

La fluorescencia de rayos x (FRX)

como técnica de análisis en bienes culturales

● MCPM. Yolanda Espinosa Morales

Sección de Restauración
Instituto Nacional de Antropología e Historia – INAH, Campeche

Introducción

Los bienes culturales poseen un gran valor histórico, ya que en ellos se pueden observar representaciones de las costumbres e historia de nuestra cultura, es por ellos que con el paso de los tiempos estas piezas se vuelven únicas. Aunado a lo anterior la particularidad y característica de los bienes culturales impone severas limitaciones para la aplicación de técnicas analíticas, que en algunos casos son de carácter destructivas.

En ese sentido desde finales de los años 50 la Fluorescencia de Rayos X (FRX), ha sido una técnica utilizada para la caracterización de materiales del patrimonio cultural, ya que tiene la cualidad de no modificar la estructu-

ra química de las muestras durante el proceso de análisis, además de poder realizar el análisis sin establecer contacto físico con el bien cultural (Molina et al, 2010). De acuerdo a estas características la FRX actualmente es una herramienta de gran utilidad para las instituciones que se dedican al estudio de conservación y restauración. Con el paso del tiempo han surgido modificaciones en la técnica; como la miniaturización de las fuentes de Rayos X y de los nuevos detectores de semiconductores refrigerados termoeléctricamente que han permitido el desarrollo de equipos versátiles, portátiles y fáciles de transportar, que logran realizar análisis multielemental in situ, sin tomar muestras y evitando daños a las piezas históricas.

El principio físico de la Florescencia de Rayos X

Los rayos X son una radiación electromagnética de longitud de onda corta, producida por el frenado de electrones de elevada energía o por transiciones electrónicas de electrones que se encuentran en los orbitales internos del átomo (Fig.1). En ese sentido la fluorescencia de rayos X, es la radiación electromagnética originada por las transiciones electrónicas entre las capas profundas de la estructura atómica. Estas transiciones se originan al ser inducidas por radiación electromagnética o partículas cargadas. La radiación emitida por la FRX es característica de los elementos químicos presentes en la muestra, de manera que la energía de la radiación está relacionada con el tipo de átomo y la intensidad de la radiación varía con la abundancia de estos en la muestra analizada (Skoog et al, 1992).

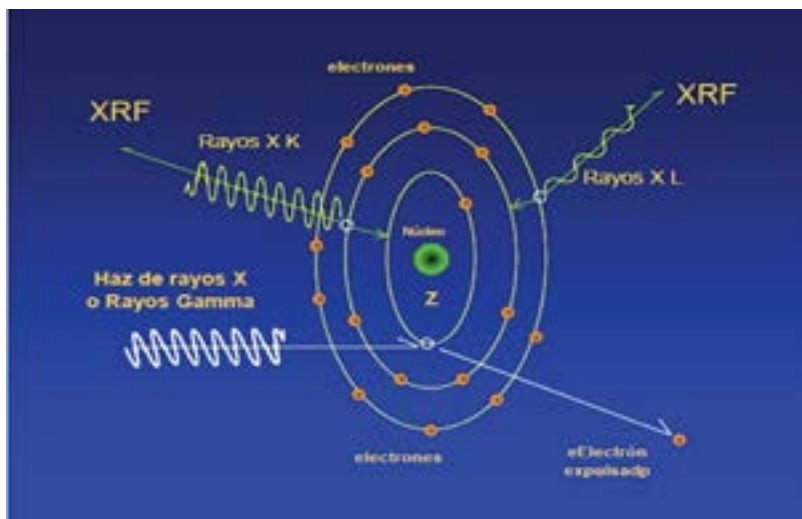


Figura 1.- Efecto fotoeléctrico de la Fluorescencia de Rayos X

Análisis mediante FRX en piezas históricas

A través de colaboraciones multidisciplinarias e institucionales, la sección de restauración del centro INHA-Campeche, se ha visto involucrada en la caracterización de materiales del patrimonio histórico, haciendo uso de técnicas de análisis instrumental de carácter no destructivo, con el objetivo

de conocer la génesis de los materiales, técnica de manufactura y comportamiento ante los factores ambientales. De esta manera se generan resultados que proporcionan datos importantes para la toma de decisiones ante la intervención de restauración.

Una de las técnicas utilizadas para el conocimiento de la composición química de piezas históricas intervenidas por la sección de restauración ha sido la FRX, que se ha realizado en el Instituto de Física de la UNAM (IFUNAM), con el equipo portátil SANDRA. Tal es el caso del análisis a los fragmentos de estuco maya pertenecientes a los mascarones de estuco policromado de la zona arqueológica de Edzná, donde los resultados muestran al Calcio (Ca) como elemento predominante (Fig 2), también se detectaron cantidades minoritarias de Aluminio (Al), Silicio (Si), potasio (K), fósforo (P), azufre (S), Cloro (Cl) y hierro (Fe) los cuales fueron relacionados con el material calizo con que fue fabricado el estuco (Cal y Sascab) y con fuentes minerales (Espinosa, 2013).

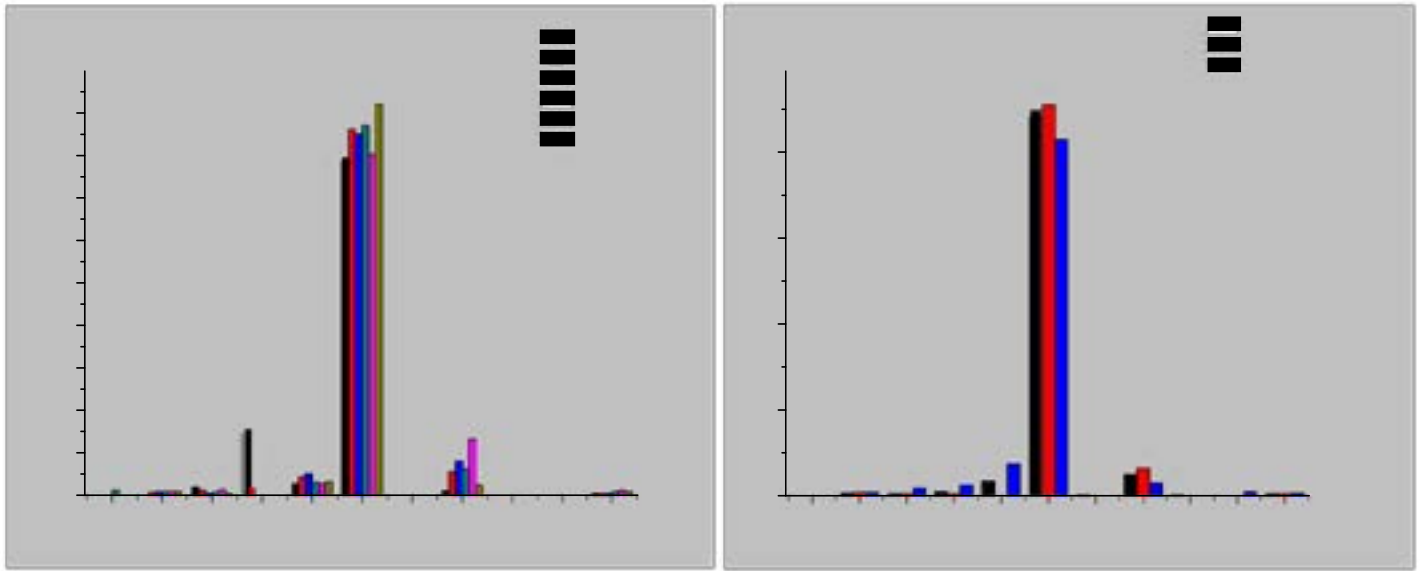


Figura 2.- Grafico de barras de los elementos presentes en los estucos de los mascarones del Edificio de los Cinco Pisos (a), Estructura 414 (b) mediante FRX.

Por otra parte también fueron analizados clavos en aleación de cobre (Cu) rescatados del naufragio “El Tejas” en las costas de Quintana, Roo. Los resultados del análisis mediante FRX indican que los clavos poseen una aleación

de Cu/ zinc, con pequeñas cantidades de hierro (Fe) y plomo (Pb) (Fig. 3), donde este último elemento permite al metal tener una mejor maquinabilidad, además de poseer alta resistencia a la corrosión por la presencia del cobre.

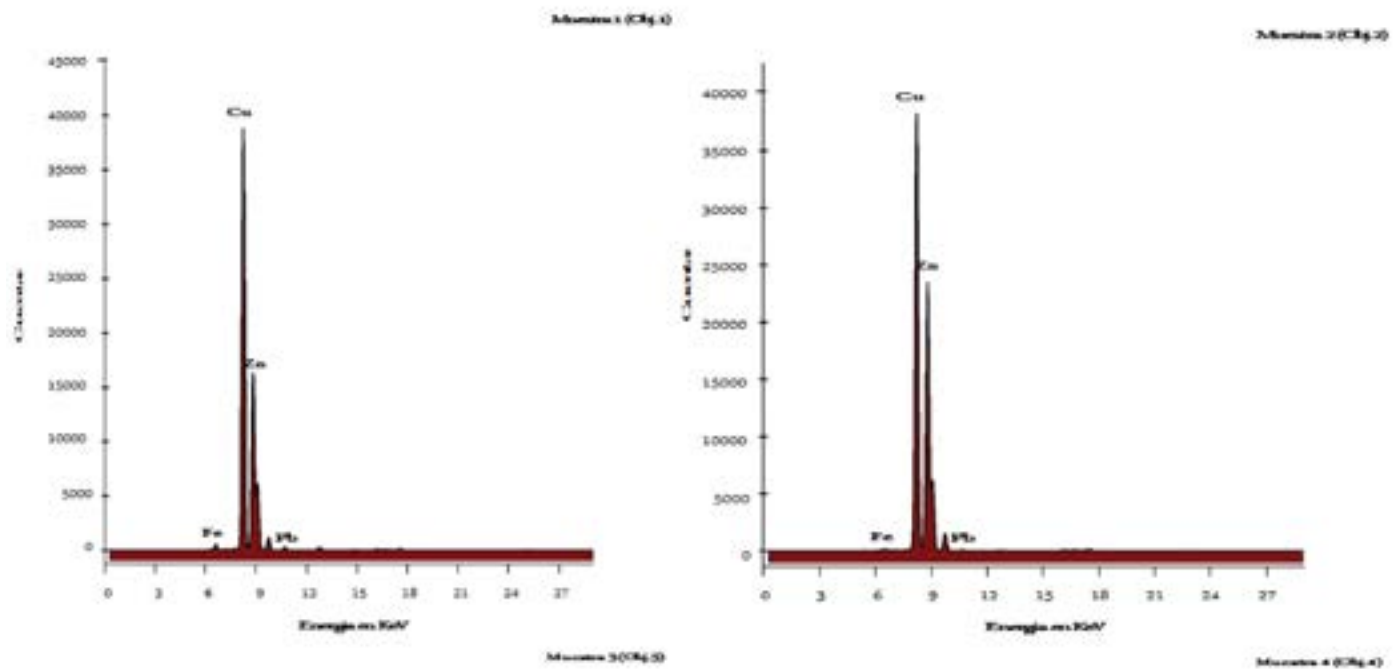


Figura 3.- Espectros FRX de la aleación de los clavos rescatados del naufragio “El Tejas”

El conocimiento de la composición de la aleación permite inferir que los clavos son de latón, un material utilizado a partir del siglo XVIII y que probablemente formaron parte de la estructura del barco, como ha sido reportado en estudios similares por diversos autores (Arano et al, 2013).

De igual manera la plata repujada que adornaba el catafalco del santo sepulcro

de la catedral de Campeche, fue analizada mediante esta técnica, teniendo como resultado que la lámina metálica está formada por una aleación plata – cobre (Ag- Cu), (Fig. 4) estos resultados coinciden con lo observado en estudios elementales realizados en aleaciones de piezas de orfebrería de plata elaboradas entre los siglos XVII y XVIII, con concentraciones de 83% Wt de Ag (Jiménez et al, 2013).

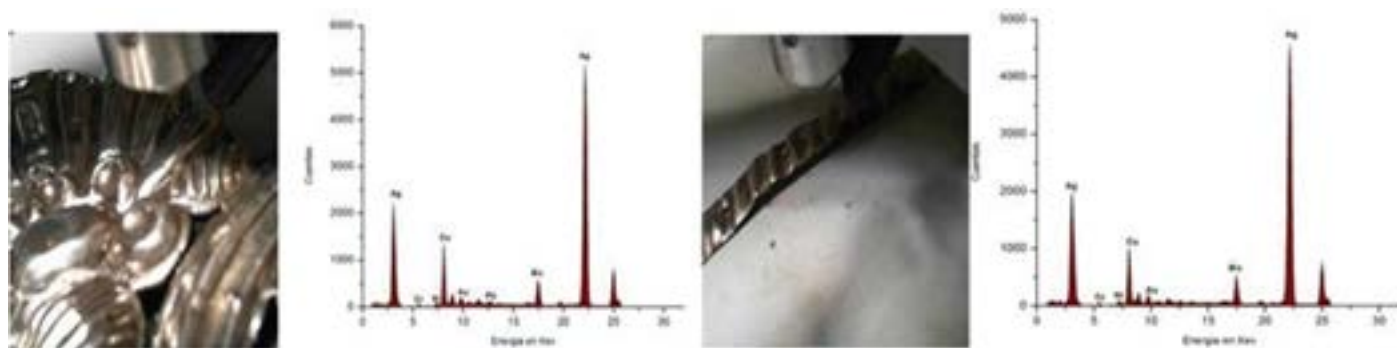


Figura 4.- Espectros FRX de la lámina de plata que adornaba al catafalco del Santo Sepulcro de la Catedral de Campeche.

Como podemos observar el uso de la FRX, en la caracterización de las piezas históricas analizadas permite tener resultados inmediatos de la composición elemental de los materiales y de manera directa poder ser comparados con otros estudios que permita aproximar su datación. En ese sentido la Sección de Restauración del centro INAH Campeche, continúa realizando estudios que involucren el uso de técnicas de análisis instrumental, para el conocimiento integral de los materiales del patrimonio cultural de Campeche y de esta manera tener conocimientos interdisciplinarios que contribuyan a la conservación, preservación y restauración de los bienes culturales.

Conclusiones

La técnica de Fluorescencia de Rayos X, es una herramienta ideal para el estudio de los materiales de inter histórico ya que es de carácter no destructiva, además de poder ser un equipo portátil con la capacidad de hacer análisis elemental in situ sin tener que tomar muestra de la pieza. Por otra parte dada su rapidez, permite amplios barridos de los objetos, obteniendo de manera rápida una información muy útil, que permite valorar la necesidad de intervención y restauración.

Referencias

D. Arano., Y. Espinosa., H. Barba., Ruvalcaba. J.L., González. J.A. (2013). Characterization and Evaluation of Salty Cleaning Compounds Study in Historic Objects made of Copper Alloys from the “El Tejas” Shipwreck. Mater. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 1618 © 2014 Materials Research Society

Espinosa, Y. (2013). Análisis del deterioro por cristalización de sales de materiales constituyentes de los mascarones de estuco policromado de la zona arqueológica de Edzná, Campeche. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Campeche.

Antonio, M., Carrión M.D., Jiménez. J. (2010) La ciencia y el Arte I. Ciencias Experimentales y Conservación del Patrimonio Histórico Español. Ministerio de Cultura.

Jiménez, L., Arano, D.E., Gutiérrez, A.J., Ramírez, J., Blanco, E., Espinosa, Y. (2013). Restauración del conjunto escultórico del Santo Sepulcro de Cristo de la catedral de Campeche. Memoria de Intervención. Centro INAH Campeche. Sección de Restauración.