, el alginato por ejemplo es utilizado en odontología para hacer moldes bucales.

- En primer lugar elegimos nuestra pieza a moldear y el recipiente adecuado en el que verteremos el alginato. Como recipiente para evitar la dispersión del alginato, en este caso, usamos vasitos de plástico transparentes cortados en sección por la mitad.

- Realizamos la mezcla de alginato con agua en una proporción de 8.4 gramos de alginato por cada 20 mililitros de agua como proporción ideal, aunque realmente la mezcla admite una elevada tolerancia en las proporciones. Evitaremos la formación de grumos removiendo adecuadamente. Al poco tiempo, como mucho un par de minutos, nuestra mezcla ya está lista y podemos empezar a trabajar con ella (Fig. 5).

- Vertemos la mezcla en el recipiente y seguidamente introducimos el objeto a replicar por simple presión (Fig. 6). Esto también lo podemos realizar colocando en primer lugar el objeto y vertiendo sobre él la mezcla de moldeo.

- En cuestión de unos minutos el alginato ha gelificado y ya podemos desmoldear nuestra pieza (Fig.7). Observar lo fácil que resulta incluso sin necesidad de utilizar desmoldeante ninguno. De esta forma ya hemos obtenido el molde.

- En este momento comenzamos a preparar la mezcla de escayola con la que realizaremos nues-



tra réplica. A un volumen de agua iremos añadiendo la escayola en polvo hasta que observemos cierta saturación. Removemos intensamente (Fig.8), para evitar la formación de grumos que falsearían nuestra réplica, y vertemos el material de reproducción en el molde de alginato.

- Dejamos secar la escayola, en este caso unos 15-20 minutos, y transcurrido éste ya podemos sacar nuestra réplica (Fig. 9).



Fig. 8 a. Mezcla de
escayola para hacer la
réplica.



Fig. 8 b (arriba). Vertido en el molde.

Fig. 9 (abajo). Proceso de desmoldeo de la réplica de escayola

- Para terminar sólo queda el acabado final de la réplica. Este dependerá de la utilidad que vayamos a darle; si está destinada a investigación, será entregada a otra institución o se ha realizado con fines comerciales. Si nos interesa podemos pigmentar la escayola con pigmentos en polvo para darle un color de base. Seguidamente colorearemos nuestra réplica, siguiendo la técnica deseada, con pinturas solubles en agua como témperas o acuarelas. Finalmente podremos impregnar la superficie de la réplica con un barniz.

Notar lo sencillo que resulta hacer un molde con alginato, sin embargo hay que decidir las situaciones adecuadas en las que emplearlo, ya que es perecedero. La vida útil del molde no excede las 24 horas, se deforma y pierde elasticidad volviéndose quebradizo así que únicamente nos permitirá la reproducción de un número reducido de réplicas.

CONCLUSIONES

La paleontología despierta gran interés entre la sociedad actual y más aún entre el público más joven. Valiéndonos de este interés, los fósiles pueden resultar herramientas atractivas e interesantes para dar a conocer al alumnado aspectos relativos a la historia de la vida en la Tierra, a enseñar la metodología científica empleada para reconstruirla y para inculcar valores de conservación y protección de un bien patrimonial tan vulnerable como es el patrimonio paleontológico.

El empleo de colecciones originales en las aulas puede conllevar en algunos casos problemas legales y pueden suponer la pérdida de ejemplares únicos en los museos de los centros, de ahí que el empleo de réplicas en las aulas constituya una alternativa fundamental en el desarrollo de las clases.

AGRADECIMIENTOS

Departamento de Educación, Cultura y Deporte, Dirección General de Patrimonio Cultural y Dirección General de Investigación, Innovación y Desarrollo (Grupo de Investigación Consolidado E-62, FOCON-TUR) del Gobierno de Aragón; Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto CGL2009-07792/BTE). Este trabajo está patrocinado por el Gobierno de Aragón a través del Instituto Aragonés de Empleo y cofinanciado por el Fondo Social Europeo (ref. 4421609A376) y forma parte de la acción *e-dino.09* financiada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Ministerio de Ciencia e Innovación (FCT-09-976).

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalá, L., González, A. y Aberasturi, A. (2006). Teruel, un laboratorio paleontológico. *Enseñanza para las Ciencias de la Tierra* (14.3). 213-221.
- Ayala, D., Aberasturi, A., Espílez, E., Fierro, I., González, A., Mampel, L. y Luque, L. (2007). El laboratorio de paleontología: aplicación de técnicas de laboratorio a los dinosaurios de Teruel en Alcalá, L. y Cobos, A. (coord.). *iFundamental! 11. Teruel: territorio paleontológico*, Teruel: Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis. 25-51.
- Chaney, D. S. (1989). Mold making with room temperature vulcanizing silicone rubber, en Feldman, R. M., Chapman, R. E., Hanibal, J. T. (ed.). *Paleotechniques*. The Paleontological Society Special Publication No. 4, Knoxville: Department of Geological Sciences, The University of Tennessee. 284-304.
- Chavarría, J. (2003). *Moldes*. Parramón. Barcelona.
- Goodwin, M. B. & Chaney, D. S. (1994). Molding and casting: techniques and materials en Leiggi, P. & May, P. (ed.). *Vertebrate Paleontological Techniques*. Volume One, Cambridge: Cambridge University Press. 235-271.
- López, P. y Ramírez, M. D. (2001). Taller: ¿Qué es un fósil? *Enseñanza para las Ciencias de la Tierra* (9.2) 190-193.
- Navarro, J. L. (2002). *Maquetas, modelos y moldes: materiales y técnicas para dar forma a las ideas*. Publicacions de la Universitat Jaume I. Castelló de la Plana.
- Pardo, A. (1991). Técnicas de replicado para piezas paleontológicas. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- Pellejero, I. (2007). Moldes y réplicas de restos fósiles. *iFundamental! 10 Laboratorios de Paleontología*, Teruel: Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis. 97-103.
- Rixon, E. (1976). *Fossil Animal Remains: Their Preparation and Conservation*, Londres: Athlone Press. ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 3 de febrero de 2010 y aceptado definitivamente para su publicación el 10 de junio de 2010.