



NOTES

¹ Estatuts de l'ICOM. Art. 2. Definicions UNESCO, París, 1990.

² Llei de museus 17/1990 i Llei del patrimoni cultural català 9/1993, així com els decrets de desplegament parcial d'aquestes lleis.

³ Són molt importants i cada vegada més freqüents les investigacions que estudien aquests temes; per exemple el treball, encara inèdit, de José Luis Merino Gorospe: "Los materiales pictóricos y su obtención a través de la literatura medieval de taller."

⁴ En revistes especialitzades, com per exemple *Studies in Conservation*, o publicacions de centres d'investigació de l'ICCROM, de la fundació P. Getty, etc. També cal fer esment de les actes dels congressos concernents a les tècniques instrumentals d'anàlisi que inclouen seccions d'art; cal destacar el *Beitr. Elektronenmikroskop. Direktabb. Oberfl.* (congrés europeu de microscòpia electrònica SEM/EDXA) en què l'equip del laboratori del MNAC ha presentat treballs referents a l'aplicació d'aquesta tècnica a l'estudi dels objectes artístics.

⁵ Miquel MIRAMBELL ABANCÓ, «Del restaurador d'obres d'art al conservador-restaurador de béns culturals. Breu recorregut per la història de la professió», *Unicum* (Barcelona), 1 (2002), p. 6-11.

⁶ L'article que es cita és un exponent recent de la col·laboració entre el departament de restauració i el laboratori del MNAC: N. PRAT I GRAU, «Estudi de la mecànica d'execució del revers del retaule de sant Eloi dels argenters, de Pere Nunyes. Estat de conservació i restauració de les taules *Pesatge de les selles davant el rei Clotari II i Translació del cos de sant Marçal*», *Butlletí del Museu Nacional d'Art de Catalunya* (Barcelona), 5 (2001), p. 59-75.

⁷ El laboratori del MNAC, des de l'any 1980, ha treballat en aquesta direcció i actualitza sistemàticament el protocol analític aconseguit. Referent a les tècniques instrumentals més sofisticades, és imprescindible la participació d'altres centres d'investigació (la Universitat de Barcelona, la Universitat Autònoma de Barcelona i l'Institut de Ciències de la Terra del CSIC), amb qui s'han establert convenis de col·laboració. També hi contribueix de forma qualificada la direcció i supervisió de diferents tesis, ja presentades o en curs de realització, que permeten adaptar nous procediments analítics i aconseguir més prestacions dels actuals. La més recent: "Aplicació de la microscòpia òptica, microscòpia electrònica i espectroscòpia Raman a la identificació de materials pictòrics" de Joaquim Badia Gómez.

⁸ M. FONT ALTABA i A. MORER MUNT, «La materia en la pintura», *Mundo científico*, 129 (1992), p. 908-919. Per a un coneixement bàsic s'exposen aquestes tècniques de forma divulgativa i s'amplia amb la bibliografia tècnica més específica.

⁹ Destaca la utilització d'un conjunt de programes per digitalitzar i emmagatzemar les imatges i, posteriorment, tractar-les i analitzar-les: ITEX, IMAGRAPH i OPTIMAS 6.2. En el laboratori del MNAC s'han adaptat aquests programes a les necessitats específiques de les investigacions dels historiadors-conservadors i als treballs de conservació-restauració, amb resultats excel·lents.

¹⁰ Així han estat possibles, per exemple, els estudis "Espectroscòpia Raman, aplicada a l'estudi de les obres d'art" o "Control del procés de deteriorament del color dels materials pictòrics" realitzats en el laboratori del MNAC, per part de Joaquim Badia. Aquests treballs s'han dut a terme a partir del protocol endegat a la National Gallery per fer un seguiment de la deterioració de les obres d'art dels propis fons o amb préstec per a exposicions temporals.

La investigación integral de las obras de arte. A propósito de los estudios científicos de laboratorio.¹

El valor estético y la perdurabilidad de las obras de arte están asociados a los materiales y a la técnica de ejecución utilizados por cada autor. El desarrollo y la disponibilidad de los procedimientos de análisis no destructivos permite buscar otros métodos de investigación, complementarios a la investigación artística. Es necesario, no obstante, racionalizar y optimizar la adquisición y el uso de las técnicas y la metodología de estudio. Los resultados conseguidos se tienen que integrar en la investigación global de las obras de arte, junto con los estudios y trabajos de los historiadores, conservadores y restauradores.

Antoni Morer Munt. *Doctor en Ciencias y Conservador técnico de museos. Jefe del departamento de Conservación Preventiva y del Laboratorio del Museo Nacional d'Art de Catalunya (MNAC).*

La valoración de los bienes culturales en la sociedad está en aumento y se generaliza. La institución de nuevos museos y colecciones, las inversiones públicas y privadas, y la actual cultura del ocio dan testimonio de ello; no obstante es en el Tercer Mundo donde, a pesar de problemas más urgentes, se ha convertido en uno de los principales reclamos turísticos. Una consecuencia notable es el refuerzo y la progresión de las tareas de investigación y de conservación-restauración de los objetos artísticos.

El valor estético de una obra de arte es el resultado de la creatividad del artista y está íntimamente asociado, al igual que su perdurabilidad, a los materiales seleccionados y a la técnica de ejecución utilizada por cada autor. Por tanto, los objetos artísticos están sujetos a los principios de las ciencias naturales y, a partir de las leyes que las rigen, es posible explicar, en parte, como se originan y conservan.

En origen las tareas de laboratorio en centros de arte se asociaron exclusivamente a los trabajos de los talleres de restauración; durante los años 40 y 50 se pedían estudios puntuales, mayoritariamente para encauzar las intervenciones necesarias. A partir de la década de los 80 se produjo un cambio de planteamiento y se inició una auténtica cooperación entre todos los profesionales implicados para estudiar conjuntamente las obras artísticas. Actualmente es habitual el requerimiento de estudios científicos de laboratorio por parte de historiadores y técnicos de conservación-restauración para apoyar atribuciones, intervenciones, peritajes, subastas y, también, resoluciones de ámbito judicial.

ÁMBITOS DE APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS CIENTÍFICOS DE LABORATORIO

El concepto globalizador de los estudios científicos de laboratorio se refleja en varias áreas de actuación, que constan en los estatutos del ICOM² (International Council of Museums) y en las leyes de museos y del patrimonio cultural catalán.³ En diferentes cláusulas se especifica el *deber ineludible de conservar y perpetuar el patrimonio actual, estudiarlo, documentarlo y divulgar el conocimiento para la investigación, la enseñanza y el disfrute intelectual y estético para las generaciones presentes y futuras*. El principal objetivo de las tareas de laboratorio es proporcionar respuestas y elementos de juicio para contribuir a la investigación artística y a los trabajos de conservación-restauración de los bienes culturales muebles e inmuebles.

El desarrollo de procedimientos de análisis no destructivos, especialmente en el campo de la óptica y de las técnicas electromagnéticas, facilita la observación y exploración más allá de la simple visión ocular y aportan datos objetivos que sobrepasan las posibilidades naturales de contemplación y lectura de los objetos. Contribuye a la investigación de los mecanismos de creación de las obras de arte y a su comprensión actual. El hecho que dichas técnicas estén actualmente al alcance de los laboratorios de los principales centros de arte, permite que se utilicen para el estudio de todo tipo de objetos artísticos.



Investigación

La investigación artística se basa en la investigación histórica y documental, en las características estilísticas y cromáticas de las obras, y en los conocimientos, sensibilidad e intuición del propio investigador. La confianza en esta metodología es firme pero incompleta y, por otro lado, está asociada a una interpretación personal que no resuelve plenamente la objetividad de las conclusiones aportadas. Es preciso ampliar la investigación de las obras de arte con otros métodos, ya que se sustentan sobre un soporte material con unas propiedades físicas y químicas determinadas.

Los objetivos que permiten lograr los estudios científicos de laboratorio son:

- *Conocer la naturaleza y el origen de los materiales utilizados*, a partir del estudio de los productos usados (pigmentos, aglutinantes, cargas, etc.) y de su manufacturación (triturado, mezclas, deposición, etc.). Los resultados obtenidos se relacionan con la categoría, costumbres y necesidades de cada artista; con el comercio y las rutas de suministro; con las relaciones locales y temporales, o bien con la autonomía de los autores y de las escuelas.

- *Averiguar el proceso creativo y la técnica de ejecución de los autores*, que singularizan la huella personal de cada artista: preparación del soporte, presencia o no de dibujo preparatorio, características de la sección transversal (número, homogeneidad y grosor de las capas; substratos de impresión y de preparación, etc.), y procedimientos para conseguir los efectos cromáticos globales perseguidos.

- *Deducir las interrelaciones geográficas y temporales entre los maestros y talleres*, a partir del soporte material, de las técnicas pictóricas, de la participación de artistas foráneos y/o locales, y de la organización del trabajo personal y colectivo. Ello es posible a partir de la sucesión cronológica de los productos y de los procedimientos empleados o de los que han caído en desuso en cada período.

- *Discernir las transformaciones de los objetos*, inherentes a la alteración de los propios materiales o a causa de las intervenciones externas (reacciones entre los materiales, degradaciones, limpiezas, restauraciones, cambios formales a causa de la intervención de artistas locales, desastres naturales, agresiones vandálicas, etc.). Los efectos que se originan pueden estar o no integrados en el propio objeto y se tiene que evaluar el alcance y la localización en el conjunto.

- *Verificar la aplicación de los tratados de pintura*, respecto a los productos y los procedimientos operativos utilizados en diferentes períodos; continuidad o ruptura con las pautas autóctonas locales, con los recetarios de taller, etc.⁴

Estos datos complementan la investigación histórica. Contribuyen a evaluar la personalidad artística de los autores y de las escuelas, a corroborar datos históricos y de datación, pero también pueden contradecir conocimientos que se han aceptado tradicionalmente o que se han publicado a partir de trabajos de investigación.⁵

Conservación-Restauración

El entorno de los objetos artísticos ha experimentado una gran transformación. La conservación-restauración de las obras presenta una problemática que no se tenía en cuenta hace cuatro o cinco décadas. Se han producido una serie de cambios ambientales, socioculturales y técnicos hacia el arte, principalmente del entorno urbano o arquitectónico, que hay que tener presentes: la apertura de nuevos centros y la adaptación de viejos edificios con mejoras técnicas en la climatización e iluminación; los microclimas, la polución, las vibraciones y la inseguridad de los ámbitos de exposición o de reservas; el préstamo, manipulación, y traslado de las obras; y, en general, la accesibilidad, cotidianidad y popularización del fenómeno artístico y cultural.

Existen otros hechos destacados. Entre los equipos de trabajo se produce una renovación generacional en la que los antiguos profesionales, muy

experimentados, dejan paso a especialistas universitarios con más conocimientos teóricos pero sin la praxis de los anteriores. Con una cadencia regular están disponibles nuevos materiales (que pueden suscitar reacciones, incompatibilidades y/o transformaciones con los productos originales), innovadoras técnicas de trabajo y ofertas de moderno equipamiento instrumental que hace que la práctica de esta disciplina siempre comporte un riesgo, por mínimo que sea.

Con esta evolución, la conservación-restauración se convierte en una ciencia con una base teórica, unos criterios de intervención y una metodología de actuación propios. La base científica de estos trabajos desplaza el anacronismo de considerarlos todavía como el resultado de prácticas artesanas: "La profesión ha ganado en científicismo y ha perdido en artisticidad; una situación que todos comparten, pero que a veces no acaba de gustar."⁶ También hay que tener presente que las tareas de los conservadores y restauradores en cada fase del proceso son una fuente valiosa de conocimiento de las obras de arte, con la aportación de datos relativos a las obras y a los autores que se estudian, se sistematizan y se evalúan.

Estos episodios comportan una problemática profesional y técnica que justifica la necesidad y la petición por parte de los profesionales de disponer de la máxima información posible. El apoyo del laboratorio debe ser la base para hacer un buen uso y aprovechar todas las posibilidades en la aplicación de los criterios artísticos y de conservación-restauración.⁷

TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y PROTOCOLO ANALÍTICO

Para llevar a cabo los estudios científicos de laboratorio se dispone de un amplio abanico de ensayos que, *a priori*, se pueden aplicar. Antes de adoptar una metodología analítica es necesario llevar a cabo numerosas pruebas con las técnicas preseleccionadas para escoger aquellas que se adaptan a las características tan especiales de las muestras.⁸ El protocolo de análisis está condicionado por la *unicidad* y la *poca cantidad* de espécimen disponible de algunas micras cuadradas de superficie, ya que cada objeto es único. Es imprescindible que las técnicas sean no destructivas (con una sola muestra para todos los ensayos) y con un grado de *sensibilidad* y *resolución* elevado.

Las técnicas instrumentales seleccionadas y los parámetros idóneos de trabajo se han explicado en diferentes foros y publicaciones.⁹ Aquí se expresa, de forma resumida, la metodología de trabajo arquetipo del laboratorio del Museu Nacional d'Art de Catalunya (MNAC):

- **Ensayos preliminares de diagnosis artística.** El objetivo consiste en conseguir el conocimiento formal y global de la superficie y de la estructura interna de la obra, o sea del proceso creativo aplicado por los autores. Se aplican *in situ* y sin ninguna extracción de muestras. Se utilizan equipos móviles con tiempos breves de operatividad y los resultados conseguidos son inmediatos.

Las técnicas adecuadas son las radiaciones visibles e invisibles: *el estudio fotográfico completo, las radiaciones UV, la reflectografía de IR, los rayos X y la fluorescencia de RX portátil.*

- **Extracción de muestras.** Se debe realizar a partir de los datos proporcionados por los ensayos preliminares. El espécimen seleccionado tiene que ser auténtico y representativo de la obra para conseguir unos resultados reales. Por otra parte, el tamaño debe ser muy reducido y, al menos algunas de ellas, deben incluir la estratigrafía completa desde el soporte hasta la superficie. Se utiliza el bisturí, la lupa y la iluminación adecuada.

- **Examen de las caras planas,** tanto del anverso como del reverso de las muestras.

Las técnicas apropiadas son la *microscopía óptica y/o electrónica, la difracción y fluorescencia de RX*, y otras en función de los objetivos programados.

- **Preparación de muestras.** Para poder manipularlas correctamente durante el estudio de la sección transversal es indispensable su inclusión en un soporte. Se utilizan resinas que polimerizan en frío para evitar alte-



raciones en los materiales constitutivos. Posteriormente se cortan con una sierra a bajas revoluciones y se pulen con abrasivos no contaminantes.

· **Estudio de la sección transversal.** Es esencial, principalmente, para la investigación del proceso de ejecución de las obras. Comprende la indagación del número, grosor y regularidad de las capas estratigráficas; la observación del procedimiento de deposición; la identificación de las mezclas; el estudio de las características ópticas y cromáticas del conjunto, etc.

Las técnicas imprescindibles son: la *microscopía óptica* y la *microscopía electrónica con el microanálisis* y la *obtención de mapas de distribución elemental* incorporados. A partir de los resultados y según el alcance de la investigación se utilizan la *espectrometría de infrarrojos FTIR*, la *espectrometría Raman* y la *microscopía láser confocal*.

· **Estudio global de los resultados**, que comprende el tratamiento y análisis de las imágenes y de los espectros obtenidos; la tabulación y cruce de los resultados parciales, así como la compilación de un banco de datos.

Se lleva a cabo mediante *programas informáticos específicos*.

· **Presentación de resultados.** Recopilación y sistematización de todos los datos, elaboración de conclusiones y redacción del texto.

Dicha metodología permite usar todas las técnicas del protocolo a partir de una única muestra, sin que se altere; además, se puede reutilizar posteriormente el mismo espécimen para repetir los análisis o para ampliar la investigación con los nuevos procedimientos que en un futuro se apliquen a la investigación de materiales pictóricos. Hay que recordar que es indispensable la aplicación de varias técnicas complementarias entre sí y que es esencial el estudio estratigráfico de la sección transversal para identificar la técnica de ejecución de los autores.

Se deben utilizar parámetros adecuados para cada técnica, en función del tipo y de las características de cada muestra; por el contrario, los datos obtenidos pueden ser incorrectos. Los resultados que proporcionan dichas técnicas se tienen que *leer e interpretar* correctamente, porque pueden inducir a interpretaciones erróneas. En este caso la informática se consolida como una herramienta de primer orden. El tratamiento y análisis de imágenes, espectros, mapas de distribución, etc. permite la visualización y lectura de resultados difíciles de observar. Ello es posible mediante programas informáticos específicos, utilizando filtros, conversiones y cruce de numerosos datos, que permiten conseguir resultados parciales que no es posible establecer sin estos medios. Dichos programas se han confeccionado y experimentado en universidades y centros de investigación que han sido pioneros en la incorporación de las nuevas tecnologías.¹⁰ Es preciso citar que los profesionales pueden consultar los datos a partir de la red, en cualquier momento y sin el acceso directo a las obras.

REFLEXIONES

Superación de una etapa: integración pendiente

Los argumentos expuestos en los párrafos precedentes confirman que los estudios científicos de laboratorio representan un salto cualitativo en la investigación artística. De ello quedó constancia en el congreso de París en Septiembre de 1998 con la participación de 140 científicos de más de 30 países para hablar de *Arte y Química*.

No obstante, en la investigación de obras de arte todavía existe un surco profundo entre la *investigación artística*, ámbito de la historia del arte, y la *investigación tecnocientífica*, campo de las ciencias. Es cierto que nadie cuestiona el objetivo de incorporar estudios científicos de laboratorio en la investigación global de los objetos artísticos, aunque en la mayoría de casos continúa considerándose como una curiosidad, un lucimiento; se llevan a cabo de forma puntual y esporádica con resultados dispersos y sin sistematización.

La causa principal, en contra de la idea general, no es la falta de infraestructuras, ya que están al alcance de los principales centros de arte. ¿Cuáles son, pues, las razones que dificultan, hoy por hoy, la plena incor-

poración de estudios científicos de laboratorio en el conjunto de trabajos de investigación y de conservación-restauración?. Se trata de una serie de factores relacionados entre sí: la autocomplacencia o la claustrofobia científica de los historiadores en la metodología tradicional de investigación artística; la falta de confianza en las nuevas tecnologías, la propia inercia y la resistencia a la innovación; el desconocimiento del alcance de los resultados que se consiguen con dichos estudios, así como su implicación en las tareas de las distintas áreas. Por otro lado, pero en menor grado, es posible la sobrevaloración de los métodos científicos que no siempre pueden aportar los resultados esperados y que, como consecuencia, causan desencanto. En ambos casos, dicha actitud comporta, a la vez, la poca valoración de los trabajos de laboratorio y de los datos aportados.

Otro argumento que ha contribuido a la falta de integración es el poco rigor científico de algunos estudios de laboratorio que se realizan; a veces son incompletos y no responden a la problemática específica de cada objeto. Este hecho tiene relación, en parte, con la escasez de especialistas de los distintos ámbitos de ciencias (geología, química, física y biología) para abarcar todas las problemáticas posibles. Dicha situación se agrava porque algunos científicos a quienes se solicitan análisis, no están familiarizados con la naturaleza y la técnica de ejecución de los objetos artísticos y, no menos importante, con el lenguaje utilizado. Como consecuencia, no es posible proporcionar resultados de acuerdo con las necesidades y en el tiempo real que precisan las actividades diarias de los historiadores, conservadores y restauradores.

A partir de estos razonamientos se puede concluir que, hoy por hoy, los laboratorios de obras de arte de nuestro país no pueden cumplir con los objetivos señalados y responsabilidades adquiridas. Se debe superar una etapa en que, a pesar de disponer de unas técnicas y un protocolo de análisis experimentados, el uso del conjunto de infraestructuras es exiguo. Los resultados que se consiguen se deben, en parte, al entusiasmo e iniciativa individual de los escasos profesionales que trabajan en los laboratorios de centros de arte.

Planteamientos de actuación

El estudio de las obras de arte es complejo y se convierte en interdisciplinar. La colaboración entre ciencia y arte implica cambios de mentalidad y de actuación. El tipo de infraestructuras que se utilizan y los profesionales especializados que son imprescindibles para su funcionamiento, aconsejan una *planificación, coordinación y colaboración* entre los principales centros de arte. La mejor forma de conseguirlo, consiste en disponer de un servicio científico-técnico colectivo, para racionalizar la adquisición, el uso y mantenimiento de las técnicas necesarias, así como la contratación de los técnicos especialistas precisos. Dicho centro estaría capacitado para proporcionar el conjunto de prestaciones citadas a los centros de arte, conservación, restauración, estudios históricos y documentación que lo precisaran. En algunas universidades se ha puesto en marcha, desde hace tiempo, un proyecto similar, para uso de todas las facultades y/o departamentos, con gran rentabilidad científica y económica.

En cualquier caso, para optimizar las prestaciones científicas de los estudios de laboratorio, lo cual evitaría las carencias y la dispersión actual, hay que conseguir varios objetivos. Es imprescindible hacer un uso asiduo y regular de las técnicas de análisis descritas para lograr el máximo rendimiento que proporciona la experimentación y la utilización sistemática de estos procedimientos. Se debe crear una amplia base de datos a partir de la investigación del número más extenso posible de obras, ya que sólo así se pueden realizar estudios comparativos y cruzar resultados. Es esencial el intercambio de información relativo a las innovaciones técnicas y a los resultados logrados entre los principales centros de investigación artística y mediante la participación en foros internacionales.¹¹

Los estudios científicos de laboratorio, como ya se ha comentado, se han integrado completamente en la investigación de los historiadores y en los trabajos de conservación-restauración. Hay que definir los objetivos conjuntamente, coordinar proyectos y trabajar juntos en la obtención de resultados parciales y en la discusión de conclusiones. El resultado se reflejará en las publicaciones, que cada vez más están firmadas conjuntamente



por conservadores-restauradores y químicos, físicos, geólogos, etc. Para lograr este objetivo con garantías, los profesionales involucrados deben poseer conocimientos básicos de técnicas de análisis y del alcance de los resultados que se obtienen; dicho requerimiento debe reflejarse, inicialmente, en los programas de enseñanza de las facultades de Historia del Arte, Bellas Artes y Restauración.

Los trabajos de laboratorio tienen como prioridad el estudio, la conservación y restauración de los fondos artísticos y deben ser evaluados como un servicio cultural; ello implica equiparlos, en personal y presupuesto, al resto de departamentos sin aplicar estrictos criterios de rentabilidad económica y de proyección externa, más adecuados para otras actuaciones del centro de arte.

Momento de inflexión

Llegados a este punto debemos proponer una reflexión general: *la plena integración de estudios científicos de laboratorio en la investigación artística ya no es sólo deseable, sino una necesidad*. Actualmente es impensable un estudio completo de los objetos artísticos sin el estudio del soporte material, de la estructura interna de la obra y de la técnica de ejecución. La observación precisa y la agudeza de los historiadores, conservadores y restauradores, deben ampliarse con técnicas de diagnóstico y de análisis para profundizar en la *investigación artística* y apoyar con soporte científico los trabajos de *conservación-restauración*.

Se trata de un proyecto innovador que debe lograrse para actualizar los métodos de investigación con la incorporación de las nuevas tecnologías y convirtiendo plenamente en operativas las infraestructuras y el protocolo de análisis ya experimentados. Los laboratorios para el estudio de obras de arte están preparados para lograr las prestaciones que demandan las actividades cotidianas desde todos los ámbitos de actuación hacia los objetos artísticos y con los plazos temporales adecuados. Todo ello conlleva el logro y mantenimiento de un nivel científico y técnico elevado, en el que la investigación de calidad ya no es un parámetro de elección sino de participación.

FIGURAS

1. MNAC/MAC 24252. Fotografía y reflectografía de infrarrojos.
2. MNAC/ MAM 3844: Fotografía color y radiografía.

Mediante la reflectografía de IR, junto con el estudio radiográfico, se investiga el objeto en su globalidad. Permite estudiar el proceso creativo de las obras y conocer el estado de conservación actual. Se puede observar el dibujo subyacente, los recursos para elaborar la composición general y los arrepentimientos del autor, así como otras intervenciones. En ocasiones es posible identificar grupos de pigmentos a partir del grado de absorción de los materiales presentes. Dicho proceso forma parte de la diagnóstico artística, que se aplica *in situ* sin extracción de muestras y con resultados inmediatos.

- 3a. Imagen por M. óptica con luz polarizada (pol). Estratigrafía x100 aumentos.
- 3b. Imagen por M. electrónica de electrones retrodispersados (bs). Estratigrafía x85 aumentos.
- 3c. Imagen de la estratigrafía, con filtro de relieve topográfico.
- 3d. Imagen de la estratigrafía, con filtro de identificación de estratos.

El estudio de la sección transversal permite conocer la mecánica de ejecución de la obra y, por lo tanto, la técnica pictórica de cada artista. Es necesaria la utilización de varias técnicas complementarias, microscopía óptica, microscopía electrónica y tratamiento de imágenes para lograr resultados concluyentes. Los programas informáticos específicos son esenciales para la interpretación de los resultados conseguidos. Las aplicaciones más importantes son: la digitalización y archivo de imágenes y espectros; el estudio de la obra por zonas con el fin de averiguar la granulometría, morfología, densidad y concentración de los materiales; la superposición de varias imágenes obtenidas con distintas técnicas; la combinación de la misma figura con variaciones de contraste, intensidad, tonalidad y coloración virtual; la medida del color y el control del envejecimiento de la capa pictórica con estudios comparativos adecuados.

NOTAS

¹ La traducción de este artículo del catalán al castellano ha sido realizada por Miquel Mirambell Abancó.

² Estatutos del ICOM. Art. 2. Definiciones UNESCO, París, 1990.

³ Ley de museos 17/1990 y Ley del patrimonio cultural catalán 9/1993, así como los decretos de extensión parcial de estas leyes.

⁴ Son muy importantes y cada vez más frecuentes las investigaciones que estudian dichos temas; por ejemplo el trabajo, todavía inédito, de José Luis Merino Gorospe: "Los materiales pictóricos y su obtención a través de la literatura del taller."

⁵ En revistas especializadas, como por ejemplo *Studies in Conservation*, o publicaciones de centros de investigación del ICCROM, de la fundación P. Getty, etc. Asimismo, hay que citar las actas de los congresos en torno a las técnicas instrumentales de análisis que incluyen secciones de arte; cabe destacar el *Beitr. Elektronenmikroskop. Direktabb. Oberfl.* (congreso europeo de microscopía electrónica SEM/EDXA) en el que el equipo del laboratorio del MNAC ha presentado trabajos relativos a la aplicación de esta técnica al estudio de los objetos artísticos.

⁶ Miquel MIRAMBELL ABANCÓ, «Del restaurador de obras de arte al conservador-restaurador de bienes culturales. Breve recorrido por la historia de la profesión», *Unicum* (Barcelona), 1 (2002), p. 6-11.

⁷ El artículo que se cita es un exponente reciente de la colaboración entre el departamento de restauración y el laboratorio del MNAC: N. PRAT I GRAU, «Estudi de la mecànica d'execució del revers del retaule de sant Eloi dels argenters, de Pere Nunyes. Estat de conservació i restauració de les taules *Pesatge de les selles davant el rei Clotari II i Translació del cos de sant Marçal*», *Butlletí del Museu Nacional d'Art de Catalunya* (Barcelona), 5 (2001), p. 59-75.

⁸ Desde el año 1980 el laboratorio del MNAC ha trabajado en esta dirección y actualiza sistemáticamente el protocolo analítico conseguido. En cuanto a las técnicas instrumentales más sofisticadas, es imprescindible la participación de otros centros de investigación (la Universidad de Barcelona, la Universidad Autónoma de Barcelona y el Instituto de Ciencias de la Tierra del CSIC), con los que se han establecido convenios de colaboración. También contribuye de forma cualificada en la dirección y supervisión de diferentes tesis, ya presentadas o en curso de realización, que permiten adaptar nuevos procedimientos analíticos y conseguir más prestaciones de los actuales. La más reciente: "Aplicación de la microscopía óptica, microscopía electrónica y espectroscopia Raman en la identificación de materiales pictóricos" de Joaquim Badia Gómez.

⁹ M. FONT ALTABA y A. MORER MUNT, «La materia en la pintura», *Mundo científico*, 129 (1992), p. 908-919. Para un conocimiento básico se exponen dichas técnicas de forma divulgativa y se amplía con bibliografía técnica más específica.

¹⁰ Destaca el uso de una serie de programas para digitalizar y almacenar imágenes y, posteriormente, tratarlas y analizarlas: ITEX, IMAGRAPH y OPTIMAS 6.2. En el laboratorio del MNAC se han adaptado dichos programas a las necesidades específicas de las investigaciones de los historiadores-conservadores y a los trabajos de conservación-restauración, con resultados excelentes.

¹¹ Así se han ejecutado, por ejemplo, los estudios "Espectroscopia Raman, aplicada al estudio de las obras de arte" o "Control del proceso de deterioro del color de los materiales pictóricos" realizados en el laboratorio del MNAC por Joaquim Badia. Dichos trabajos se han llevado a cabo a partir del protocolo iniciado en la National Gallery para realizar un seguimiento del deterioro de obras de arte de los propios fondos o en préstamo para exposiciones temporales.