



## Estudio de los pigmentos de una mortaja egipcia: caracterización y posible degradación

*Se estudian los pigmentos de una mortaja egipcia de época romana y se determina la secuencia de capas pictóricas y la base de preparación. Los pigmentos identificados son tierras, calcita, oropimente y rejalgar, aplicados con carga de calcita sobre una capa de preparación de carbonato de calcio. De los análisis se deduce la existencia de un componente proteico, muy alterado por el uso de la mortaja. Se discuten brevemente las condiciones de conservación, en base a la limitada estabilidad de algunos de los pigmentos determinados.*

Anna Torrents, Pilar Giráldez, Anna Lluveras y Màrius Vendrell.  
Grup Patrimoni-UB, Universidad de Barcelona. info@patrimoni-ub.net

### INTRODUCCIÓN

La restauración de los objetos que forman parte del patrimonio histórico es una intervención frecuentemente traumática para el propio objeto. El riesgo de alteración irreversible de parte de la información histórica que estos contienen, está siempre presente en cualquier actuación. No obstante, existe un acuerdo generalizado en la necesidad de intervenir para mejorar la conservación y la lectura de estos objetos. Parece evidente, por otra parte, que el conocimiento de los materiales constituyentes, su disposición en la obra, la técnica de aplicación, etc. ha de contribuir al diseño de los procesos de intervención, de modo que, si estos se basan en criterios científicos y en un profundo conocimiento de los materiales, se minimiza el riesgo y la pérdida de información.

El trabajo que aquí se presenta forma parte del proceso de restauración de una mortaja egipcia de época romana (véase la fotografía 1). El objetivo principal de esta caracterización es la determinación de la naturaleza de los pigmentos empleados en las diferentes capas pictóricas, su secuencia de aplicación, el estudio de su estado de conservación y, en base a sus características, establecer los mejores criterios de conservación preventiva. Las muestras recogidas, facilitadas por el profesor Gener Alcántara, corresponden a los principales colores que conforman la policromía de la pieza: amarillo, verde, negro y rosa.

Las muestras se han descrito a partir de las imágenes y observaciones obtenidas mediante estereomicroscopio, y se han caracterizado utilizando tanto el microscopio óptico con configuración de campo oscuro (MO), como el microscopio electrónico de barrido (SEM). A partir de estas observaciones, se establece una idea de conjunto sobre la técnica de manufactura empleada y se caracterizan los diferentes materiales mediante el uso de técnicas de análisis elemental (EDS) con un sistema acoplado a un microscopio electrónico de barrido (SEM).

La aplicación de técnicas histoquímicas para la caracterización de aglutinantes da resultados poco fiables debido al contacto de la pintura con la materia orgánica procedente de la momia.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados se presentan sistemáticamente para cada una de las muestras analizadas, posteriormente se hacen algunos comentarios y se dan unas conclusiones finales.

#### Muestra de color amarillo

Las imágenes obtenidas con el estereomicroscopio permiten establecer la presencia de una capa pictórica amarilla compacta, homogénea y muy fina, sobre una base de preparación de color blanco. En la superficie pigmentada se observan puntos rojizos y negros (véase la fotografía 2) que divergen del color amarillo, muy probablemente son impurezas del propio pigmento.

Las fibras del tejido de soporte, identificadas como lino, se pueden apreciar en la imagen del reverso de la muestra y parecen estar impregnadas por algún tipo de materia orgánica que ha penetrado profundamente, probablemente en relación con el propio uso de la pieza.

El análisis con EDS de la capa pictórica ha establecido la presencia de calcio, aluminio, arsénico, azufre, silicio y potasio, de lo que se deduce que está constituida por oropimente ( $As_2S_3$ ) y carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ), junto con arcillas caoliniticas blancas que confieren cierta plasticidad a la mezcla resultante. Los citados puntos negros en zonas concretas de la muestra se han identificado como concentraciones de óxidos de hierro. La presencia de las impurezas rojizas que se observan, debe corresponder a la fase rejalgar del sulfuro de arsénico. La morfología y los resultados obtenidos por EDS confirman que la base de preparación está formada únicamente por carbonato de calcio.

#### Muestra de color negro

Esta muestra no corresponde a los trazos negros, sino a zonas oscuras (casi negras), que posiblemente son resultado de la alteración de otro color. La superficie presenta una capa pictórica de color oscuro y compacta. El perfil de la muestra permite apreciar una capa marrón entre la base de preparación y la capa de pigmento (véase la fotografía 3).

La observación al microscopio óptico permite confirmar la presencia de la capa pictórica sobre una base de preparación blanca que, sin embargo, en su parte superior en contacto con la capa pictórica presenta una tonalidad marrón. Hay que destacar, además, algunas tonalidades azules que se observan en las imágenes obtenidas de la sección de la capa pictórica (véase la fotografía 4).

El análisis con EDS de diferentes puntos de la capa pictórica ha determinado la presencia de potasio, fósforo, cloro, azufre, silicio, cobre y calcio. La presencia de todos estos elementos es inusual en un pigmento negro, sobre todo, por la cantidad de cobre (véase la fotografía 5). De estos resultados, junto con las tonalidades azuladas observadas, parece deducirse que originalmente no se trataba de color negro, sino de un pigmento azul o verde, elaborado con un compuesto inorgánico de cobre mezclado con un negro de origen vegetal, puesto que se detecta cierta cantidad de potasio. La presencia de fósforo puede deberse, además, al uso de compuestos proteicos relacionados con el uso de la mortaja, y podría asociarse a la zona marrón que se observa entre la capa pictórica y la base de preparación.

En el caso de la base de preparación, los resultados son coincidentes con los obtenidos para el resto de muestras, determinándose la presencia de una capa de carbonato de calcio.

#### Muestra de color rosa

La capa pictórica presenta una tonalidad rosada, aunque se pueden distinguir algunas zonas de color más intenso, así como otras de tonalidad amarillenta. Se puede observar, también, un motivo pictórico de color negro correspondiente al trazo lineal que se sobrepone a la capa rosada.

La base de preparación es idéntica a la descrita en el resto de muestras, formada por una capa de carbonato de calcio, pudiéndose observar también la imprimación de las fibras de lino del soporte textil (véase la fotografía 6).

En el caso de la capa pictórica, los resultados indican el uso de rejalgar ( $As_2S_3$ ) como pigmento, al determinarse la presencia de arsénico y azufre. El hecho que también se detecte aluminio, silicio, potasio y ciertas cantidades de hierro, sugiere la presencia de arcillas rojas en la capa pictórica, cuyo uso se asocia a la plasticidad que éstas confieren a la mezcla resultante. Las pequeñas cantidades de calcio, determinadas también en la capa pictórica, indican la presencia de calcita ( $CaCO_3$ ) como carga del pigmento, aunque en baja cantidad.

En la observación de la muestra con el estereomicroscopio, se percibe que la superficie rosa presenta tonalidades amarillentas. El hecho que la composición de la capa contenga compuestos de arsénico, formando el



rejalgar, explicaría esta posible transformación. El rejalgar (rojo) es menos estable que el oropimente, tendiendo a transformarse en este último y, por lo tanto, alterando su color con el tiempo (proceso que se facilita por una larga exposición a la luz). Durante este proceso también se forma trióxido de arsénico (blanco). Aun así, algunas fuentes consideran que el producto de alteración amarillo es pararejalgar. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta estos cambios que pueden alterar el aspecto original de la obra.

## Muestra de color verde

En la muestra se observan dos estratos: la base de preparación blanca y la capa pictórica. Macroscópicamente, ambas son de grano fino, compactas y uniformes. En la capa pictórica se observan algunos cristales y zonas verdes más saturadas que el resto de la superficie, así como algunos puntos de tonalidades entre ocre y marrón. Entre ambas se distingue una zona intermedia donde la base de preparación toma una textura menos opaca (véase la fotografía 7).

Las imágenes obtenidas en el microscopio electrónico permiten distinguir la capa pictórica superficial de la base de preparación por sus texturas claramente diferentes, dado que la primera presenta una granulometría más gruesa que la base de preparación. La determinación de calcio en la base de preparación permite concluir que se trata de carbonato de calcio y la presencia de silicio, potasio, hierro, aluminio y magnesio indica el uso de una tierra verde como pigmento. La capa pictórica presenta puntos de tonalidades marrón que pueden asociarse a la oxidación puntual del hierro (II) a hierro (III) o a acumulaciones de materia orgánica (véase la fotografía 8).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El resultado de los análisis demuestra que la mortaja fue confeccionada con lino y decorada con materiales naturales, de los que se tiene constancia de su uso desde épocas anteriores a la romana, a la cual se adjudica la mortaja.<sup>1</sup> La caracterización y descripción de las muestras mediante las técnicas empleadas, permiten establecer una estratigrafía común para todas ellas: capa pictórica superficial aplicada sobre una base de preparación blanca en contacto con el soporte textil de la mortaja. Además, se ha observado la imprimación de la tela en la base de preparación en las muestras amarilla, verde y rosa.

La caracterización de la base de preparación permite establecer que se trata de carbonato de calcio (blanco de cal) de origen mineral, bien conocido desde la antigüedad.<sup>2</sup> En la mayoría de muestras se pueden apreciar restos de las fibras de lino que conforman la mortaja.

Las diferentes capas pictóricas presentan características comunes puesto que se trata de capas compactas, finas y homogéneas. Se ha determinado carbonato cálcico como carga en todas las muestras analizadas y arcillas caolínicas en las muestras de amarillo y rosa.

La combinación de las diferentes técnicas de análisis permite determinar las siguientes fases asociadas a los pigmentos:

Verde	Tierra verde	Aluminosilicatos de Fe (II), Mg y K
Amarillo	Oropimente	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Rosa	Rejalgar	As <sub>2</sub> S <sub>4</sub>
Base de preparación blanca	Blanco de cal	CaCO <sub>3</sub>

Se conoce el uso del oropimente y del rejalgar como pigmentos tanto en Egipto como en las culturas prehistóricas,<sup>3</sup> aunque el rejalgar ha tenido una aplicación más limitada y puntual.

El oropimente se caracteriza por una tonalidad amarillo canario. En algunos casos se ha documentado su alteración a trióxido de arsénico, de color blanco. Se trata de una sustancia de elevada toxicidad que, por el hecho de ser un sulfuro, no es compatible con los pigmentos de cobre y plomo porque reacciona con éstos para dar sulfuros de color negro.

El rejalgar, disulfuro de arsénico, que se ha descrito como un rojo anaranjado o más poéticamente como *rojo de la aurora*, parece ser menos estable que el oropimente, tendiendo a transformarse en este último y, por lo tanto, transformándose en color amarillo con el tiempo. Hay que tener en cuenta que esta transformación se ve acelerada por la exposición a la luz y/o a temperaturas altas. Este fenómeno tendría que contemplarse en las condiciones de exposición a las que se someta la pieza en un futuro.

La tierra verde es una arcilla que contiene, entre otros elementos, hierro en forma de Fe (II), que le confiere el color resultante. Este pigmento natural es conocido y empleado desde la antigüedad hasta el siglo XIX.<sup>4</sup>

En el caso de la muestra descrita como de color negro, tanto los análisis por EDS como las observaciones realizadas con el microscopio óptico, confirman que se trata de una alteración de una capa pictórica originalmente azul o verde obscuro.

Es muy probable, además, que la degradación del material orgánico que impregna la capa pictórica y parte de la base de preparación, sea un factor de deterioro importante a corto o medio plazo.

## FOTOGRAFÍAS

1. Detalle de la mortaja egipcia donde se refleja la policromía estudiada (Fotografía: Patrimoni UB).
2. Perfil de la muestra donde se distinguen claramente la capa pictórica amarilla y la base de preparación blanca inferior (MO) [Fotografía: Patrimoni UB].
3. Vista lateral de uno de los fragmentos de la muestra negra (Estereomicroscopio) [Fotografía: Patrimoni UB].
4. Perfil estratigráfico de la muestra negra. En la parte superior izquierda de la imagen se percibe cierta tonalidad azulada del pigmento (MO) [Fotografía: Patrimoni UB].
5. Espectro obtenido por EDS de la capa pictórica de la muestra negra donde se aprecia la presencia de cobre (Fotografía: Patrimoni UB).
6. Imagen de la capa pictórica superficial donde se aprecia una zona de pigmento negro (Estereomicroscopio) [Fotografía: Patrimoni UB].
7. Vista general de la sección de la muestra verde (MO) [Fotografía: Patrimoni UB].
8. Morfología diferenciada de la capa pictórica verde y la base de preparación. La línea discontinua marca la separación entre capas (SEM) [Fotografía: Patrimoni UB].

## NOTAS

<sup>1</sup> Richard H. WILKINSON, "La apariencia del mundo. El simbolismo del color", en *Magia y Símbolo en el arte egipcio*, Madrid: Alianza Forma, 1994, p. 116.

<sup>2</sup> Rutherford J. GETTENS, Elisabeth WEST FITZHUGH, Robert L. FELLER, "Calcium Carbonate Whites", en *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*, 2. Washington: National Gallery of Art, 1993, p. 203.

<sup>3</sup> Elisabeth WEST FITZHUGH, "Orpiment and Realgar", en *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*, 3. Washington: National Gallery of Art, 1997, p. 47-79.

<sup>4</sup> Carol A. GRISSOM, "Green Earth", en *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*, 1. Washington: National Gallery of Art, 1986, p. 141.