

# Metodología de análisis químico para el estudio de materiales

MARÍA DOLORES GAYO GARCÍA  
*IPHE*

## Introducción

Los materiales que podemos encontrar en las pinturas, esculturas, arquitecturas, marcos y otros elementos que componen los retablos son muy diversos, tanto en su composición como en el origen. Por una parte está presente la heterogénea gama de materiales originales que constituyen las obras, y, por otra, puede existir todo un conjunto de productos añadidos en distintos momentos de su historia. Así mismo es posible encontrar compuestos que provienen de las alteraciones de las materias primas iniciales, de las añadidas o simplemente sustancias que sin ninguna intención técnica o artística se depositan sobre las obras.

La importancia del estudio general de materiales de una obra está incuestionablemente demostrada, y actualmente es una herramienta indispensable en todas las intervenciones técnicamente idóneas que se realizan en los bienes culturales. También el estudio científico de los materiales constitutivos de las obras es un soporte valioso en los trabajos de documentación de las mismas.

Dado el alcance de la información que se puede obtener de los análisis de materiales, es muy importante orientar la identificación de los mismos de una manera adecuada, tanto si el estudio va dirigido hacia la documentación histórica de los objetos, como hacia la conservación y restauración de los mismos. Realizar una selección razonada de las zonas de estudio, efectuar una precisa separación del material a investigar y llevar a cabo los

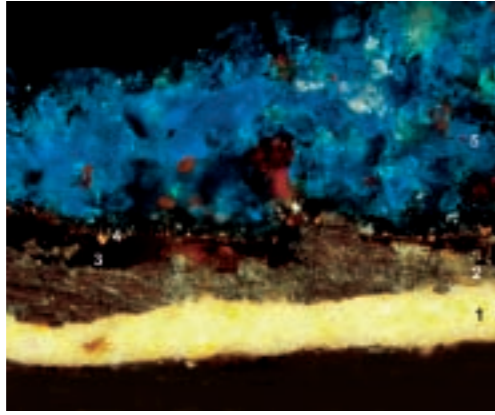
análisis de laboratorio con una tecnología apropiada, permitirán hacer una interpretación óptima de los resultados, acorde con los objetivos que inicialmente puedan haber planteado los investigadores que documentarán o intervendrán en las piezas.

La metodología general de estudio que se sigue en la Unidad de Análisis de Materiales del Departamento Científico de Conservación del Instituto del Patrimonio Histórico Español concuerda con la que se emplea en prestigiosos centros de investigación del patrimonio cultural a nivel mundial. Está diseñada con la intención de dar respuestas a los restauradores y conservadores sobre la composición de materiales originales, añadidos y productos de alteración localizados en cualquier estrato accesible de las obras. Para esto cuenta con el uso simultáneo de diversas técnicas de análisis químicos para la identificación de compuestos orgánicos e inorgánicos, donde es ineludible el uso de micromuestras que se toman de forma selectiva y minuciosa de las zonas a estudiar en las obras.

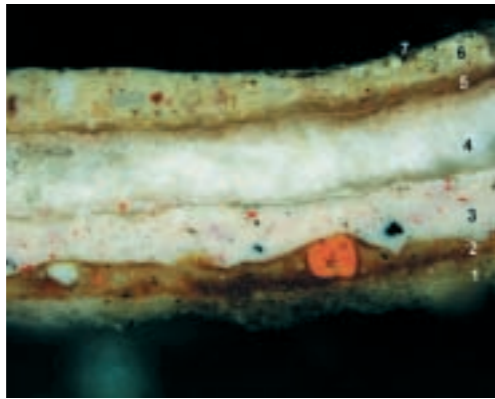
## Metodología general para el estudio de materiales

La metodología de estudio se basa en una secuencia razonada de etapas que incluye la definición precisa de los objetivos del estudio, la toma de micromuestras, la elección de los métodos de análisis adecuados y la interpretación correcta de los datos obtenidos.

Sección transversal de una micromuestra tomada de un brocado aplicado sobre un fondo de policromía original. Retablo mayor de la Catedral de Toledo. Se observa la siguiente superposición de capas: 1) material de relleno del brocado; 2) hoja de estaño que conforma el brocado; 3) adhesivo del pan de oro; 4) lámina de oro, y 5) capa pictórica que contiene azurita de forma mayoritaria.



Sección transversal de una micromuestra tomada de una zona de repolicromía de la carnación del Buen Ladrón. Retablo mayor de la Catedral de Toledo. Se observa la siguiente superposición de capas: 1) aparejo; 2 y 3) capas pictóricas de la policromía original; 4) nuevo aparejo; 5) capa aislante de cola de origen animal; 6) repolicromía, y 7) barniz.



### Definición de los objetivos del trabajo

Los objetivos del trabajo pueden estar encaminados al conocimiento de los materiales originales, añadidos, productos de alteración y otras sustancias depositadas sobre las obras, dependiendo de que el interés del estudio esté centrado en la documentación histórica, en los diferentes procesos de conservación y restauración, o en ambos.

Entre los materiales originales de los retablos existe una gran diversidad, siendo frecuente la identificación de:

- Tipo de soporte (presente en pinturas, esculturas y arquitectura del retablo).
- Materiales utilizados en las capas de aparejo, preparación e imprimación.
- Pigmentos, colorantes y materiales de carga.
- Aglutinantes.

– Barnices originales, corladuras u otros recubrimientos.

– Motivos decorativos aplicados (hojas metálicas, materiales para obtener relieves, materiales de relleno y adhesivos).

– Dorados y plateados (capas de asiento, adhesivos y composición de panes y laminas metálicas).

A partir del estudio de micromuestras es posible establecer la distribución de estos materiales en las obras.

Entre los materiales añadidos es habitual la identificación de:

- Barnices y recubrimientos.
- Productos empleados en la fijación y consolidación de: aparejos, capas de pintura, panes metálicos y elementos estructurales del retablo.
- Identificación de materiales empleados en el relleno de grietas, lagunas y en las reintegraciones volumétricas (maderas, resinas sintéticas, etc.).
- Pigmentos, materiales de carga y aglutinantes de repintes, repolicromías y reintegraciones cromáticas en general.
- Láminas metálicas y materiales de imitación de la técnica original de dorados y plateados (panes metálicos falsos, purpurinas, etc.).
- Depósitos de sustancias ajenas a las obras (excrementos, ceras, etc.).

En muchas ocasiones, los materiales originales y añadidos están mezclados o superpuestos y, además, pueden presentar una composición muy similar, lo que dificulta extremadamente la asignación de los resultados. El conocimiento minucioso de la superposición de materiales en micromuestras tomadas de diferentes zonas de las obras, de modo que estén presentes todas las intervenciones que han tenido lugar, puede contribuir a la interpretación satisfactoria de los

datos. Por esta razón, el estudio detallado de todos los elementos del retablo antes del muestreo es determinante.

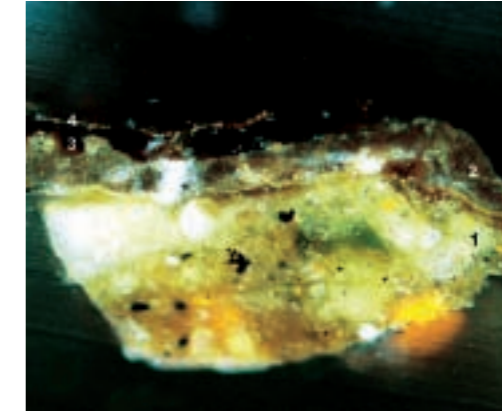
Tanto los materiales originales como los añadidos pueden sufrir alteraciones que será necesario conocer para su tratamiento o eliminación, tal es el caso de:

- Barnices y recubrimientos que han cambiado su aspecto y propiedades (brillo, color, solubilidad, etc.).
- Alteración de las capas de pintura (pérdida de adhesividad, transformaciones de los pigmentos que conllevan a cambios de color).
- Degradación y pérdida de las propiedades de los aglutinantes (friabilidad de las capas de pintura).
- Oxidación de las láminas metálicas.
- Procesos de alteración de adhesivos y rellenos de los motivos aplicados.
- Modificaciones en el aspecto y estructura original de las obras a consecuencia de productos añadidos.
- Formación de sales.
- Pudriciones y otras contaminaciones.

### Toma de micromuestras

La toma de micromuestras es un recurso de plena y vigente utilidad para efectuar análisis eficaces que puedan responder a la mayor parte de las demandas de estudios de materiales en obras del patrimonio artístico. Una premisa imprescindible es que las micromuestras se separen de zonas representativas –acorde con los objetivos del estudio– evitando aquellas áreas donde se pueda causar una alteración estética o material.

Actualmente coexisten métodos de análisis en los que se requiere de una micromuestra para obtener los resultados, y otros que permiten realizar las determinaciones *in situ*, sin separar ningún fragmento de la obra. A pesar del desarrollo de estos últimos



Sección transversal de una micromuestra tomada de un brocado aplicado en una vestidura de policromía original con alteración. Retablo mayor de la Catedral de Toledo. Se observa la siguiente superposición de capas: 1) material de relleno del brocado; 2) hoja de estaño que presenta alteraciones debido al alto grado de corrosión; 3) adhesivo del pan de oro, y 4) lámina de oro.

métodos, la información que se alcanza con los mismos es limitada y no satisfacen todas las necesidades analíticas de la amplia variedad de materiales diferentes presentes en los bienes culturales.

Las ventajas que ofrecen los análisis a partir de la toma de micromuestras son las siguientes:

- La principal ventaja consiste en que se pueden utilizar diversas técnicas de análisis orgánico e inorgánico, obteniendo así una información integral de cada zona estudiada. Por ejemplo, materiales orgánicos –como aglutinantes– e inorgánicos –como los pigmentos– forman parte inseparable de las capas de pintura, por lo que, tanto para los trabajos de documentación como para la restauración, es imprescindible la identificación de todos estos materiales. Los métodos de análisis *in situ* no permiten obtener toda esta información de la misma zona estudiada.
- Es posible conocer la composición y distribución de los materiales orgánicos e inorgánicos en las áreas de las obras con capas superpuestas, pudiéndose estudiar los materiales en profundidad, es decir, en la totalidad del objeto, y no sólo en la superficie.
- Con la toma de micromuestras se eliminan o minimizan las limitaciones analíticas para el estudio de las obras, independientemente de su ubicación.

## DIFERENTES FORMAS DE TOMAR LAS MICROMUESTRAS DE ACUERDO CON LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivos	Formas de realizar el muestreo
Estudio de recubrimientos y materiales orgánicos localizados sólo en la superficie.	Mediante hisopo y disolvente realizando una disolución selectiva del material a estudiar. En sustancias insolubles la separación se consigue mediante un raspado específico del material que se quiere identificar.
Materiales de relleno en grietas y lagunas.	Extracción selectiva mediante raspados.
Estudio de la superposición de capas de pinturas, láminas metálicas o motivos aplicados.	Toma de micromuestras en profundidad.
Estudio del soporte.	A partir de la separación de un pequeño fragmento.
Identificación de sales o de productos depositados sobre las obras.	Mediante un raspado selectivo o la separación del material que se quiere identificar.

Las micromuestras que se toman en profundidad se utilizan para el análisis de los materiales presentes en las distintas capas superpuestas. Con este tipo de micromuestras se puede conocer, además de la composición, la distribución de los materiales originales y añadidos en las diferentes intervenciones y, también, se puede obtener una noción del espesor y del estado de conservación de las capas internas del área muestreada. Los raspados permiten caracterizar los materiales presentes en un estrato determinado, bien sea en la superficie para la identificación de barnices, recubrimientos u otros depósitos o bien para la caracterización de adhesivos, rellenos, sales, etc. Por otra parte, con ayuda de un hisopo impregnado en disolvente se pueden tomar muestras de barnices y recubrimientos.

El almacenamiento de las micromuestras se debe realizar siempre en recipientes no contaminantes, por lo que se recomienda, preferentemente, contenedores de vidrio. Las muestras tomadas con hisopo y disolvente se tienen que secar al aire antes de ser guardadas y nunca se pueden almacenar en recipientes de plástico. Es importante evitar el uso de papeles u otros envases que tengan adhesivos.

Todas las micromuestras deben estar perfectamente identificadas, descritas y locali-

zadas. En la solicitud de análisis es imprescindible indicar el objetivo del estudio por el que se ha tomado cada micromuestra.

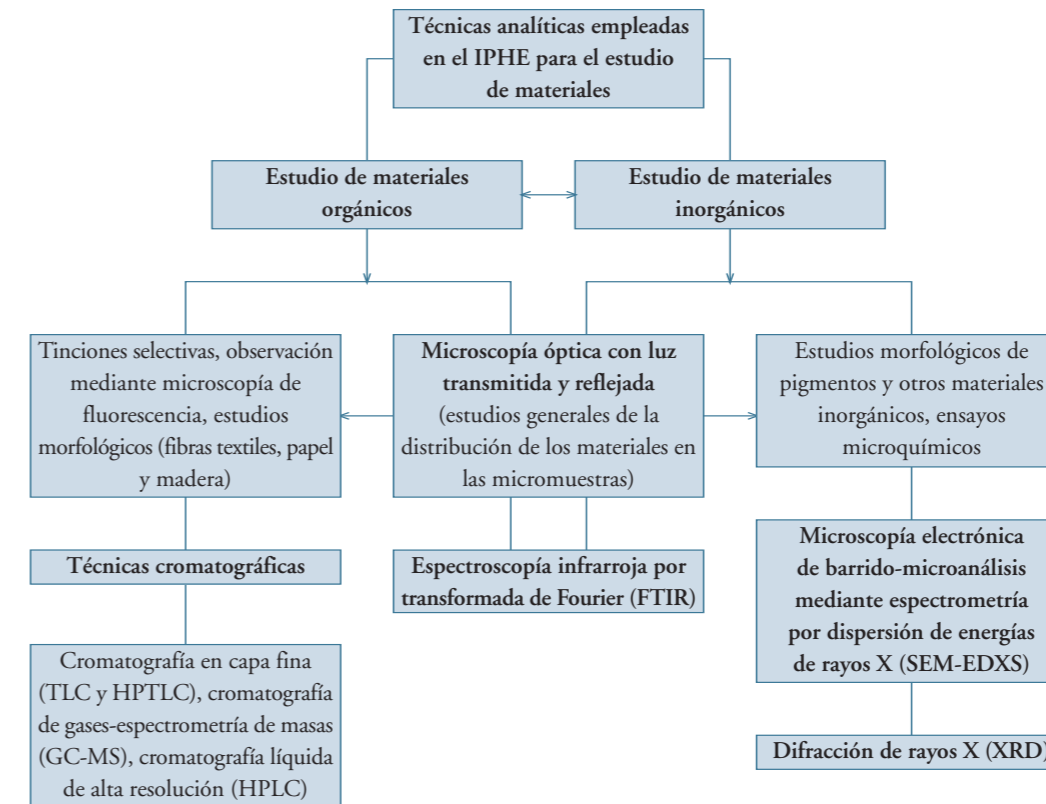
*Técnicas de análisis utilizadas en el IPHE*

Las técnicas de análisis no pueden ser elegidas antes de conocer los objetivos del estudio, el tipo de muestras que se tome en cada caso y la naturaleza de los posibles materiales presentes en las mismas, por lo que su selección será una labor que corresponde únicamente al equipo de químicos responsable de dar las respuestas a las interrogantes planteadas por los investigadores.

**Síntesis de las etapas para el estudio de materiales previo a la intervención en retablos**

– Fijar con precisión los objetivos de la investigación y seleccionar las áreas a estudiar a partir de la propuesta de los conservadores y restauradores.

– Tomar micromuestras representativas de acuerdo con los objetivos planteados, intentando separar de la obra, de forma selectiva, el material a analizar.



– Efectuar una selección adecuada de las técnicas de análisis para el estudio de cada micromuestra acorde con los objetivos de la investigación y del tipo de material.

– Realizar una interpretación correcta de los datos sobre la base del conocimiento de los materiales y técnicas originales empleados en las distintas obras, de los productos utilizados históricamente en las intervenciones y de las posibles transformaciones que puedan sufrir éstos.



Vista general del Laboratorio de Materiales del Departamento Científico de Conservación del Instituto del Patrimonio Histórico Español.

## Bibliografía

- BRAITHWAITE, A., y SMITH, F. J. (1985): *Chromatographic Methods*. London, Chapman and Hall, 4th edition.
- CATLING, D., y GRAYSON, J. (1998): *Identification of vegetable fibres*. Great Britain, Archetype Publications.
- DERRICK, M. R., y cols. (1999): *Infrared Spectroscopy in Conservation Science. Scientific Tools for Conservation*. Los Ángeles, The Getty Conservation Institute.
- GAYO GARCÍA, M. D. (1996): «Pigmentos y colorantes presentes en los bienes culturales. Toma de muestra y métodos de análisis», en *Técnicas de Diagnóstico Aplicadas a la Conservación de Bienes Muebles*, 2-4 de septiembre. Granada, Universidad de Granada e Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, págs. 119-133.
- GÓMEZ, M. L. (1998): *La Restauración. Examen Científico Aplicado a la Conservación de Obras de Arte*. Madrid, Cátedra, S. A.
- GOLDSTEIN, J. I. y cols. (1984): *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis. A text for Biologists, Materials Scientists, and Geologists*. New York, Plenum Press, 2nd printing.
- HALL, C. E. M., y DAVIES, M. S. T. (editors) (1968): *Identificación de Fibras Textiles*. Barcelona, Editorial Blume.
- HOFFEN-DE GRAF, J., y ROELOFS, W. (1972): «On the occurrence of red dyestuffs in textile materials from the period 1450-1600», *International Council of Museums Committee for Conservation*. Madrid.
- MASSCHELEIN-KLEINER L. (1986): «Analysis of paint media, varnishes and adhesives», en *Art History and Laboratory. Scientific Examination of Easel Paintings*. PACT 13: 183. Louvain la Neuve. Edited by Roger Van Schoute and Hélène Verougstraete – Marcq.
- MEILUNAS, J.; BENTSEN, J. G., y STEINBERG, A. (1990): «Analysis of aged paint binders by FT-IR Spectrometry», *Studies in Conservation*, 35, págs. 33-51.
- ODEGAARD, N.; CARROLL, S., y ZIMMT, W. (2000): *Material characterization tests for objects of art and archaeology*. London, Archetype Publications.
- STRIEGEL, M. F., y HILL, H. (1986): *Thin Layer Chromatography for Binding Media Analysis*. Scientific Tools for Conservation. Los Ángeles, The Getty Conservation Institute.