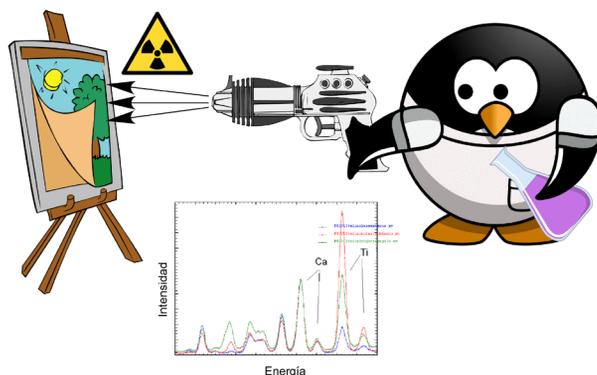


# El mundo del arte y la arqueología: ¿El lugar ideal para un químico?



**Si bien podemos creer que el estudio de objetos arqueológicos y artísticos es de carácter netamente estilístico o histórico, en realidad, una aproximación a ellos a través de la química puede brindar información importante también. En un país como el nuestro, con un amplio patrimonio cultural, es mucho lo que un químico puede hacer para ayudar a conocer mejor estos objetos y a saber conservarlos.**

Patricia Elena Gonzales Gil\*

Hace poco me regalaron "The Art Forger",<sup>1</sup> un libro de B.A. Shapiro que fue un bestseller del New York Times en 2012. En él, la protagonista (Claire) accede a pintar una falsificación de un cuadro de Edgar Degas muy famoso que fue robado años atrás del Museo Isabella Stewart Gardner de Boston: la quinta versión de "Después del baño". Claire aplica las técnicas utilizadas por los más grandes falsificadores en la historia del arte, como John Myatt y Han van Meegeren. Pero, mientras trabaja en su Degas, comienza a sospechar que el cuadro que está copiando es también una falsificación de la obra del pintor francés. Si bien el libro es una novela de ficción, toma algunos elementos de hechos reales. El museo existe<sup>2</sup> y el robo que se menciona ocurrió realmente en 1990, fue un caso muy sonado a nivel mundial y continúa sin ser resuelto hasta el día de hoy.<sup>3</sup> Las técnicas de falsificación que usa Claire también son reales y, sí, Degas pintó varias versiones de "Después del baño"...pero nunca hubo una quinta versión y, obviamente, esta nunca fue robada del Gardner (aunque otras obras de este pintor sí lo fueron).

Pero...¿qué tienen que ver las falsificaciones de obras de arte con la Química? Pues, ¡mucho más de lo que se imaginan! Tal vez la historia de Han van Meegeren (1889-1947) nos ayude a entenderlo mejor. Este era un pintor holandés, que pintaba con un estilo muy similar a los grandes maestros holandeses del siglo XVII, pero en una época dominada por el cubismo y el surrealismo. Los críticos de arte de la época opinaban que van Meegeren era bueno técnicamente pero que no tenía gran talento, ya que se limitaba a imitar estilos de otros.

\* Patricia Gonzales es profesora de química del Departamento de Ciencias de la PUCP. Es doctora en Bioquímica y Biofísica Molecular y ha publicado diversos artículos científicos en el área de bioquímica (e-mail: pgonzales@pucp.edu.pe).

El pintor decidió probarle al mundo que podía pintar tan bien o mejor que los maestros holandeses y falsificó obras de algunos de ellos, sobre todo de Vermeer (las obras de Vermeer que habían sobrevivido eran escasas y muy cotizadas en el mercado del arte). ¡Sus falsificaciones fueron aceptadas como auténticas aun por los expertos en Vermeer y se vendieron por muchísimo dinero! Para conseguir engañar a los expertos, van Meegeren mezclaba sus propios pigmentos y usaba formulaciones de pintura antiguas. Además, aplicaba resina de fenol-formaldehído junto con sus pigmentos y horneaba la pintura ya en el lienzo, lo cual lograba acelerar el secado de la pintura y crear el efecto que solo se logra con el paso de los años. Finalmente, enrollaba el lienzo ya pintado para que se formaran más craqueladuras y echaba tinta china diluida al lienzo para que se acumulara en las craqueladuras y terminara de darle a la pintura un aspecto envejecido, de antigüedad.<sup>1</sup>

¿Cómo se descubrió que algunos de los famosos cuadros de Vermeer eran falsificaciones hechas por van Meegeren? Bueno, él tuvo que confesarlo...para salvarse de ir a prisión por vender un tesoro nacional, un "Vermeer", a un líder del partido nazi.<sup>4</sup> Luego de esta confesión, se formó una comisión integrada por curadores y científicos holandeses, belgas e ingleses, liderada por el entonces director del laboratorio de los Museos Reales de Bellas Artes de Bélgica, Paul Coremans. El equipo determinó que la pintura tenía una resina sintética conocida recién desde 1900 (Vermeer murió en 1675) y que la pintura

1. Shapiro, B. A. "The Art Forger". Algonquin Books: Nueva York, 2013.
2. Isabella Stewart Gardner Museum. Página web (acceso: octubre de 2013)
3. FBI top ten art crimes. (acceso: octubre de 2013)
4. Essential Vermeer. Página web. (acceso: octubre 2013).

estaba tan endurecida que no solo era imposible disolverla con alcohol (clásica prueba para determinar si una pintura es antigua) sino que tampoco se disolvía con bases o ácidos fuertes, lo cual indicaba que no se había secado de manera natural. Sin embargo, el caso no quedó cerrado hasta 1968, cuando Bernard Keisch, del Mellon Institute, presentó evidencia radioquímica, obtenida con  $^{210}\text{Pb}$ , que confirmaba los resultados de Coremans<sup>5</sup>.

¿Se imaginan cuántas obras de Vermeer despertaron dudas de autoría luego de esto? Una de sus obras, "Mujer joven sentada ante el virginal" (Figura 1), fue catalogada como falsificación hasta hace poco.<sup>6</sup> En marzo de 2005, sin embargo, se publicaron algunos datos que parecen respaldar la autenticidad del lienzo.<sup>7</sup> Clark y colaboradores, del University College London (Reino Unido) utilizaron microscopía de sección transversal y de superficie, análisis por rayos X de energía dispersiva (EDX), ensayos químicos y microscopía Raman y llegaron a la conclusión de que los pigmentos presentes en la pintura coinciden con lo que se esperaría para un cuadro de la época de Vermeer. Por ejemplo, se ve el uso de blanco de plomo ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ), de lazurita ( $(\text{Na}, \text{Ca})_8[(\text{S}, \text{Cl}, \text{SO}_4, \text{OH})_2](\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})$ ) en los azules y no el azul de ultramar (equivalente sintético descubierto en 1828) y también está presente el amarillo de plomo y estaño de tipo I, el cual se dejó de utilizar a comienzos del siglo XVIII.<sup>7</sup> Si bien no se puede autenticar con absoluta certeza una obra, estos estudios, junto con los análisis realizados por historiadores del arte, permitieron establecer que es muy posible que "Mujer joven sentada ante el virginal" no sea una falsificación después de todo. Si, por ejemplo, se hubiese encontrado blanco de cinc ( $\text{ZnO}$ ) en los blancos del lienzo (pigmento introducido en las pinturas al óleo a partir del siglo XIX), podríamos estar seguros de que no se trataba de una obra de Vermeer.

¿Ya van apareciendo ideas de qué puede hacer un químico en el mundo del arte? Sin embargo, si piensan que la única función de la química en esta área es detectar falsificaciones, se equivocan. Saber qué pigmentos se encuentran en un lienzo nos ayuda también a entender el desarrollo tecnológico que se logró en la época en la que fue pintado el cuadro en cuestión. Por ejemplo, en los inicios de nuestra pintura colonial cusqueña, se ve el uso casi exclusivo de pigmentos importados de Europa pero, luego, se retorna a algunos tintes nativos que se utilizaban desde épocas remotas, como la cochinilla y el índigo.<sup>8</sup> Los pigmentos incluso nos pueden dar información sobre el

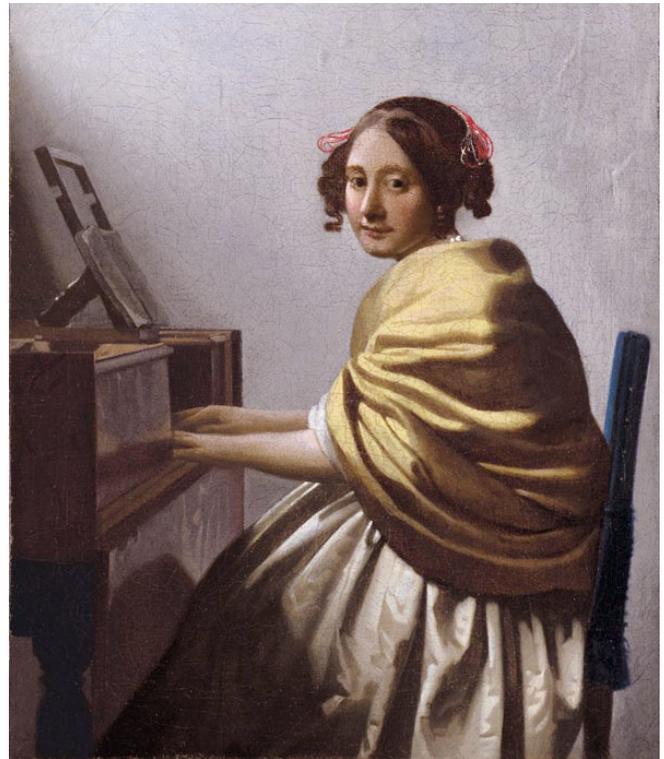


Figura 1: "Mujer joven sentada ante el virginal". Óleo sobre lienzo por Johannes Vermeer. Colección privada en Nueva York, EE.UU. (Fuente: Wikimedia commons. )

comercio de materiales que se dio en cierto período de nuestra historia.<sup>9</sup>

¿Y puede un estudio químico contribuir a mostrarnos como era el cuadro de un artista cuando este recién lo pintó? ¡Por supuesto que sí! Un claro ejemplo de ello es el estudio realizado por Uffelman y colaboradores en dos pinturas de Paolo Veronese.<sup>10</sup> Una de ellas, "La Virgen y el Niño con Santa Isabel, San Juan niño y Santa Catalina" tiene un cielo de color azul-celeste (Figura 2), mientras que el cielo de su "Apolo y Dafne" es de color gris (Figura 3). ¿Lo quiso plasmar así Veronese? Probablemente no. El estudio, realizado mediante fluorescencia de rayos X (ver cuadro anexo "Analizadores portátiles de fluorescencia de rayos X"), mostró que el cielo de "La Virgen y el Niño" contiene un pigmento de cobre, probablemente azurita, mientras que el cielo de "Apolo y Dafne" contiene cobalto (esmalte, vidrio de cobalto), que también es de color azul. ¿Qué pasó con este último azul? Lo que ocurre es que el esmalte se degrada con el tiempo. Conforme los iones potasio presentes en el vidrio se van perdiendo y van siendo reemplazados por protones, la coordinación del  $\text{Co}(\text{II})$  pasa de tetraédrica a octaédrica y esto cambia radicalmente el espectro de absorción del pigmento.<sup>10</sup> Entonces, ahora podemos ver el cuadro de Veronese e imaginarnos como se veía mientras el pintor daba sus últimas pinceladas en el.

Hemos leído ya sobre pintura y solo hemos hablado de pigmentos y de alguno que otro tinte orgánico. ¿Eso es todo? ¿No hay nada más en un lienzo? Piensen un momento en cómo se aplicaron los pigmentos. ¡No se pueden colocar en polvo sobre la tela! Muchas veces vamos a un museo y leemos en

5. Rogers, F.E. *J. Chem. Educ.*, **1972**, *49*, 418-419.

6. Oppengeimer, W.: 'Mujer joven sentada ante el virginal' de Vermeer se subasta en Londres por 24 millones de euros. *El País*, 8/07/2004. ()

7. Mukhopadhyay, R. *Anal. Chem.* **2005**, *77*, 91A.

8. Stastny, F. y Rosario, N.: *Iconos*, **2000**, *4*, 18-29.

9. Berrie, B.H.: *Annu. Rev. Anal. Chem.*, **2012**, *5*, 441-459.

10. Uffelman, E. S. y col: "Handheld XRF analyses of two Veronese Paintings". En "*Collaborative Endeavors in the Chemical Analysis of Art and Cultural Heritage Materials*", American Chemical Society: Washington, DC., 2012.



Figura 2: La Virgen y el Niño con Santa Isabel, San Juan niño y Santa Catalina. Óleo sobre lienzo por Paolo Veronese. Museo Timken, San Diego, EE.UU. (Foto cortesía de The Putnam Foundation, Timken Museum of Art, San Diego, CA. Reproducida con permiso)

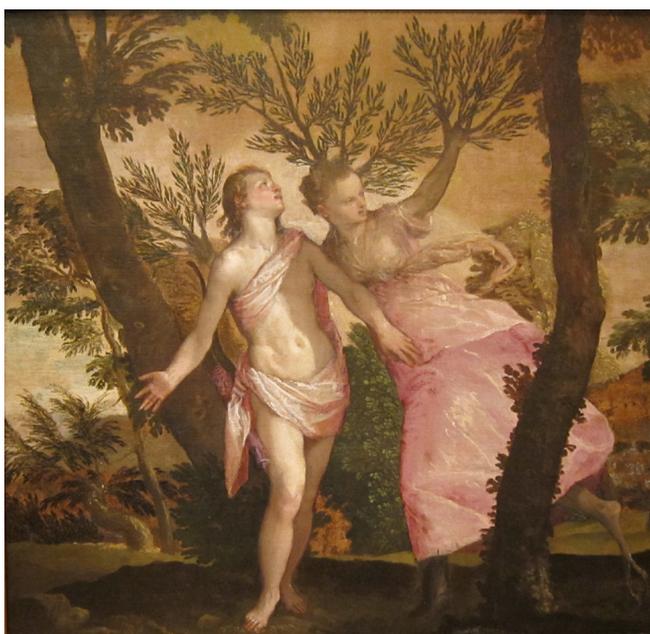


Figura 3: Apolo y Dafne. Óleo sobre lienzo por Paolo Veronese. Museo de Arte de San Diego, EE.UU. (Fuente: wikimedia Commons )

los pequeños letreros que acompañan a los cuadros: “oleo sobre lienzo”. ¡Aceite! Probablemente aceite de linaza, aunque podría ser también de otra semilla. O podríamos tener una pintura en base a huevo (témpera). Y una vez que la pintura está terminada, se le puede dar una mano de barniz: un componente orgánico más del cual ocuparnos. Para estos materiales orgánicos hay diversas opciones de análisis que van desde ensayos cualitativos o cromatografía de capa fina (TLC),<sup>11</sup> como los que vemos los químicos en nuestros primeros cursos de Química Analítica y Química Orgánica, hasta métodos más sofisticados, tanto espectroscópicos (como Raman y espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR))<sup>12</sup> y técnicas acopladas (como cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masas (HPLC-MS) o cromatografía de gases

acoplada a espectrometría de masas (GC-MS)).<sup>13</sup>

Probablemente han notado que todo lo que han leído hasta el momento ha girado en torno a pintura. Seguramente, también deben haber pensado ya que si pueden aplicar la química al estudio de un lienzo, la cantidad de objetos de patrimonio cultural abiertos a un análisis químico es prácticamente ilimitada: pinturas murales,<sup>14</sup> cerámica,<sup>15</sup> azulejos,<sup>16</sup> herramientas de piedra,<sup>17</sup> textiles,<sup>18</sup> papel,<sup>19</sup> objetos de metal,<sup>20</sup> etc. No vamos a entrar en detalles para cada una de estas categorías porque tendríamos que dedicar un número entero de nuestra revista al tema (y aun así nos faltaría espacio), pero quedan a su disposición algunas referencias para los que quieran un poco más de información. ¡Cuántas piezas de diferentes momentos

11. Stiegel, M.F. y Hill, J.: “*Thin-Layer Chromatography for Binding Media Analysis*”. The Getty Conservation Institute: Los Ángeles, 1996.

12. Correia, A.M. y col.: *Anal. Chem.* **2008**, *80*, 1482-1492.

13. Colombini, M.P. y Modugno, F., eds. “*Organic mass spectrometry in art and archaeology*”. J. Wiley & Sons: Chichester, 2009.

14. Marras, S. y col.: *Microchem. J.* **2010**, *96*, 397-405.

15. Centeno, S.A. y col.: *Vib. Spectrosc.*, **2012**, *58*, 119-124.

16. Capelli, C. y col.: “Análisis arqueométrico y arqueológico integrado sobre azulejos vidriados hallados en contextos de los siglos XIV al XVI en Liguria Italia. Las producciones de Málaga y Savona”. En “*Arqueometría y Arqueología Medieval*”. Editorial Raffaella Carta: Granada, 2005.

17. Speakman, J. y Hill, K.: *Mammoth Trumpet*, **2009**, *24*, 3-6.

18. Zhang, X. y col.: *Anal. Chem.* **2007**, *79*, 1575-1582.

19. Burgio, L. y col.: *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **2010**, *107*, 5726-5731.

20. Mass, J.L., y Matsen, C. “Quantitative non-destructive analysis of historic silver alloys: X-ray fluorescence approaches and challenges”. En “*Studies in archaeological sciences: Handheld XRF for Art and Archaeology*”, Mass, J.L. y Shugar, A.N., eds.; Leuven University Press: Leuven, 2012.

## Analizadores portátiles de fluorescencia de rayos X

Desde diciembre del año pasado, la Sección Química de la PUCP tiene un nuevo pequeño ayudante: un analizador portátil de fluorescencia de rayos X (FRX) (Figura 1). En su corta vida en nuestra Sección, este instrumento, un Tracer III-SD de Bruker (☞), ha permitido agregar la fluorescencia de rayos X como tema en los cursos de la especialidad de Química, ha sido incorporado en el trabajo de tesis de algunos estudiantes y ha contribuido al desarrollo de diversos proyectos de investigación.

¿En qué consiste la espectrometría de fluorescencia de rayos X y qué provecho le podemos sacar a este instrumento? Respondamos esta pregunta por partes. La espectrometría de FRX involucra la medición de la radiación producida mediante excitación de un átomo con rayos X. Cuando un átomo de un elemento es irradiado con rayos X, un electrón de las capas más internas puede absorber esta energía y pasar a un nivel superior. Esto deja una vacancia en la capa desde la cual se dio la transición electrónica y el átomo queda en un estado excitado, el cual no es estable. Para recuperar la estabilidad perdida, los electrones de las capas más externas deben pasar a ocupar la vacancia.<sup>1</sup> Esto, por supuesto, libera energía, que es de menor magnitud que la energía que absorbió el átomo originalmente. Entonces, al irradiar un elemento con rayos X, se generan diversas transiciones electrónicas que son características de cada elemento y obtenemos una serie de picos que constituyen el espectro de fluorescencia característico de dicho elemento (Figura 2).

La FRX se ha convertido en una técnica de análisis con un amplio rango de aplicaciones y, en los últimos diez a quince años, los avances en tecnología y en el desarrollo de software especializado han generado un auge en las investigaciones realizadas con esta técnica.<sup>2</sup> En esta última década se ha visto también la evolución de los primeros equipos de laboratorio hacia instrumentos portátiles que pueden ser utilizados tanto en un laboratorio propiamente establecido como en trabajo de campo.<sup>3</sup> El Tracer III-SD citado anteriormente pertenece justamente a estos instrumentos de nueva generación.

Un analizador portátil de FRX consta básicamente de una fuente de rayos X, un detector y un procesador. En nuestro caso, la fuente es un tubo de rodio. En un tubo de rayos X, se liberan electrones de alta energía hacia el ánodo (nuestro ánodo es de rodio) y el material anódico emite rayos



*Figura 1: Analizador portátil de fluorescencia de rayos X Tracer III-SD, de Bruker, durante un trabajo de campo en el Retablo de la Virgen de Loreto en la iglesia de San Pedro (Lima, Perú).*

X. El Tracer III-SD cuenta con un detector de desviación de silicio (SDD), lo cual permite la detección de elementos ligeros (Mg a Cl) sin necesidad de vacío. Por supuesto, el uso de vacío (lo que también es una opción con el analizador) mejora la sensibilidad para estos elementos de bajo número atómico. Para el procesamiento de los resultados, el equipo utiliza los programas PXRf y Spectra (Artax), que permiten el análisis cualitativo y cuantitativo de los elementos presentes en la muestra analizada.

La segunda parte de la pregunta es: ¿qué provecho le podemos sacar a este instrumento? La FRX permite un análisis multielemental de la muestra en estudio. En términos prácticos, nuestro analizador portátil puede detectar todos los elementos entre el magnesio y el uranio (pero para aquellos del magnesio al cloro es mejor aplicar vacío para las mediciones). Esto significa, por supuesto, que no es capaz de detectar los elementos más ligeros. Además, no puede diferenciar el ambiente químico del elemento en cuestión: es una técnica de análisis elemental y no molecular. Sin embargo, la información que proporciona es, a menudo, suficiente y si no, constituye un excelente punto de partida para decidir qué análisis complementarios deben realizarse para responder las preguntas planteadas en una investigación.

Una gran ventaja de esta técnica es que requiere un mínimo procesamiento de la muestra. Esta puede ser analizada tal cual se encuentra o, si es necesario, puede ser molida y

de nuestra historia están ahí esperando ser estudiadas para ser entendidas y apreciadas de la mejor manera posible!

Por último, ¿hay un fin más práctico para este tipo de estudios? Resulta interesante saber más acerca de las técnicas de un pintor o sobre el intercambio comercial entre distintas regiones del Perú precolombino o sobre cómo han ido variando nuestras monedas de acuerdo a la situación económica del país, pero... ¿hay algo más práctico y de aplicación inmediata en esta

<http://revistas.pucp.edu.pe/quimica>

generación de conocimiento? Ciertamente lo hay: no podemos conservar o restaurar una pieza de museo o una pieza arqueológica si no sabemos de qué está hecha, cuáles son las características químicas de lo que usaremos para intervenir la pieza y cuáles son las posibles reacciones entre el material que queremos proteger y aquel que estamos utilizando para protegerlo. Si intentamos rescatar una obra sin esta información, podemos empeorar la situación de la misma. Tenemos ejemplos de esto

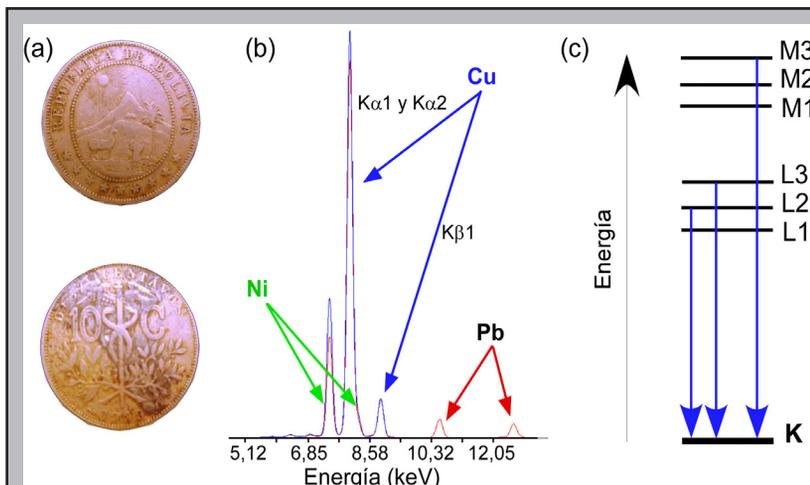


Figura 2: Análisis de una moneda por fluorescencia de rayos X. (a) La cara I de la moneda en estudio parece bastante homogénea mientras que la cara II presenta una zona de color oscuro. (b) Espectro de FRX de las dos caras de la moneda. La cara I (espectro azul) contiene níquel y cobre mientras que la zona oscura de la cara II (espectro rojo) contiene plomo, además de los dos metales antes mencionados. (c) Ejemplo de las transiciones electrónicas responsables de los picos en el espectro. Se muestran las transiciones del cobre que dan origen a los picos del espectro mostrado en (b). El pico más grande corresponde a las líneas  $K\alpha_1$  (transición de L2 a K) y  $K\alpha_2$  (transición de L3 a K) del cobre. El más pequeño corresponde a la línea  $K\beta_1$  (transición de M3 a K) de este elemento.

se requiere hacen del equipo una herramienta muy útil en la docencia, ya que permiten enseñar de manera práctica un proceso de análisis más completo y dedicarle tiempo a conceptos claves en la química analítica como lo son un muestreo adecuado, métodos de calibración más avanzados y el análisis estadístico de los resultados.<sup>5</sup>

En el ámbito de la investigación científica, la FRX ha sido utilizada con éxito en el área de la química ambiental, tanto en el análisis de aguas<sup>4</sup> como en el de suelos,<sup>6</sup> y también se ha utilizado en el análisis de productos de consumo humano.<sup>7</sup> Las muestras biológicas, como por ejemplo las plantas, tampoco son territorio prohibido para esta técnica. Cierto, no podemos analizar carbono con FRX, pero sí podemos analizar muchos otros elementos que son importantes para el desarrollo de una planta, como son el fósforo y el silicio.<sup>8</sup> Y, por supuesto, uno de los campos en los que este instrumento ha cobrado gran importancia en los últimos años es el estudio de objetos de patrimonio cultural.<sup>3</sup>

¿Cuándo podríamos necesitar más una técnica no destructiva que cuando se trata de una pieza arqueológica o de una obra de arte?

homogenizada antes del análisis. Adicionalmente, el análisis es no destructivo: uno puede utilizar la misma muestra para un análisis posterior por esta u otras técnicas. Un aspecto importante del carácter no destructivo del análisis es que el analizador de FRX se ha convertido en una técnica clave cuando se trata de muestras únicas e irremplazables. Los tiempos de análisis, además, son bastante cortos, lo cual permite el procesamiento de una gran cantidad de muestras en muy poco tiempo. Por último, la FRX permite realizar un análisis cualitativo de manera rápida, pero también se puede utilizar para el análisis cuantitativo, siempre que se cuente con curvas de calibración adecuadas.

Los límites de detección del equipo varían de acuerdo al elemento y a la matriz de la muestra, pero pueden llegar al orden de los ppm. Es más, en algunos casos, dependiendo del ingenio y cuidado del analista, se pueden diseñar estrategias que permitan detectar elementos que están presentes en el orden de ppb.<sup>4</sup>

Un equipo como el Tracer III-SD tiene aplicaciones tanto en docencia como en investigación. Los cortos tiempos de análisis y la mínima preparación de la muestra que

### Bibliografía citada

1. Glinzman, L.D. The application of X-ray fluorescence spectrometry to the study of museum objects. Tesis doctoral. Universidad de Amsterdam, Países Bajos. 2004.
2. Beckhoff, B. y col., eds. "Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis". Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2006.
3. Shugar, A.N. y Mass, J.L. "Studies in archaeological sciences: Handbook XRF for Art and Archaeology". Leuven University Press, Leuven, 2012.
4. Seyfarth, A. y col.: "From Lab to Field: Why Teaching XRF Matters". Bruker Webinar. 2010. Disponible online:
5. Palmer, P.T. J. Chem. Educ. 2011, 88, 868–872.
6. EPA. "Method 6200: Field Portable X-Ray Fluorescence Spectrometry for the Determination of Elemental Concentrations in Soils and Sediments". (acceso octubre de 2012).
7. Palmer, P.T. y col.: *J. Agr. Food Chem.*, **2009**, 57, 2605–2613.
8. Reidinger, S. y col: *New Phytol.* **2012**, 195, 699–706.

en casos como los descritos por Giorgi y colaboradores.<sup>21</sup> Los materiales poliméricos han sido grandes aliados en la restauración de obras de arte. Se han usado tradicionalmente para recubrir, proteger y consolidar piezas que presentaban algún tipo de deterioro. Sin embargo, estos recubrimientos pueden generar modificaciones en las propiedades fisicoquímicas del material intervenido.<sup>21</sup> La Figura 4 muestra como una porción de una pintura mural en Yucatán, México, prácticamente se ha per-

dido como consecuencia de una intervención realizada con una resina. El recubrimiento que se aplicó en la superficie impidió la "respiración" natural de la pared. El movimiento normal de agua en ella se vio afectado y los procesos de cristalización de sales desde el interior de la pared causaron tensiones mecánicas que

21. Giorgi, R. y col.: *Acc. Chem. Res.*, **2009**, 43, 695–704.



Figura 4: Pintura mural en el “templo de los Nichos Pintados” en Mayapán, Yucatán. La figura muestra la degradación sufrida por la pintura luego de la última restauración en 1999 con una película de resina. (Reproducido con permiso de Giorgi, R. y col.: *Acc. Chem. Res.*, 2009, 43, 695-704. © 2009 American Chemical Society).

terminaron en la destrucción del yeso que se encontraba debajo de la capa de pintura y finalmente, con la pérdida de la capa pictórica.

Así como hay tristes ejemplos de intervenciones que destruyeron parcial o totalmente la obra original porque no se entendieron bien las características físicas y químicas de los materiales con los que se estaba trabajando, hay ejemplos claros de cómo la ciencia puede contribuir a la restauración y conservación de una obra. Un proyecto muy interesante que mostró lo mejor de un trabajo interdisciplinario fue la recuperación del mosaico exterior de la Catedral de San Vito en Praga, República Checa. Este monumento data del siglo XIV, tiene una superficie de 84 metros cuadrados y representa el Juicio Final en forma de un tríptico. Antes de la intervención (1992-2008), estaba completamente cubierto por una capa grisácea de óxido. ¿Por qué se había deteriorado tanto el mosaico? Resulta que el vidrio del que está compuesto tiene un muy alto contenido de potasio, lo cual lo hace muy inestable. Cuando el mosaico se expone al agua del ambiente, el potasio migra hacia la superficie, entra en contacto con los contaminantes atmosféricos y forma la capa de corrosión.<sup>22</sup> Un equipo conformado por conservadores, científicos, historiadores del arte y arquitectos del Instituto de Conservación Getty, la Universidad de California Los Ángeles (UCLA) y la Oficina del Presidente de la República Checa unieron fuerzas para determinar la causa del deterioro, eliminar la capa de óxido y aplicar una capa protectora sobre cada pieza del mosaico. La capa protectora es, en realidad, un sistema múltiple y el material de la misma es una adaptación de uno diseñado para las industrias médicas y aeroespaciales, basado en tecnología sol-gel. El material tiene buenas propiedades ópticas, buena adherencia a la superficie de vidrio y estabilidad frente a la radiación ultravioleta y los cambios climáticos. La duración del material debe ser de, aproximadamente, veinte años pero también es reversible y puede retirarse si es necesario. La capa más externa funciona a manera de “capa de sacrificio” y la idea es ir reemplazándola periódicamente, como parte del programa de mantenimiento del mosaico. Un asunto complicado de resolver en este proyecto fue la decisión de volver a colocar la capa de pan de oro sobre el fondo del mosaico. Tanto la historia

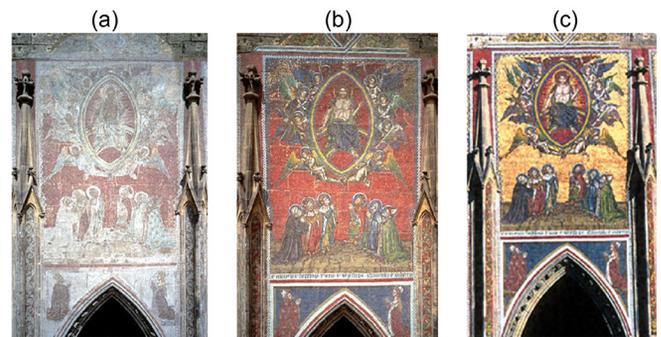


Figura 5: Panel central de El Juicio Final, Catedral de San Vito en Praga. (a) Antes de la limpieza. (b) Después de la limpieza. (c) Después de la aplicación de pan de oro. (Fotos por Dusan Stulik, The Getty Conservation Institute. Reproducidas con permiso. © The J. Paul Getty Trust 2009. All rights reserved).

como el análisis químico señalaban la presencia de esta capa en el mosaico original, pero se había perdido como resultado de la corrosión desde hacía ya muchos años. Al final, teniendo en cuenta que el mosaico ha sido siempre un símbolo de la identidad checa y que el mosaico original se conocía como “la Puerta Dorada”, se decidió volver a aplicar el pan de oro.<sup>23</sup> Se puede ver el proceso de recuperación del mosaico en la Figura 5

Tal vez luego de leer este artículo alguno de los lectores se anime a aventurarse en el mundo del arte y la arqueología...a través de la química. Ciertamente, vivimos en un país con un patrimonio cultural muy grande y es mucho lo que nos queda por hacer para conservarlo y ponerlo en valor.

### Bibliografía Esencial

- Odegaard, N., Carroll, S., Zimmt, W. “*Material Characterization Tests for Objects of Art*”. 2a Edición. Archetype Books: Londres, 2007.
- Shugar, A.N., Mass, J.L. (editores): “*Studies in Archaeological Sciences: Handbook XRF for Art and Archaeology*”. Leuven University Press: Leuven, 2012
- Pollard, M., Batt, C., Stern, B. y Young S.M.M. “*Analytical Chemistry in Archaeology*”. Cambridge University Press: Nueva York, 2007.
- Artoli, G.: “*Scientific Methods and Cultural Heritage*”. Oxford University Press Inc.: Nueva York, 2010.

22. The Getty Conservation Institute. “*Conservation of the St. Vitus Mosaic in Prague (1992–2008)*”, 2009. (📄 acceso: octubre 2013)

23. Piqué, F. y col.: “*Unveiling Prague’s Golden Gate: Conservation of The Last Judgment Mosaic*”. The Getty Conservation Institute Newsletter 13.3, 1998. (📄)