

## Aplicaciones de técnicas nucleares de análisis no destructivo al Patrimonio Cultural

Miguel A. Respaldiza, Francisco J. Ager, Blanca Gómez-Tubío, Anabelle Kriznar, Kilian Laclavetine, Ana Isabel Moreno-Suárez, Inés Ortega-Feliu y Simona Scrivano

*Centro Nacional de Aceleradores, Universidad de Sevilla.* E-mail: respaldiza@us.es

### Introducción

En las últimas décadas las técnicas nucleares de análisis, por su alta sensibilidad, el carácter no destructivo de buena parte de ellas y su relativo bajo coste están teniendo un fuerte impacto en los estudios relacionados con el Patrimonio Cultural. Nuestro Grupo de investigación inició hace ya cerca de tres décadas una línea de investigación específica en dicha temática, habiendo realizado en este tiempo un importante número de colaboraciones con Grupos de Humanidades tanto a nivel local, regional, nacional como internacional, lo que junto con aplicaciones en otros campos nos llevó a ser pioneros en España en el uso de las técnicas basadas en haces de iones con la instalación del primer acelerador de partículas dedicado a la investigación interdisciplinar de nuestro país.

### Aplicaciones en Patrimonio Cultural

Dada la versatilidad de las técnicas nucleares, se han abordado estudios sobre una gran diversidad de materiales de interés para el Patrimonio Cultural, lo que ha dado lugar a un importante número de publicaciones y participaciones en conferencias internacionales de la especialidad.

Dentro de esa gran variedad cabe destacar en primer lugar por su número y por los resultados obtenidos, la caracterización de materiales metálicos. En efecto, a lo largo de todos esos años, y gracias fundamentalmente a una intensa colaboración con el Dpto. de Prehistoria y Arqueología de nuestra Universidad y con el Museo Arqueológico de Sevilla, se han abordado el estudio de un número significativo de objetos metálicos: joyas, monedas, armas, etc., de muy diversa composición (principalmente oro, plata, bronce, cobre y latón).

Especial relevancia ha tenido entre dichos estudios el referido a la orfebrería tartésica, donde gracias al carácter no destructivo y la alta sensibilidad de las técnicas PIXE y XRF empleadas se ha podido no sólo obtener información de la composición elemental de las joyas (de gran interés para los estudios de procedencia), sino que también se han podido realizar microanálisis en las zonas de soldadura que han permitido avanzar en el conocimiento de las técnicas paleometalúrgicas empleadas en su fabricación.

También han sido muy importantes los estudios de distintas colecciones de monedas de plata, oro, bronce y cobre de diferentes épocas y periodos, aunque centradas siempre en la cuenca mediterránea, y que pueden arrojar información sobre los intercambios comerciales en dicha zona y periodos.

Más recientemente, desde hace ya más de un lustro, se ha iniciado una fructífera colaboración con el Museo de Bellas Artes de nuestra ciudad, donde gracias a sendos Proyectos de Excelencia de la Junta de Andalucía se han utilizado equipos portátiles de XRF para el estudio en el propio museo de varias decenas de obras de arte (cuadros, esculturas, azulejería,...) de la colección permanente de dicho museo y de algunas otras obras que han pasado por él en exposiciones temporales. En este caso el uso de nuestras técnicas no destructivas ha permitido la identificación de los pigmentos inorgánicos presentes en dichas obras, ayudando en el mayor conocimiento de la paleta de los autores estudiados, así como en las labores ordinarias de conservación y restauración del Museo. Esta colaboración se ha ampliado recientemente con investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México para el estudio de autores con obras de arte ejecutadas a ambos lados del Atlántico.

También han sido numerosas las colaboraciones con el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, en las que haciendo uso de las ventajas ya mencionadas de las técnicas nucleares, se han llevado a cabo el análisis de distintos objetos de muy variada naturaleza: manuscritos, mármoles, huesos, etc..

Por último cabe mencionar que gracias también a otras colaboraciones con Grupos Nacionales e Internacionales, se han realizado la caracterización de otros materiales de interés para el Patrimonio Cultural, como han sido cerámica, material pétreo, vidrios (medievales, romanos,..), y/o para el Patrimonio Natural (aerosoles, sedimentos,...).

A continuación detallamos, a modo de ejemplos, algunas publicaciones de nuestro Grupo en este campo:

(1) M. A. Respaldiza, J. Gómez-Camacho (eds.), *Application of Ion Beam Analysis Techniques to Arts and Archaeometry*, Edit. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Sevilla, 1997.

(2) M. Luisa de la Bandera, B. Gómez Tubío, M. A. Ontalba, I. Ortega Feliu y M. A. Respaldiza, “Caracterización de orfebrería prerromana mediante técnicas nucleares de análisis no destructivos”. “Metalistería de la Hispania Romana”, Volumen XIII (edición especial) de la Revista “Sautuola”. I.S.S.N. 1133-2166, pags. 113-128. Edita Consejería de Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria, 2007.

(3) I. Ortega\_Feliu et al, “Non-destructive Characterisation of a Gilded Roman Ceiling Combining PIXE or XRF with  $\gamma$ -Ray Transmission”, *Nuclear Instr. and Meth. in Physics Research B* 268(2010)1920-1923.

(4) A. Križnar, V. Muñoz, F. de la Paz, M. A. Respaldiza and M. Vega, “Portable XRF study of pigments applied in Juan Hispalense’s 15th century panel painting”, *X-Ray Spectrometry* 40(2011)96-100.

(5) I. Ortega-Feliu, B. Gómez-Tubío, M. A. Respaldiza, F. Capel, “Red layered medieval stained glass window characterization by means of micro-PIXE technique”, *Nuclear Instr. and Meth. in Physics Research B*, en prensa.

(6) A. I. Moreno-Suárez et al, “Combining non-destructive nuclear techniques to study Roman leaded copper coins from Ilipa (II-I B.C.)”, *Nuclear Instr. and Meth. in Physics Research B*, en prensa.

## El Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Junta de Castilla y León

Milagros Burón Álvarez

Directora. CCRBC de la Junta de Castilla y León

El Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Castilla inicia su trayectoria en 1988 ocupando su sede actual en la localidad de Simancas (Valladolid). Depende orgánicamente de la Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Castilla y León y, en concreto, de la Dirección General de Patrimonio Cultural. Su creación se recoge en la Ley 10/1994, de 8 de julio, de *Museos de Castilla y León* y su estructura, funciones y régimen de prestación de servicios se regulan en el Decreto 98/1998, de 21 de mayo.

El Centro tiene asignada la función de conservar y restaurar el patrimonio cultural de Castilla y León, fundamentalmente los bienes muebles. Entre ellos se ocupa de aquellos que se custodian en centros gestionados por el Gobierno de la Comunidad Autónoma, como Archivos, Bibliotecas y Museos de Castilla y León, así como todos aquellos que cuenten con un régimen especial de protección como Bienes de Interés Cultural o incluidos en el Inventario de Bienes del Patrimonio Cultural de Castilla y León.

Desde el punto de vista de su estructura el CCRBC de Castilla y León está organizado en varios Departamentos especializados en las áreas de documento gráfico, pintura y escultura, materiales inorgánicos y textiles. Además se desarrollan intervenciones sobre piezas de orfebrería, cuero, patrimonio etnográfico y mobiliario. Estos Departamentos cuentan con el apoyo de un Laboratorio de imagen y fotografía y un área de carpintería y ebanistería.

Los criterios de intervención han venido marcados por la legislación vigente en materia de Patrimonio y a partir del año 2002, por la *Ley de Patrimonio Cultural de Castilla y León*. La planificación más específica se ha plasmado en el Acuerdo 37/2005, por el que se aprueba el *Plan de Intervención o Plan PAHIS* en el territorio de la Comunidad Autónoma en el periodo 2004-2012.

Dentro de este marco general, una de las directrices que orienta las acciones del Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales es la investigación fundamentalmente a través del Laboratorio de Física y Química.

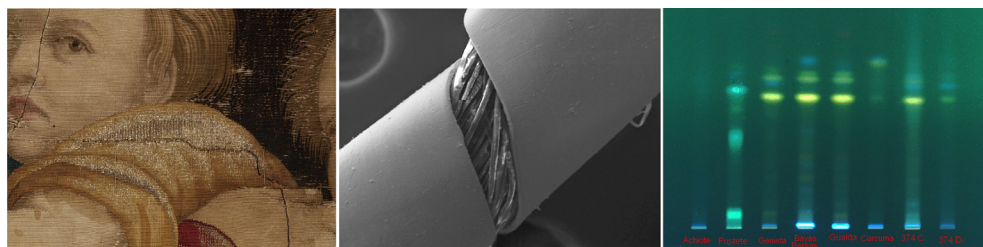


Figura 1. Tapiz de la Virgen de la Silla. Colegiata de Lerma (Burgos). Detalle de hilo entorchado al SEM. Cromatograma de colorante amarillo © A. Plaza, R. Martín e I. Sánchez

Además, en colaboración con otros centros de investigación y universidades se han desarrollado programas específicos para avanzar en el conocimiento de los bienes del patrimonio cultural mediante la aplicación de nuevas tecnologías. Algunos se han encuadrado en el ámbito de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología o dentro del Plan Nacional I+D, además de convenios y colaboraciones con las Universidades de Salamanca, Valladolid, Oviedo, Granada, la Politécnica de Cataluña, la Escuela Superior de Arquitectura del Vallés, el Instituto de Patrimonio Cultural de España o el Centro de Microanálisis de la Universidad Autónoma de Madrid. En la participación en Proyectos de Investigación del Plan Nacional I+D (CICYT) debemos reseñar *“El estudio y cuantificación de los efectos de la limpieza con láser sobre la piedra monumental”* dirigido por las Universidades de Oviedo y Granada.

En la actualidad, el Centro se encuentra integrado, como entidad colaboradora, en el proyecto *“Aplicación de tecnologías láser a la conservación y restauración de los metales arqueológicos”* HAR2008-5175/HIST, liderado por la Universidad Autónoma de Madrid.



Figura 2. Aplicación de láser a la limpieza de un relieve de alabastro © A. Plaza.

Esta implicación responde al desarrollo de una de las vertientes prioritarias de investigación sobre la aplicación del láser al proceso de limpieza y restauración de bienes culturales. Aparte de su tradicional utilidad para desincrustación fotónica aplicada a limpieza de piedra, se ha testado su aplicación sobre otro tipo de soportes menos habituales, algunos de naturaleza inorgánica, como los metales, pero fundamentalmente para determinados materiales de origen orgánico, como los celulósicos, así como en el caso de los brocados o los textiles.

También es preciso enfatizar la labor realizada en cuanto a la realización de estudios o análisis previos relacionados con la protección y conservación de bienes inmuebles. Desde el Departamento de Materiales Inorgánicos, y en colaboración con el Laboratorio de Física y Química se han llevado a cabo los estudios que han precedido al diseño de una estrategia de intervención o de proyectos de restauración específicos en el Pórtico Occidental de la Catedral de

León, la fachada de la Iglesia de San Pablo en Valladolid, el Trascoro de la Catedral de Burgos, el sepulcro de los Santos Vicente, Sabina y Cristeta en la Iglesia de San Vicente en Avila y, más recientemente la Casa de las Conchas de Salamanca en colaboración con el IPCE. En la actualidad el Centro participa también en varios proyectos de investigación relacionados con bienes inmuebles de carácter arqueológico. Entre ellos podemos aludir al que se desarrolla en colaboración con la Universidad de Salamanca sobre “Interacción entre la roca soporte y pinturas rupestres prehistóricas frente a procesos de alteración y degradación” sobre varios yacimientos de arte rupestre de especial significación dentro de la Meseta. Más recientemente, a partir del año 2010 se ha reforzado y diversificado el trabajo sobre conjuntos de arte rupestre al comenzar a redactar un Plan de Conservación para la Zona Arqueológica de Siega Verde en Salamanca, incorporada en el pasado mes de julio a la Lista de Patrimonio Mundial, como ampliación de la declaración del yacimiento portugués de Foz Côa.

Además, desde algunos Departamentos del Centro se coordinan Programas específicos de estudio e intervención, como el “Programa de Intervención sobre manifestaciones artísticas de la Semana Santa de Castilla y León”. Este es uno de los Planes sobre bienes muebles que la Consejería de Cultura y Turismo ha puesto en marcha mediante la cooperación y concertación con las Juntas Locales y Hermandades de Semana Santa en diversas poblaciones de Castilla y León que cuentan con la distinción de haber sido declaradas de interés turístico nacional o regional.

Los estudios e intervenciones que se realizan desde el Centro se basan en criterios de integridad, singularidad y excelencia. Las obras que se tratan requieren generalmente de la acción integrada de profesionales de distintos ámbitos del conocimiento no sólo para detener el deterioro por el que se han visto afectadas, sino también porque debido a su singularidad, uso o significado, o por tratarse de elementos de culto o identitarios, requieren de un proceso más reflexivo y elaborado.

PLAN DE INTERVENCIÓN SOBRE MANIFESTACIONES DE SEMANA SANTA  
 PLAN PAHÍS, de Intervención sobre el Patrimonio Histórico de Castilla y León (2004-2012)

Denominación	Características patrimoniales Bienes culturales	Planes	Acciones	Gestores Colaboradores	Redes Intra	Redes Supra
STP-024	Pasos e imágenes procesionales. Bienes muebles.	Plan de Restauración	Convenios Asesoramiento técnico Publicaciones	Cofradías, Hermandades y Congregaciones de Semana Santa	Bienes custodiados en instituciones religiosas	Planes Sectoriales del Plan PAHÍS

Junta de Castilla y León

Conservación y Restauración DE BIENES CULTURALES DE CASTILLA Y LEÓN

Figura 3: Plan de Intervención sobre manifestaciones artísticas de Semana Santa © A. Plaza y J.C. Martín.

Finalmente no podemos dejar de aludir a las funciones de difusión y divulgación que se realizan desde el Centro. Cada cinco años se dan a conocer los estudios realizados y obras intervenidas en la serie “*Catálogo de obras restauradas*” editada por la Consejería de Cultura y Turismo. Igualmente es habitual la participación del Centro en numerosos, congresos, reuniones y *simposia*, etc de carácter nacional e internacional, así como en cursos, jornadas especializadas y másters. Para favorecer la cooperación y el trabajo en red en los últimos años se han firmado varios Protocolos de Colaboración con instituciones que desarrollan su trabajo en ámbitos similares al del CCRBC de Castilla y León, como el Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Región de Murcia, la Real Fábrica de Tapices o el Instituto Real de Patrimonio Artístico de Bélgica.

### Agradecimientos

Queremos agradecer especialmente la colaboración de todo el equipo del CCRBC: Jesús Angulo Maldonado, Mercedes Barrera del Barrio, Paloma Castresana Antuñano, Cristina Escudero Ramirez, José Javier Fernández Moreno, Cristina Gómez González, Juan Carlos Martín García, Rufo Martín Mateo, M<sup>a</sup> Luisa Matres Manso, Pilar Pastrana García, Marisol Paúl Pérez, Alberto Plaza Ebrero, Isabel Sánchez Ramos, Nuria Simón Gijón, Consuelo Valverde Larrosa y Pilar Vidal Meler.

### Bibliografía

- Barrera, M., Escudero, C., Ynsa, M.D., Climent-Font, A. (2008) Application of Ion Beam Analytical (IBA) techniques for the assessment of laser cleaning on gilded copper (XIV Century cross). En *Lasers in the Conservation of Artworks. Proceedings of the International Conference LACONA VII*, Madrid, Spain, 2007. London, Taylor & Francis Group.
- Burón, M., Martín, J.C., Gómez, C., Castresana, P., Matres, M.L., Escudero, C., Barrera, M. (2009) El Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Castilla y León: Intervenciones recientes. En *Patrimonio Cultural de España*. Instituto de Patrimonio Cultural de España. Madrid, pp. 294-307.
- Escudero, C., Barrera, M. (2009) Materia, técnica e imagen artística: La restauración de las Orantes de Andino (conjunto escultórico en bronce dorado y policromado). En *MetalEspaña08 -Congreso de Conservación y Restauración del patrimonio metálico*. Madrid.
- Escudero, C., Gómez, C., Hernando, J.L. (2007) El Sepulcro de los Santos Vicente, Sabina y Cristeta en la Basílica de San Vicente de Ávila: Estudios previos y definición del criterio de intervención I. En *III Congreso grupo español IIC: La restauración infalible, de la teoría la realidad*. Oviedo.
- Martínez, A., Escudero, C. (2007) Laser Cleaning In Historical Textiles: Analytical Review Of The Results Eight Years After Its Application. En *Lasers in the Conservation of Artworks. Proceedings of the International Conference LACONA VII, Madrid, Spain*. London, Taylor & Francis Group.
- Prieto, C., Sanz A., Escudero, C., Martínez, A. (2008) FT-Raman study of photoablation effect on ancient linen fabrics. En *GeoRaman'08 - 8th International Conference on Raman Spectroscopy Applied to the Earth Sciences*. Sensu Latu, Ghent, Belgium.