

Técnicas de Análisis Físico: Radiografía y Reflectografía de Infrarrojo, aplicadas al estudio de los bienes muebles

Araceli Gabaldón

Arbor CLXIV, 645 (Septiembre 1999), 27-42 pp.

Introducción

Ya va siendo habitual que en la actualidad los procesos de conservación restauración se inicien con unos estudios previos de carácter físico químico, además de los ya tradicionales estudios históricos.

En estos análisis se aplican una serie de técnicas *no destructivas* que proporcionan una documentación de la obra sin necesidad de toma de muestras. Algunas facilitan una información del objeto en su conjunto: fotografía, radiografía, reflectografía de infrarrojos. Otras proporcionan una información zonal, endoscopía, ultrasonidos, etc.

De todas estas técnicas, se puede decir que la reflectografía de infrarrojos es la única que se ha desarrollado específicamente para el campo de los bienes culturales, concretamente el estudio del dibujo subyacente en pinturas. El resto son adaptaciones de otras áreas, como la medicina o la industria, ya que en el ámbito cultural los recursos para la investigación son muy limitados. Por ello la introducción de una manera generalizada de las técnicas antes mencionadas ha sido lenta. Un caso aparte es la fotografía, cuyo uso se ha aplicado a este campo desde sus inicios en el siglo pasado. Es inapreciable el aporte de los grandes archivos fotográficos de principio de siglo (Ruiz Vernacci, Moreno, Mas, etc.) a la ho-

ra de acometer el estudio del estado de conservación de los objetos artísticos o de obras desaparecidas.

Es indudable que cualquier tipo de análisis, por si solo da una información parcial del objeto. Para que la información sea completa se deben unir los resultados obtenidos con varias vías analíticas y valorarlos conjuntamente con el estudio histórico—artístico.

Hablar de todas esta técnicas sería muy amplio. Por ello nos vamos a ceñir solamente a la radiografía y a la reflectografía de infrarrojos, las dos mas habituales.

Aplicaciones de la Radiografía

Sirve de apoyo a dos tipos de estudios: Los relativos a los procesos de conservación—restauración de los objetos y a los estudios históricos. En el primer supuesto nos ofrece datos sobre su estado actual o las posibles intervenciones sufridas a lo largo de su vida, entre otros aspectos. Si su objetivo son los estudios históricos, la radiografía nos puede ofrecer información sobre la técnica de ejecución y en algunos casos permite observar si el soporte esta reutilizado.

En cuanto a su campo de actuación, sus aplicaciones son muy amplias, ya que es raro el objeto que no permita ser radiografiado. Se podría decir que en una instalación dedicada a la radiografía de obras de arte no cabe la monotonía.

A continuación se va a intentar hacer un breve recorrido de las distintas aplicaciones de esta técnica y de su campo de actuación:

Materiales Arqueológicos

En lo que respecta a la arqueología, es indudable su importancia. De hecho, es esta una de las utilidades más antiguas y más extendidas de la radiografía.

Con frecuencia los arqueólogos se encuentran en sus excavaciones objetos no identificados, piezas completamente cubiertas de concreciones que no permiten reconocer forma alguna. La fase de limpieza, de por sí dificultosa, se agrava en estos casos, puesto que la capa de corrosión puede llegar a triplicar el volumen del objeto. La radiografía puede permitir ver lo que el restaurador se va a encontrar debajo de esas capas, incluso en algunos casos se evita un arduo trabajo de limpieza infructuosa, al observarse en la placa radiográfica que lo que había bajo esas concreciones no era una pieza de valor arqueológico. Un caso curioso fue la localización

de una chapa de botella en un conjunto de magníficas piezas procedentes de una excavación submarina.

Por otro lado, suelen ser espectaculares, además de ilustrativos, los documentos radiográficos obtenidos en piezas metálicas cuya decoración está cubierta por capas de corrosión superficial. La decoración queda patente en la placa con mas o menos intensidad. Ello depende, por un lado, de la diferente absorción del material de la placa base y del de la decoración y, por otro, de la profundidad que tenga la incisión. Puede ocurrir que, aunque en la radiografía se determine con claridad un dibujo, si este es mas oscuro que su entorno, esto se deba solo a la incisión, como a veces se puede demostrar después de la limpieza.

Además de lo expuesto, si el interés del estudio se centra en el estado de conservación del objeto, se podrían ver intervenciones antiguas, grietas, fisuras y otras alteraciones o reintegraciones llevadas a cabo en restauraciones antiguas en las que los criterios distaban mucho de los actuales.

En lo que respecta a las reintegraciones efectuadas en restauraciones antiguas, puede parecer en una primera impresión, sobre todo a los ojos de un observador ajeno al campo de la conservación—restauración, que la pieza no ha sido intervenida. Es el restaurador quien, en la inspección visual advierte una serie de indicios como leves cambios en la textura, ligeros engrosamientos en los bordes, etc., que le hacen comprender que la pieza esta intervenida y, como consecuencia de ello, solicita una radiografía. Estas reintegraciones, se pueden poner claramente de manifiesto como grandes lagunas negras (baja absorción radiográfica), que destacan del blanco con que se representan las zonas con núcleo metálico (alta absorción radiográfica).

Otras veces, esta inspección ayuda a diferenciar; aunque sin caracterizarlos, los distintos materiales que componen cualquier objeto metálico, con lo que se pueden conocer detalles relativos a su construcción. Las piezas de orfebrería, (fig.1) cálices, custodias o armas son claros ejemplos. Gracias a la imagen radiográfica se ha podido conocer mas a fondo espadas tan importantes como las de Boabdil o del Cid de la colección del Museo del Ejercito

Como cualquier técnica de análisis físico tiene sus limitaciones, alcanzar la meta deseada no siempre es factible. Se pueden dar casos como fue el de pieza celtibérica el gran bronce botorrita. Una placa metálica en la que se vislumbraba bajo la capa de corrosión una inscripción cuya lectura era vital. Se suponía que se trataba de caracteres celtibéricos, pero se temía que se deteriorara en el proceso de la limpieza. La radiografía

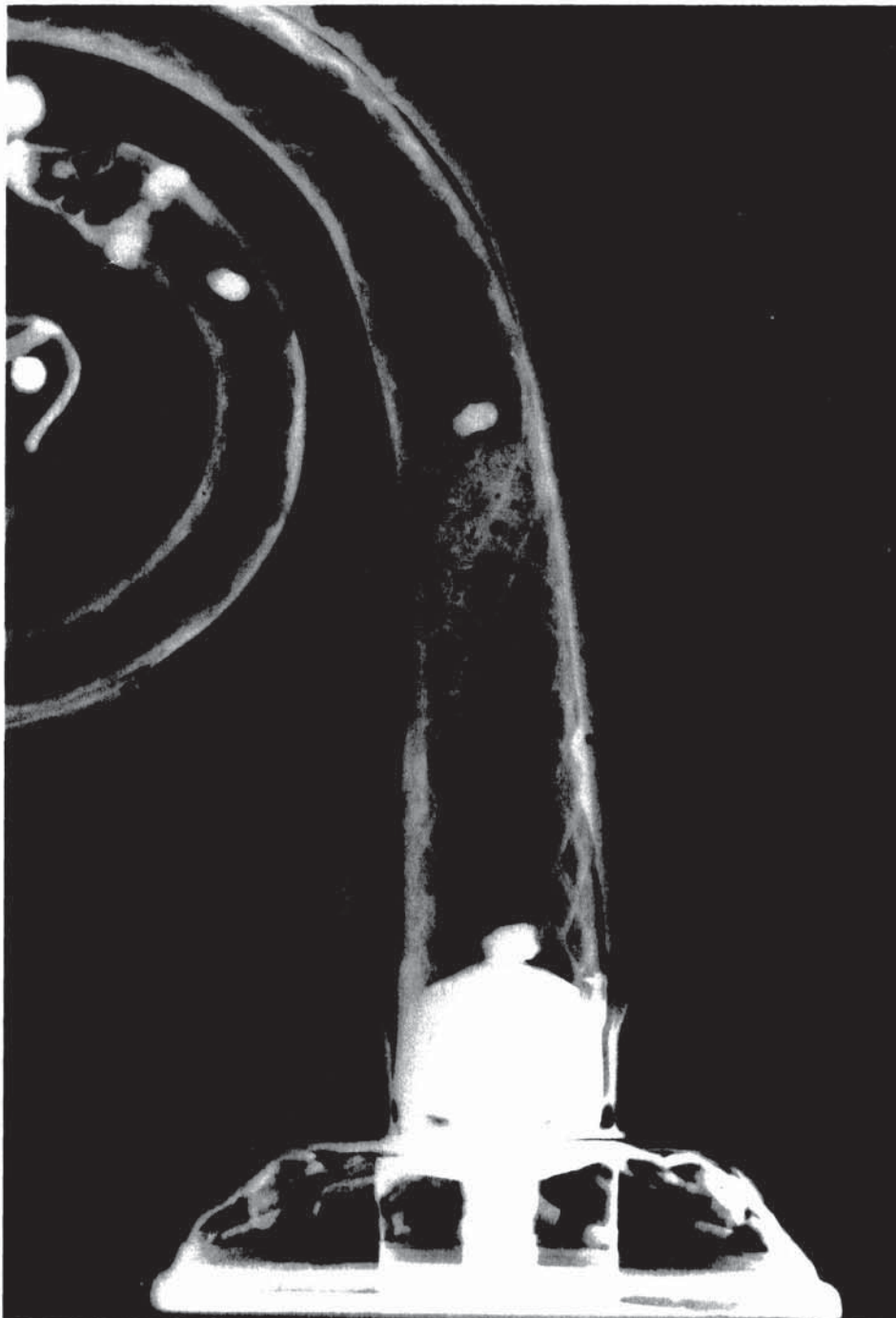


Figura 1. Detalle de la radiografía de un báculo.

fue determinante en este caso, pues gracias a ella se pudo leer el texto casi en su totalidad.

Sin embargo y por desgracia, en otro caso que externamente tenía una apariencia muy similar no se obtuvieron los resultados deseados. La placa tenía caracteres en ambas caras y, como es bien sabido, las dos inscripciones se superponen en la radiografía dificultando su lectura.

Continuando dentro del contexto arqueológico, esta forma de inspección aplicada al estudio de momias egipcias, evita los grandes desastres que se cometieron a principios de siglos, cuando se rompían las vendas y se sacaban al exterior los restos. No se puede dejar de mencionar el estudio realizado por D. Esteban Llagosteras ¹ de las momias egipcias del Museo Arqueológico Nacional, en el que dice textualmente: *La radiografía es el mejor y único método no destructivo para determinar la autenticidad, forma interna, cronología, sexo, edad,...*(fig. 2).

Abrir una urna cuyo contenido se ignora, no suele ser tarea fácil. Es importante antes de iniciar la operación poder contar con información sobre su forma de construcción posibles piezas metálicas (clavos, remaches, etc.), ensamblajes de la madera, etc., y sobre todo saber si existe algo en su interior. El conocimiento de todos estos datos puede ayudar en la toma de decisión de abrir o no abrir. En el segundo caso se dejaría constancia de lo que se encuentra en su interior. En esta línea de documentación se podría citar el caso de un relicario, formado por una caja compartimentada a modo de celdillas. En el interior de algunas de ellas se pudo comprobar la existencia de restos óseos.

Esculturas

Salvo las momias y las urnas, el tipo de objetos que hemos visto hasta ahora, dada su geometría, por lo general no requieren más de una vista para su estudio. Pero en ocasiones, para conseguir una información más completa, hay que repetir la misma vista bajo diferentes parámetros, bien debido a la diferencias de espesor y/o a los distintos materiales constitutivos de la pieza.

Cuando se trata de esculturas de bulto o de otros objetos de volumen o relieve acentuado, se hace imprescindible un mínimo de dos vistas, que podrán ser aumentadas en función del problema que se intente resolver. El estudio más amplio del que tenemos conocimiento es el de la estatua ecuestre en bronce del emperador Marco Aurelio de Roma ², al que, entre otra serie de análisis, se le hicieron más de 200 radiografías.

¿Qué se puede buscar en los estudios de este tipo de objetos? Si comenzamos con aquellas cuyo soporte es metálico, igual que en los ejem-

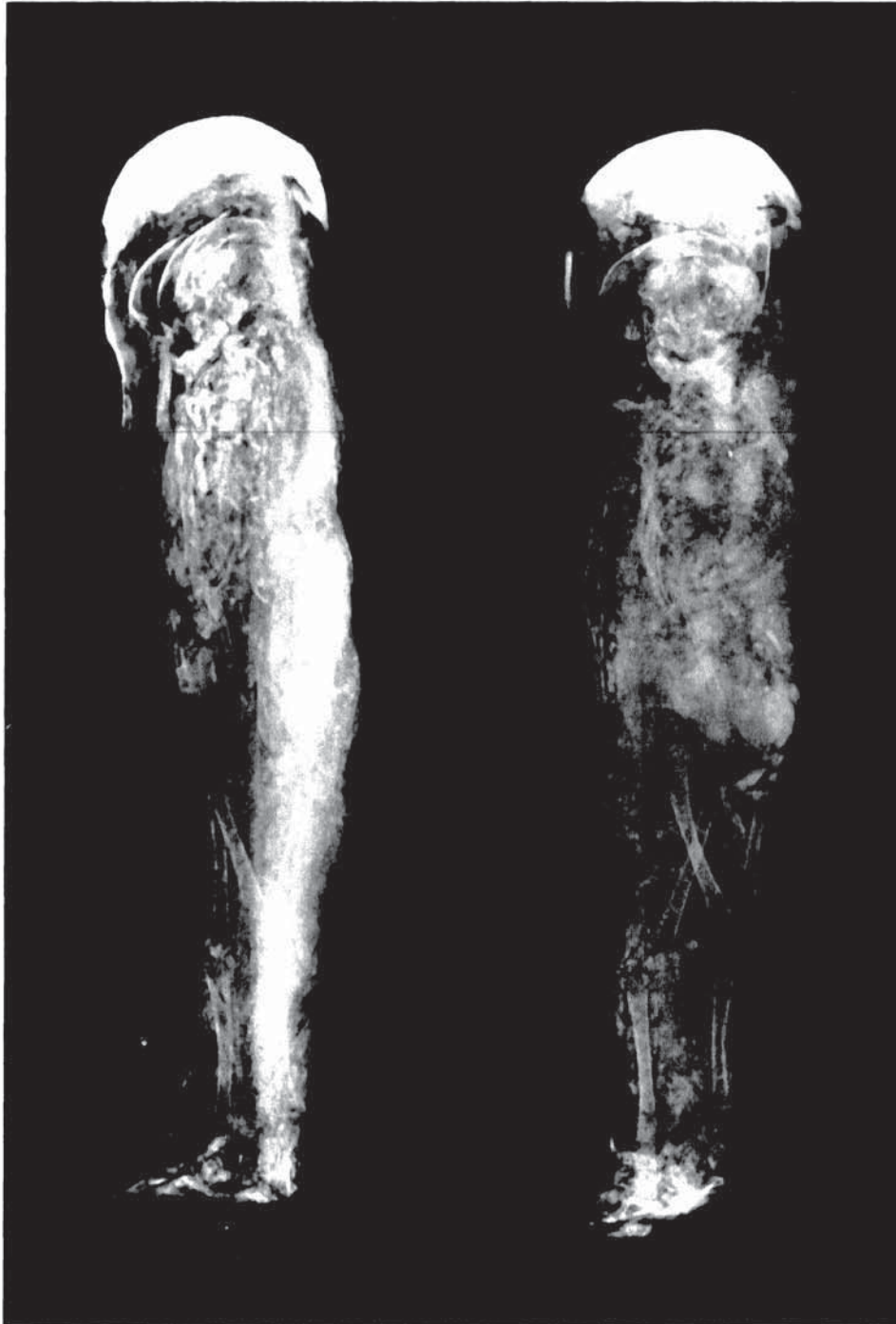


Figura 2. Imagen Radiográfica de una momia.

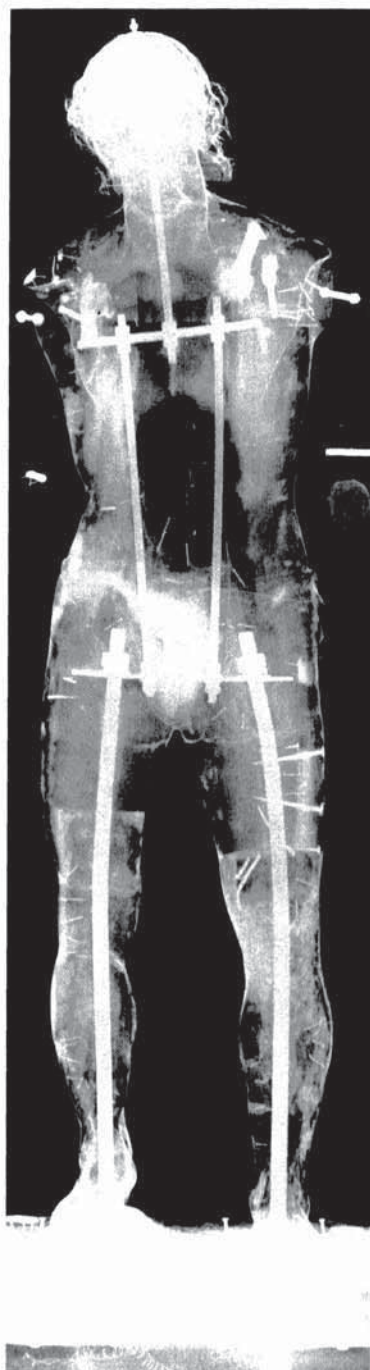


Fig. 3. Imagen radiográfica de una escultura en madera policromada.

plos anteriores, se podría ver el estado de las soldaduras, oquedades, poros etc. Pero como además es una escultura, podría interesar conocer las piezas que la conforman, su forma de ensamble, diferentes espesores, zonas huecas o macizas. Por último, también se podrían reconocer las fisuras, grietas, y vestigios de restauraciones anteriores, vástagos metálicos, placas etc.

Si el soporte es de madera, la búsqueda será similar, aunque en estos casos podemos encontrar un tipo de deterioro propio de los materiales orgánicos: restos de ataques de xilófagos.

Con frecuencia las esculturas de madera, especialmente en nuestro país, son imágenes devocionales que con bastante frecuencia han sufrido intervenciones motivadas, unas veces, por problemas estructurales o de conservación; otras veces por cambios iconográficos o simplemente por cambio de gusto.

Los criterios de restauración no siempre han sido los actuales, intervenir lo menos posible. Las inspecciones radiográficas pueden poner en evidencia restauraciones muy complejas. Se ha dado el caso de una imagen procesional a la que se le había introducido un armazón metálico.

Respecto a los cambios, un buen ejemplo sería el de una imagen de Jesús que tenía el brazo cambiado de posición, lo que se dedujo del tipo de cajeado que mostraba la radiografía.

En cuanto a las capas superficiales de preparación y policromía, la radiografía puede mostrarnos zonas intervenidas. Se identifican por los distintos niveles de grises; por ejemplo, en zonas de relativa homogeneidad, vemos aparecer áreas más o menos oscuras que se identificarían con faltas de policromía a distintos niveles. En fragmentos reconstruidos el aspecto visual

puede ser totalmente diferente; no solo en el tono de gris sino también en la textura. (fig. 4)



Figura 4. Detalle de la forma de unión del brazo al tronco en una escultura policromada, en la que se pueden apreciar faltas de policromía distintos niveles.

Repolicromar las imágenes ha sido una práctica muy extendida, una vez intentando resolver problemas de deterioro, otras simplemente por un cambio de gusto. Aquí la radiografía, al ofrecer una imagen resultado de la suma de todos los elementos que la radiación electromagnética encuentra a su paso, no siempre da la información deseada. Los mayores éxitos se consiguen, como ya se mencionó antes, en aquellos casos en los que se han añadido piezas volumétricas. También se obtienen buenos resultados cuando la preparación y los pigmentos del repolicromado son poco radiopacos y permiten en ocasiones seguir fielmente la decoración de policromía original.

Pinturas

Hasta aquí se han expuesto casos en los que el soporte es la obra en sí misma y se podría hablar de una estructura sencilla. Frente a otras, como son las pinturas, en las que el soporte físico pasa a un segundo plano y es la pintura la que da vida a la obra.

Nos referiremos a aquellas cuyo soporte es tabla o lienzo, por ser las más usuales. Entre los datos relacionados con el estado de deterioro del soporte se podría destacar: restos de ataques, de xilófagos, añadidos, grietas, nudos, piezas metálicas. En lo referente a la pintura, pérdidas al nivel de preparación y/o capa pictórica, repintes etc. En otro orden de cosas, la radiografía, como antes se mencionó, también puede proporcionar información sobre la técnica pictórica.

Se debe tener en cuenta que en este tipo de obras, la influencia del soporte respecto del conjunto, en lo que a absorción radiográfica se refiere, es muy baja. No por ello deja de poder informar sobre importantes aspectos, como el número de planchas que lo conforman, características y estado de sus ensambles o, en el caso de los lienzos reentelados, los paños que forman el tejido y su ligamento, que de otro modo no sería posible ver.

Muy espectacular es la detección de reutilizaciones de los soportes. La mejor o peor legibilidad del motivo subyacente, se consigue en función de la relación de su adsorción radiográfica respecto a de la composición visible. (fig. 5 y 6)

En lo que concierne a la elaboración de la composición subyacente, esta puede ser más o menos avanzada, incluso puede estar tan acabada que tenga a su vez rectificaciones. Así mismo, puede darse el caso de que el soporte sea un fragmento reutilizado o, en una obra de gran formato en la que se han podido aprovechar más de una pintura. Más de un vez nos ha llamado la atención observar como los personajes de uno de los dos motivos están cabeza abajo.



Figura 5. Imagen visible de una pintura.

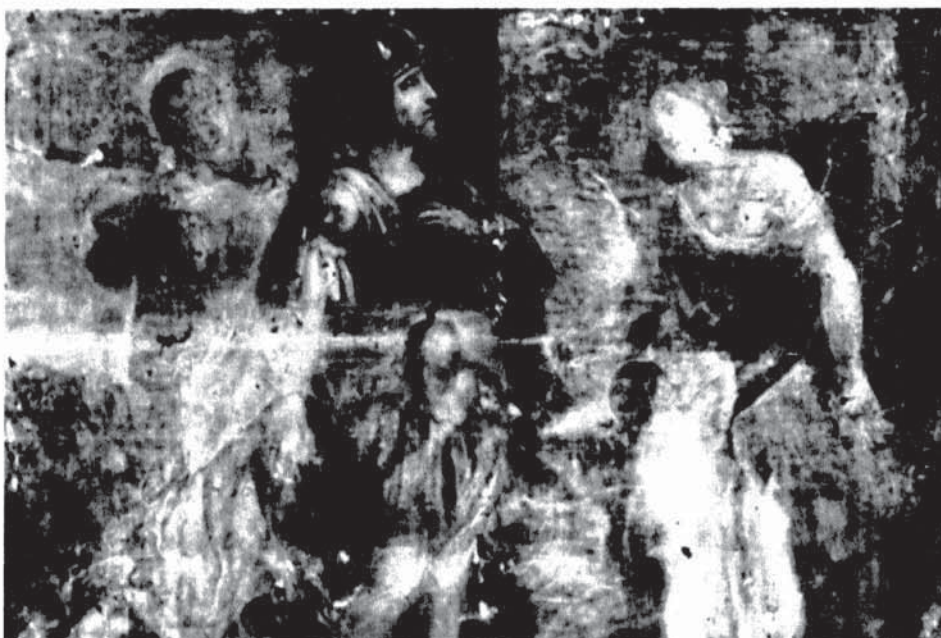


Figura 6. Imagen radiográfica de la pintura anterior (fig. 5)

Las imágenes radiográficas de las pinturas pueden diferir mucho unas de otras. Su gama de contrastes orienta sobre las características de la ejecución pictórica. En ocasiones el motivo visible es perfectamente reconocible, manifestándose con mayor intensidad las luces y zonas claras, frente las áreas de sombras y tonos oscuros, es decir, una imagen rica en contrastes. En estos casos, la incidencia de las capas de pintura es mayor que la del conjunto soporte—imprimación—preparación. Claro exponente son las de los Monjes de la serie de la Cartuja de Jerez, hoy en el Museo de Cádiz, de Francisco de Zurbarán.(fig.7) Otras veces, situar el motivo visible es muy difícil, pues las imágenes son muy poco contrastadas y tienen poca luminosidad, y la incidencia de la pintura es muy baja respecto a la del resto. Sirva como ejemplo la obra de Francisco de Goya, «El aquelarre» del Museo Lázaro Galdiano. (fig.8)

Por otro lado, también puede ofrecer información sobre el proceso de construcción de las figuras respecto a lo que ofrece la imagen visible, ya que saca a la luz rectificaciones de la concepción inicial,(fig. 9 y 10) da información sobre los estratos inferiores cubiertos por pintura, a veces sólo ligeras veladuras. En una palabra, ofrece datos ocultos al ojo sobre la forma de hacer del artista.

Reflectografía de infrarrojos

Pero existe una primera fase en el proceso creativo de las pinturas, el dibujo preparatorio, que salvo raras excepciones, queda enmascarado en la radiografía por estar ejecutado con materiales de baja absorción radiográfica y/o con pigmentos muy diluidos. Es la reflectografía de infrarrojos la que nos permite conocer este dato, que, como es bien sabido, constituye una información fundamental a la hora de estudiar a un autor.

Aunque la reflectografía se desarrolló inicialmente para el estudio del dibujo subyacente y aunque la información que proporciona es de menor alcance que la radiográfica, puede también ayudar a localizar áreas intervenidas. Es útil en pintura mural donde no se puede aplicar la radiografía. Así mismo, ofrece buenos resultados en pinturas cubiertas de suciedad, al permitir, antes del proceso de limpieza, clarificar algunos aspectos de la composición. En cuanto al proceso creativo, en ocasiones saca a la luz rectificaciones en pintura, o parte de las composiciones subyacentes no detectadas por la radiografía.

No desdeñando las aplicaciones a las que se acaba de aludir, hay que reiterar que su principal utilidad es en la detección del dibujo subyacente. Existe una gran cantidad de pinturas sobre tabla que tienen dibujo,



Figura 7. Imagen radiográfica de la pintura sobre tabla de Francisco de Zurbarán San Hugo, obispo de Grenoble.

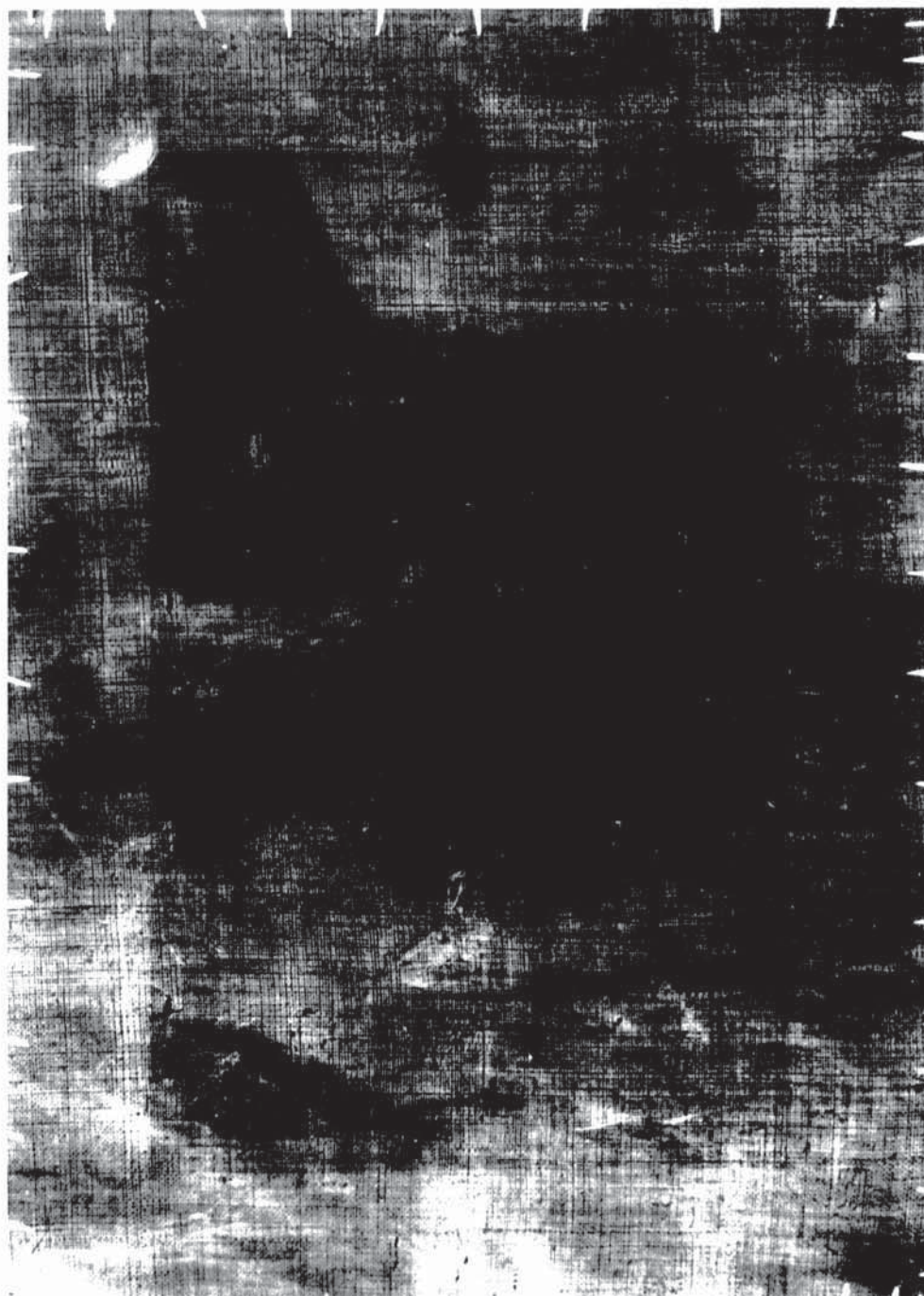


Figura 8. Imagen radiográfica de la pintura sobre lienzo de Francisco de Goya -El aquellarre- del Museo Lázaro Galdiano.



Figura 9. Detalle de la imagen visible de una pintura sobre lienzo.



Figura 10. Detalle de una rectificación en pintura detectada por la radiografía del detalle anterior (fig. 9)



Figura 11. Detalle del dibujo subyacente de la pintura de Goya, «La Era» del Museo Lázaro Galdiano.

mas o menos elaborado, según los autores y, como se acostumbra a decir en cualquier escrito que trate de este tema, el dibujo subyacente es la grafía del autor.

A partir del siglo XVII es menos frecuente encontrar dibujo, por lo que hubo una época en la que únicamente se analizaban pinturas anteriores a esa fecha. Pero en la actualidad, y siempre que se tiene la oportunidad, se hace un rastreo reflectográfico de pinturas de cualquier época, ya que algunos autores circunstancialmente dibujaban algunos detalles en sus obras. La pintura de Goya, «La Era» del Museo Lázaro Galdiano es un claro ejemplo.(fig.10)

Debemos mencionar que, como cualquier técnica de análisis, la reflectografía también tiene sus limitaciones. La detección del dibujo esta sujeta a varios factores: la reflectancia del fondo respecto a la del dibujo; el poder cubriente de los pigmentos, y la más importante, la repuesta a la radiación infrarroja del pigmento utilizado en el dibujo. Puede ocurrir que este sea visible en una zona que falta de pintura en la que queda al descubierto la preparación y el dibujo, y sin embargo , no lo observamos en la pantalla del monitor del sistema de reflectografía.

Hasta aquí se ha intentado dar unas ideas muy generales de las aplicaciones de la radiografía y de la reflectografía de infrarrojos en el campo de los objetos artísticos y no querría terminar esta líneas sin mencionar, que es gratificante para los que trabajamos en los laboratorios de análisis físicos, ver como día a día van aumentando los estudiosos del campo del arte que toman en consideración los datos que le proporcionamos.

Notas

¹ ESTEBAN LLAGOSTERAS. Estudio radiográfico de las momias egipcias del Museo Arqueológico Nacional. Madrid 1978, página 28.

² VV.AA., Marco Aurelio Mostra de Cantiere «la indagini in coso sul monumento». Roma Ministerio per i Beni Culturali e Ambientali-Instituto Centrale per il Restauro, 1984.