



## EL ANTIMONIO COMO USO Suntuario en la cultura Sicán, Costa Norte del Perú

L. Vetter Parodi<sup>1</sup>, J. Carneiro Arévalo<sup>2</sup>, Y. Huaypar<sup>3</sup>, E. Gabriel<sup>4</sup>, J. Ruiz<sup>5</sup>  
e-mail: luchivetter@hotmail.com

1) *Doctora en Historia, profesora contratada, Pontificia Universidad Católica del Perú*

2) *Técnico profesional en Conservación y Restauración, Gerente, Kullasiri S.A.C.*

3) *Lic. Físico, Laboratorio de Mineralogía BIZALAB S.A.C.*

4) *Lic. Químico, Laboratorio de Mineralogía BIZALAB S.A.C.*

5) *MSc. Gerente de Laboratori, MRIT S.A.C.*

**Palabras claves:** antimonio, difracción de rayos X, fluorescencia de rayos X y MEB-EDS

El antimonio (Sb) es un no metal o metaloide que ha sido hallado en forma de cuentas trabajadas en las tumbas de elite sicán, cultura que se desarrolló en la costa norte del Perú entre el 750 -1375 d.C., y cuyo centro político, económico y administrativo fue el Bosque de Pomac. Estas cuentas son parte de pectorales o collares que se encontraron asociados a los individuos de elite excavados en Huaca Loro [1] y Huaca Las Ventanas [2], y depositados como ofrendas. Los collares y pectorales estaban formados además con otras cuentas de diversos materiales, como malacológico, piedras semipreciosas, entre otros. Este no metal se presenta en forma de antimonio nativo y óxidos. Existe poca o nula información bibliográfica que hace referencia al uso del antimonio en el Perú precolombino, debido a la escasez de yacimientos.

En este trabajo se ha realizado la identificación de estas cuentas de antimonio, utilizando diversas técnicas analíticas como microscopia electrónica de barrido con EDS (MEB-EDS), fluorescencia de rayos X (FRX) y difracción de rayos X (DRX) con la finalidad de determinar su composición química elemental y mineralógica. Además se ha realizado un recorrido por las minas del Parque Arqueológico de Batán Grande para identificar el yacimiento de dónde fue explotado este mineral, realizando análisis de DRX y comparándolo con los resultados de las cuentas excavadas de los contextos funerarios. En base a los resultados obtenidos, se ha encontrado similar mineralogía (respecto a minerales con contenido de Sb) tanto en las cuentas como en el mineral extraído de las minas, lo cual permitiría vincularlas e inferir la posibilidad de que el yacimiento explotado corresponda a la zona estudiada, y no importado de zonas vecinas, como ocurrió con el *Spondylus*, el ámbar, o el cinabrio.

### Referencias

- [1] Shimada, I. y Elera C. Informe PAS, Temporada de 2006 en Huaca Loro en el Sitio de Sicán, Valle Medio de La Leche, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque. Presentado al Instituto Nacional de Cultura, Marzo, 2007.
- [2] Elera, C. Informe PAS, Temporada de 2007. Proyecto Puesta en Valor Huaca Las Ventanas. Entierro XXXV.



## ANÁLISES MORFOLÓGICAS DE CERÂMICAS DE POVOADOS DE TIWANAKU POR MICROTOMOGRÁFIA DE RAIOS X

E.I. Jussiani<sup>1</sup>, C. R. Appoloni<sup>1</sup>, J. L. Ticona<sup>2</sup>, J. V. Criales<sup>3</sup>, J. Sagárnaga<sup>4</sup>, J. L. P. Soria<sup>5</sup>  
e-mail: inocente@uel.br

1) *Dr. em Física, Laboratório de Física Nuclear Aplicada. Universidade Estadual de Londrina, Brasil*

2) *Dr. em Física, Universidad Publica de El Alto. La Paz, Bolivia*

3) *Dr. Em Arqueologia, Museo Nacional de Etnografía y Folklore - MUSEF. La Paz, Bolivia*

4) *Lic. em Arqueologia, SCIENTIA Consultoría Científica. La Paz, Bolivia*

5) *Lic. em Arqueologia, Laboratório de Lítica, Curso de Arqueologia. Universidad Mayor de San Andres. La Paz - Bolivia*

**Palavras-chaves:** arqueometria, cerâmicas, Raios X, Microtomografia computadorizada

A cultura de Tiwanaku se estabeleceu na bacia do Lago Titikaca e teve diferentes períodos de desenvolvimento tecnológico e cultural [1]. Entre 500 DC – 1100 DC, em torno da capital Tiwanaku, houveram vários povoados considerados colônias do império de Tiwanaku, como: Achocalla, Ilha do Sol, Ilha da Lua, Quehuaya e Pariti [2, 3]. Neste trabalho, sete fragmentos cerâmicos de colônias de Tiwanaku – Achocalla, Pariti e Quehuaya – foram estudados pela técnica de microtomografia computadorizada de raios X. A maior amostra estudada tem um volume de 13,5 cm<sup>3</sup> e a menor, 7,7cm<sup>3</sup>. As medidas foram realizadas em um microtomógrafo SkyScan-Bruker, modelo 1173, instalado no laboratório de Aplicações de Raios X (LARX/UDEL). As resoluções espaciais usadas dependeram do tamanho da amostra e variaram de 22 a 35 µm. Foram estudadas três fases: pasta cerâmica, agregados e porosidade. Para cada fase foi realizado o cálculo do teor da fase em relação ao volume total, perfil de distribuição e distribuição de tamanho da fase. Imagens 3D das amostras também foram geradas. Todos os fragmentos cerâmicos estudados apresentaram baixa porosidade (variando de 0,3 a 6%) e baixo teor de agregados (<1,3%), mostrando, assim, uma boa qualidade na tecnologia de manufatura.

### Referências

- [1] RODRÍGUEZ, J. B. Tiwanaku: Señores del Lago Sagrado. Museo chileno de arte pre-colombino. Santiago, diciembre del 2000.
- [2] PAZ, J. L. Reporte de las excavaciones en pk-23 (Comunidad de Chuñu Chuñuni, Valle Alto de Tiwanaku). Universidad Mayor de San Andrés (U.S.M.A) 2005. ([www.arqueobolivia.com/revistas.php](http://www.arqueobolivia.com/revistas.php)).
- [3] VILLANUEVA, J. E., PATIÑO, T. M. El conjunto cerámico “corporativo” de Tiwanaku en la ofrenda de Pariti. Publicación Digital Saberes Bolivianos, 2012.



## RECONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS 3D A PARTIR DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS

A.M. Santos<sup>1</sup>, C. Bianchezzi<sup>2</sup>

e-mail: [asantos@uea.edu.br](mailto:asantos@uea.edu.br)

1) Doutor, Pesquisador, Centro de Estudos Superiores de Parintins, Universidade do Estado do Amazonas.

2) Mestre, Pesquisadora, Centro de Estudos Superiores de Parintins, Universidade do Estado do Amazonas.

**Palavras chaves:** arqueometria, estruturas 3D, imagens tomográficas

### Resumo

O principal objetivo desse trabalho foi reconstruir estruturas 3D a partir de imagens tomográficas. As imagens utilizadas foram obtidas por um aparelho tomógrafo *PHILIPS* – modelo MX600 DUAL, espaçamento das imagens entre 1,0 e 1,2 mm, 120 kV e 92 mA. Para alcançar o objetivo foram utilizados os softwares *fantomas* e *DIP* no tratamento das imagens digitais permitindo a realização de ajustes, conversões e melhoramentos das regiões de interesse (RI) existentes nas estruturas estudadas. Uma vez selecionadas as RIs, através da técnica de segmentação, aplicaram-se os filtros de derivada gradiente de Sobel 2D e Laplaciano para melhor investigá-las e identificá-las com um número identificador (ID) escolhido a partir da escala de tons de cinza entre 0 e 255 tons. Filtros são processos que tem por finalidade destacar aspectos em imagens digitais ou reduzir ruídos introduzidos durante a aquisição da imagem, limitações do hardware, quantização e digitalização, excesso de compressão ou problemas na transmissão. As estruturas 3D reconstruídas neste estudo auxiliaram a visualização de defeitos existentes em seus respectivos volumes escaneados. Os resultados indicam que a técnica de reconstrução virtual pode ser empregada na arqueologia auxiliando nas análises superficiais ou internas de artefatos arqueológicos, resquícios humanos e/ou animais. Para tal, trabalha-se na perspectiva de usar essa técnica em imagens escaneadas por microtomógrafos.



## EVALUACIÓN DE PIGMENTOS EN UNA CERAMICA ESTILO MOCHE USANDO pXRF

C. Luízar Obregón<sup>1</sup>, M.A. Zamalloa Jara<sup>2</sup>

e-mail: [celina.luizar@unsaac.edu.pe](mailto:celina.luizar@unsaac.edu.pe)

- 1) Departamento Académico de Química – Facultad de Ciencias - Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Av. de la Cultura 733. Pab. LQ-201. Cusco. Perú.
- 2) Departamento Académico de Física – Facultad de Ciencias - Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Av. de la Cultura 733. Pab. C-361. Cusco. Perú.

**Palabras claves:** pigmento, cerámica, XRF, moche

La cultura moche se desarrolló en la costa norte peruana entre los años 100 a 800 a.D.C., practicó la metalurgia, alfarería, textilería así como otras labores con gran calidad<sup>1</sup>. Uno de los productos artísticos que los caracteriza son sus cerámicas conocidas como huaco retratos, de fino acabado, y que representan rostros o actividades de diversa índole, presentes en la sociedad moche. Gran parte de estas cerámicas se encuentran en museos y colecciones privadas. En este trabajo, se realizó el análisis elemental de una pieza íntegra, el huaco retrato de estilo moche “*guerrero degollador con trofeo*” que es una pieza cerámica hueca, con incrustaciones metálicas en los ojos, buscando identificar indicios de autenticidad de la pieza. Ya que se trata de un ejemplar de colección privada, no debe ser dañada, por lo que se usó un equipo portátil de fluorescencia de rayos X, Olympus Delta-Premium, en los modos: Soil y Geochem. Se analizó especialmente, cinco áreas para cada color de los recubrimientos: marrón (M), rojo (R), anaranjado (A), blanco (BF), la base (Bs) y los ojos metálicos (O). De manera paralela y en las mismas condiciones se analizó el estándar NIST 2711a.

Los resultados y el análisis espectral muestran que, para los recubrimientos M, R y A se usaron arcillas ricas en hierro, muy probablemente hematita, goetita o limonita, en combinación con materiales ricos en zinc, bario, manganeso o plomo. El recubrimiento blanco presenta proporciones de zinc y bario que hacen suponer que el calcio no sería el único elemento que genere este color. Probablemente la arcilla usada como pasta matriz habría sido mezclada con BaSO<sub>4</sub> u ZnO para generar el blanco fugitivo. Los ojos metálicos revelaron estar hechos prácticamente de cobre (91%) con una pequeña presencia de zinc y aluminio, junto a otros elementos en trazas.

La similitud entre la iconografía moche<sup>2</sup> y los materiales posiblemente usados<sup>3,4</sup> hacen suponer que este huaco retrato es de gran valor cultural y no solo una pieza coleccionable. Sin embargo, por ahora, no es posible realizar un ensayo de datación o algún otro análisis destructivo que nos otorgue más información sobre su autenticidad.

### Referencias

- [1] Wright, V. ;*Bulletin de l'Institut français d'études andines* **2010**, 299.
- [2] Benson, E. P. ;*Metropolitan Museum Journal* **1983**, 18, 39.
- [3] Rohfritsch, A. ;*Bulletin de l'Institut français d'études andines* **2010**, 389.
- [4] Del-Solar-Velarde, N.; Kinis, S.; Chapoulie, R.; Joannes-Boyau, R.; Castillo, L. J. ;*Herit Sci* **2016**, 4, 37.



## Un retablo hueco: Identificación de la madera y las termitas para la conservación del retablo de san Bernardino, Puebla.

S. Fernández-García<sup>1</sup>, R. M. Burgos-Cháidez<sup>2</sup>, A. Medina-Avila<sup>3</sup>  
e-mail: rosa\_burgos@inah.gob.mx

- 1) Licenciada en Restauración de Bienes Muebles, Responsable del proyecto de Izúcar de Matamoros, Puebla.
- 2) Maestra en Ciencias. Profesor Investigador Asociado.
- 3) Maestro en Ciencias. Profesor Investigador Asociado.

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC)- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Xicoténcatl y General Anaya s/n. Col. San Diego Churubusco. Coyoacán, D.F. 04120 MEXICO.

**Palabras claves:** Conservación, madera, México, retablo, termitas.

El retablo de san Bernardino de Siena es un rico exponente de las capillas barriales del siglo XVIII en Puebla, México. De tipo estípite fechado en 1785 a partir de la inscripción de una de sus esculturas policromadas, está hecho en madera tallada, dorada y policromada. Contiene ocho esculturas, cuatro pinturas de temple sobre tabla y cuatro al óleo sobre lienzo.

Ingresó para su restauración a las instalaciones de la CNCPC-INAH, a finales del 2014, con serios problemas estructurales y decorativos; conservándose en algunas zonas únicamente las capas de preparación y hoja metálica.

Dada la severidad de la destrucción del material causado principalmente por termitas, se ha estudiado exhaustivamente la identificación de la madera y las especies de insectos que lo deterioraron para dictar medidas precisas para su conservación y restauración, previo a su montaje. Ambos estudios se realizaron empleando Microscopía óptica (MO), para el primer caso fue necesario ablandar las muestras y realizar cortes muy finos, mientras que para los insectos se hizo una comparativa consultando las bases de datos, ya existentes.

El análisis de algunas muestras del material estructural del retablo se resuelve como madera de coníferas, caracterizada por ser una madera suave, cuyo reconocimiento anatómico; con punteaduras de campo de cruce de tipo pinoide y fenestriforme, nódulos y placas de la pared axial del parénquima de los radios y estriaciones en las punteaduras axiales, se determinaron como *Pinus strobus* y *P. strobiformis*, especies vegetantes del eje Neo-volcánico transversal probablemente del parque nacional "La Malinche" cercano al poblado de Izúcar de Matamoros.

Una vez desensamblado el retablo se fumigó por termonebulización en 2013, y previo a su intervención en el taller cada pieza fue tratada con Dagnet al 5% por medio de impregnación. Durante el proceso de develado y desbaste de material dañado en 2015 y 2016, se detectaron nidos activos de termitas al interior de las pilastras y un alerón. Se colectaron muestras de soldados y alas. Éstos organismos fueron identificados como la termita de madera seca *Cryptotermes brevis* y la termita subterránea *Reticulitermes flavipes*. Para el control de éstas se requerirán acciones en la arquitectura del Templo, montaje del retablo y eliminación de las colonias cercanas.



## LA ESPECTROSCOPIA LIBS AL SERVICIO DEL ESTUDIO Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

M.A. Zamalloa Jara<sup>1</sup>, C. Luízar Obregón<sup>2</sup>

e-mail: [marco.zamalloa@unsaac.edu.pe](mailto:marco.zamalloa@unsaac.edu.pe)

1) Departamento Académico de Física – Facultad de Ciencias - Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.  
Av. de la Cultura 733. Pab. C-361. Cusco. Perú.

2) Departamento Académico de Química – Facultad de Ciencias - Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Av. de la Cultura 733. Pab. LQ-201. Cusco. Perú.

**Palabras claves:** cerámica, estratigrafía, LIBS, patrimonio cultural, pigmentos

La espectroscopia óptica inducida por láser (LIBS, por sus siglas en inglés), es una técnica de análisis elemental que permite caracterizar todo tipo de materiales sin necesidad de preparar la muestra. Puede ser considerada invasiva no destructiva por cuanto el cráter producido en las muestras analizadas no supera las 100 micras de diámetro. Esta técnica fue propuesta por primera vez para el estudio y conservación del patrimonio cultural en 1997 por Anglos, Couris y Fotakis<sup>1,2</sup>.

La técnica LIBS inicia con el haz de un láser pulsado de alta potencia que impacta en la superficie de la muestra, creando un plasma de alta temperatura. Este plasma que es una mezcla de gases ionizados, provoca la ablación de una pequeña porción del material, llevando a los electrones de los átomos a estados excitados. Cuando el pulso laser termina, el plasma se enfría rápidamente, y en este proceso los electrones de los átomos decaen a sus estados fundamentales naturales. Este decaimiento implica la emisión de luz que es recogida y analizada por un espectrómetro. Cada elemento atómico tiene una serie de picos espectrales únicos en LIBS, que sirven para identificar la composición elemental de los materiales.

En éste trabajo se muestra una de las aplicaciones más importantes de la técnica LIBS, el estudio estratigráfico de pigmentos. Hemos analizado un pigmento (negro) en un trozo de cerámica de la cultura Inca, y dos muestras cerámicas: una de la época colonial (aríbal) y otra contemporánea (wawa), siendo esta última fabricada con pigmentos no comerciales e imitando técnicas coloniales.

Se ha utilizado también un equipo portátil de fluorescencia de rayos X (pXRF) para tener información anticipada al LIBS y poder comparar ambas técnicas en la superficie, así como comparar la variación de sus componentes elementales, desde el pigmento observado hasta la pasta matriz de la cerámica.

Para apreciar más fácilmente las variaciones en la composición elemental en cada estrato (luego de cada disparo del láser), se han desarrollado algoritmos en R Studio, para comparar los espectros entre dos disparos diferentes.

El objetivo es mostrar al LIBS como una técnica con gran potencial para el análisis elemental de muestras arqueológicas. Mencionamos también sus otras múltiples aplicaciones en recubrimientos metálicos, aleaciones, limpieza, etc.

### Referencias

[1] Anglos D., Couris S., Fotakis C., Laser diagnostics of painted artworks: LIBS in pigment identification, Appl. Spectrosc., 1997, 51, p. 1025

[2] Detalle V., Glorieux Q., Bruder R., L'Hermitte D., Semerok A., Un nouvel outil analytique pour l'étude in situ de la peinture murale et des polychromies, l'actualité chimique, 2007, n°312-313, 98-104



## Investigação científica e a restauração de pintura de grande formato A Conversão do Apóstolo Paulo a Caminho de Damasco

Petrella, Yara<sup>1</sup>

[petrella@usp.br](mailto:petrella@usp.br)

1) Doutorado, Arquiteta, Restauradora de Pintura do Museu Paulista da Universidade de São Paulo

**Palavras chave:** Fluorescência de Raios X, Imageamento, Infravermelho, Restauração, Ultravioleta

A pintura de Almeida Junior *A Conversão do Apóstolo Paulo a Caminho de Damasco* foi destinada ao teto da nave da antiga Igreja da Sé em 1888-1889. Esta Igreja de 1745 foi demolida em 1911-12, a pintura foi retirada do local da demolição numa operação-salvamento” e foi levada ao Museu Paulista de madrugada, bastante danificada, ainda pregada em partes de tábuas do teto. Esta obra, havia sido pregada diretamente ao teto, em faixas, com pregos por toda parte, portanto sem moldura e sem chassi. A pintura passou por “intervenções por meio de retoque geral executado por pintor de competência”, como era o critério da época, as quais não existem registros. Somente em 1970 é surge a documentação com algumas poucas informações sobre a reentelagem à cera, os materiais de nivelção, algumas fotografias, preparando a pintura para ser exposta, e cujo suporte se apresenta reduzido em relação quando estava fixada no teto da igreja. Em 2010/ 2011 a pintura é retirada da exposição para ser restaurada. Para um melhor entendimento do estado de conservação para auxiliar no processo de restauro foram realizadas análises não-destrutivas que permitiram a identificação a caracterização elementar dos pigmentos por Fluorescência de Raios X – XRF, além das técnicas de imageamento como Raio X digitalizado, reflectografia de infravermelho, luz visível, tangencial e fluorescência visível por radiação ultravioleta. As análises realizadas não obtiveram completamente todos os resultados esperados, mas alguns parciais que somados entre si, juntamente com as intervenções iniciais, puderam auxiliar a restauração. Inicialmente, com a pintura ainda na exposição, foram realizados exames com fotografia técnica – luz visível, transmitidas, rasante, infravermelho, ultravioleta (por Stephan Schafer) que identificou o suporte com emendas regulares horizontais e variadas na vertical, um emassamento que cobre aproximadamente 50% da superfície e não somente sobre as perdas de suporte mas sobre a pintura original; as áreas de repintes também foram realizadas não somente sobre as áreas de nivelção mas também sobre pintura original cobrindo-a de 65 a 80%; houve deste modo alterações significativas nas formas das personagens secundárias. Não foi possível identificar as áreas de pintura original que ainda restavam utilizando a radiografia de Raios X devido a presença de chumbo, seja no emassamento ou nos pigmentos. No entanto, através desta radiografia foi possível confirmar a extensão de toda área do emassamento que cobria quase toda pintura, bem como as características do suporte em faixas. No caso da imagem de reflectografia de infravermelho próximo, esta técnica possui a capacidade de revelar componentes de objetos invisíveis a olho nu e pôde tornar visíveis desenhos feitos a grafite ou carvão, abaixo da camada pictórica, evidenciar a presença de pinturas subjacentes ou evidenciar desgastes, reintegrações cromáticas.[1] No caso desta obra foi possível evidenciar pequenas regiões com desenhos subjacentes. Pela Fluorescência de Ultravioleta foi possível identificar a presença de camadas de verniz, novas e antigas, e o estado atual das repinturas [1]. A análise de ED-XRF evidenciou a presença de cálcio (Ca), chumbo (Pb) e titânio (Ti) em praticamente todos os pontos da obra analisados e as intensidades destes elementos variaram de acordo cada ponto medido, no entanto sempre se apresentassem bem mais baixas do que a quantidade de zinco [2]. Nas regiões de emassamento aparente estes elementos (Ca, Pb e Ti) apresentaram intensidades mais altas, o que parece vinculá-los a processos de restauro da obra. Tanto o branco de titânio (TiO<sub>2</sub>) quanto o branco de chumbo (2PbCO<sub>3</sub>.Pb(OH)<sub>2</sub>) podem ter sido utilizados juntamente com gesso (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) ou carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) no emassamento e nivelamento de regiões de perda. A ED-XRF ainda permitiu identificar alguns elementos químicos que estão relacionados aos pigmentos utilizados pelo artista como o branco de zinco em regiões brancas, e ferro (Fe) e mercúrio (Hg) nas áreas em vermelho. Nas áreas em amarelo – como na armadura do apóstolo, detalhes em dourado no céu - foram identificados a presença de ferro (Fe) e de chumbo (Pb) juntamente com antimônio (Sb) nos espectros de ED-XRF sugerindo a utilização de uma mistura de dois pigmentos: amarelo ocre (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O) e amarelo de Nápoles (Pb<sub>3</sub>(SbO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)[3]

### Referencias

[1] Rizzutto M. A., Métodos físicos e químicos para estudo de bens culturais, Arqueometria para Bens Culturais – v. 28, n. 43 (Dez/2015) – ISSN 2175-0173 CADERNOS DO CEOM, Revista on-line: <http://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc>

\*

[2] Calza, Cristiane. Desenvolvimento de Sistema Portátil de Fluorescência de Raios X com Aplicações em Arqueometria. Tese Doutorado, COOPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, 2007

[3] Modern Analytical Methods in Art and Archeology, Editado por Enrico Ciliberto e Giuseppe Spoto Volume 155 in Chemical Analysis Wiley – Intersciebce, 2000 John Wiley & Sons, Inc



## **ANÁLISIS QUÍMICO DEL PISO DE OCUPACIÓN. ESTUDIO DE CASO LA MONTESITA, AGUASCALIENTES, MÉXICO.**

M.S. Campos Martínez  
e-mail: campos.msm@hotmail.com

*1) Licenciada en Arqueología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

**Palabras claves:** áreas de actividad, arqueología, química, suelo

Para lograr comprender a las sociedades prehispánicas es importante conocer las actividades que se realizaban al interior y exterior de las estructuras, así como los materiales empleados. La Montesita es un sitio arqueológico en el estado de Aguascalientes, México, ubicado en la región centro-norte del país. El sitio está ubicado en el ejido de Las Negritas y lo más probable es que su extensión continúe hasta el ejido vecino de Los Campos. El sitio se ubica en la parte sur del cerro de San Antonio y al oeste del cerro de La Mesa.

El objetivo principal es identificar las actividades realizadas en las estructuras 67 y 68 del sitio para acercarse al modo de vida de la población prehispánica. Para cumplir con dicha meta del objetivo anterior se derivaron dos más: 1) Delimitar y analizar los distintos espacios (abierto, cerrado o tránsito) a partir de la arquitectura y su ubicación y 2) Identificar áreas de actividad dentro y entre de las estructuras a partir del estudio de residuos de la superficie de ocupación prehispánica y la distribución de los materiales encontrados durante la excavación.

Toda actividad que se realiza queda registrada en los suelos como indicadores invisibles al ojo humano, para poder identificarlas es necesario la aplicación del análisis químico. En el procedimiento para los análisis químicos de los suelos se necesitan diferentes pruebas para identificar cada uno de los residuos buscados: fosfatos, carbonatos, residuos proteicos, ácidos grasos y carbohidratos, el análisis químico se realiza con técnicas analíticas semicuantitativas.

Los resultados de los diferentes análisis mostraron que en las estructuras se realizaron actividades similares como la preparación de alimentos, destazamiento de animales; así como actividades diferentes como el consumo de alimentos y la nixtamalización.





## ESTUDIO DE MATERIALES DE CALAFATEO Y PINTURA DEL SUBMARINO H.L HUNLEY (1864)

A. Giraldo<sup>1</sup>, S. Cretté<sup>2</sup>, L. Nasanen<sup>3</sup>, M. Scafuri<sup>4</sup>, L. Kasprzak<sup>5</sup>  
e-mail: anaigiraldoc@gmail.com / aigiral@clemson.edu

1) Conservadora Junior. 2) Directora / Profesora investigadora. 3) Arqueólogo.  
4) Directora Asociada / Conservadora. Warren Lasch Conservation Center, Clemson University.  
5) Química. Università di Bologna.

**Palabras claves:** Espectroscopia  $\mu$ -Raman, FTIR, SEM/EDS, XRF

El presente estudio busca la identificación y caracterización de materiales de calafateo y pintura del interior y exterior del submarino *H.L Hunley* (1864) por medio del análisis instrumentales realizados *In situ* y en muestras tomadas de distintas zonas del interior y exterior del casco, componentes del submarino (banca, bloque de lastre y caja de esnorquel), y artefactos asociados encontrados en el interior del mismo (barril presuntamente con restos de pintura, brújula).

“El submarino *H.L Hunley* desapareció el 17 de febrero de 1864 en las costas de Charleston, Carolina del Sur, Estados Unidos”; en mayo de 1995 fue hallado a 4 millas de la costa; en agosto del 2000 fue recuperado y trasladado al Warren Lasch Conservation Center donde ha permanecido en estudio y procesos de excavación y conservación [1].

Dado permaneció por aproximadamente 136 años bajo el mar, el submarino “se encontraba cubierto de una gruesa capa de concreción conformada principalmente por óxidos de hierro, minerales, arena y conchas”; además su interior estaba lleno de sedimento y arena [1].

La presencia de dichas concreciones y sedimentos, aunada a los tratamientos de conservación realizada y la degradación casi total de las capas de recubrimiento realizados han constituido las mayores limitaciones para su identificación.

La preservación de trazas que parecen ser de las capas de calafateo y/o pintura han permitido la realización de muestreos y diferentes análisis instrumentales tales como Fluorescencia de Rayos X (XRF), Microscopia Electrónica de Barrido/ Espectroscopia de Energía Dispersiva, Espectrometría de Infrarrojo con Transformada de Fourier y Espectroscopia  $\mu$ -Raman.

Los datos obtenidos permiten no solo identificar las capas de recubrimiento, si no, también pueden asociarse a la secuencia de construcción del submarino y otros datos cronológicos, así como relacionarse con datos históricos concernientes a la procedencia de los materiales y técnicas de elaboración.

### Referencias

- [1] Rivera, J. & Mardikian P (2008), La responsabilidad en el rescate de artefactos marinos: El caso del “*H.L Hunley* (1864)” un Proyecto desafiante en el campo de la conservación subacuática. En: Revista de Arqueología Americana, Numero 26. Instituto Panamericano de Geografía e Historia.



## PINTURAS: O QUE PODEM REVELAR?

M. A. Rizzutto<sup>1</sup>, J. F. Curado<sup>1,2</sup>, N; F. Aguero<sup>1</sup>, E. A. M. Kajiya<sup>1</sup>, P.H. V. O. Campos<sup>1</sup>, E.K. Mori<sup>1</sup>,  
P.R.P. Allegro<sup>1</sup>  
e-mail: [rizzutto@if.usp.br](mailto:rizzutto@if.usp.br)

1) PhD, Professor-Pesquisador, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, SP, Brasil

2) Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, SP, Brasil.

**Palavras chaves:** Arqueometria, Fluorescência de raios X, Imagens Multiespectrais Pinturas.

No estudo de obras de arte, objetos arqueológicos e do patrimônio cultural as investigações documentais, históricas e as análises com métodos físicos e químicos podem fornecer um diagnóstico dos materiais utilizados pelo artista, período ou escola, localização geográfica, bem como as técnicas utilizadas na execução. As investigações científicas neste tema estão sendo realizadas rotineiramente pelo Núcleo de Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico (NAP-FAEPAH) do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP) [1]. Este núcleo é uma parceria entre físicos, químicos, historiadores, curadores, conservadores, restauradores, arqueólogos, etc. que utilizam diferentes métodos de análise. Os métodos de exames se baseiam em processos de interação da radiação eletromagnética com a matéria através de técnicas de imageamento e de análises elementares e composicionais. As análises de imageamento envolvem fotografia multiespectrais que incluem fotografia visível, luz rasante, fluorescência visível com ultravioleta, reflectografia de infravermelho, radiografia digitalizada. Particularmente no caso de pinturas estas técnicas de análises têm auxiliando o estudo de diferentes artistas e suas obras, o estado de conservação, o processo criativo (através de desenhos subjacentes, etc) e a identificação de intervenções de restauro. As técnicas de caracterização elementar (Fluorescência de raios X) e composicionais (Raman e Infravermelho) com equipamentos portáteis se complementam e ajudam no entendimento dos materiais e técnicas utilizadas na manufatura dos objetos.

Nestes últimos anos vários trabalhos estão sendo realizados nesta pesquisa interdisciplinar de modo sistemático em pinturas e estão fornecendo novas informações aos pesquisadores e colaboradores dos diferentes museus. As informações e resultados obtidos nesta colaboração estão sendo úteis para a formação de banco de dados (criação de sites virtuais), além de contribuir para exposições que adotaram também disponibilizar estes resultados para o público visitante. Os diferentes trabalhos realizados nas obras de artistas revelam o “fazer do artista” e permitem, por exemplo, desvendar como Oscar Pereira, Portinari, Anita Malfati, Volpi, Tarsila do Amaral combinavam os pigmentos para criar as cores de suas telas e pintura murais ou identificar traços e imagens escondidas [2].

### Referencias

[1] NAP-FAEPAH, disponível em: <http://www.usp.br/faepah/> Acessado em: fevereiro 2017.

[2] P.H.O.V. Campos, E.A.M. Kajiya, M.A. Rizzutto, A.C. Neiva, H.P.F. Pinto, P.A.D. Almeida, “X-ray fluorescence and imaging analyses of paintings by the Brazilian artist Oscar Pereira Da Silva”, Radiation Physics and Chemistry 95 (2014) 362–367.



## TÉCNICA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X APLICADA AL ANÁLISIS DE CERÁMICA OMEREQUE

J. E. Villanueva<sup>1</sup>, H.R. Mamani<sup>2</sup>, L. K. Fanola<sup>2</sup>, G. Meyer<sup>2</sup>, L.B. Salinas<sup>3</sup>, P. Alanoca<sup>1</sup>, A. Campos<sup>1</sup>

e-mail: juan.villanuevacriales@gmail.com

<sup>1</sup>Museo Nacional de Etnografía y Folklore

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares, Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear

<sup>3</sup>Carrera de Química, Universidad Mayor de San Andrés

**Palabras claves:** Andes sur-centrales, Cerámica, Horizonte Medio, FRX.

La cerámica Omereque (ap. 500 – 1000 d.C.) de los valles del norte de Cochabamba y sur de Chuquisaca, es una de las menos estudiadas por la arqueología boliviana. Una característica interesante de este material es su policromía, destacando el uso del color gris. Esta característica solo se encuentra en Omereque y en la contemporánea y mejor conocida alfarería Tiwanaku, del altiplano del Titicaca.

Si bien la cerámica es uno de los materiales arqueológicos más abundantes, es posible integrar un análisis completo, a través del análisis visual: decoración-motivos, características interiores y exteriores, grosor, color y textura de la pasta. Sin embargo, es importante un análisis más completo para tener una clasificación más precisa; en tal caso es imprescindible la incorporación de técnicas arqueométricas. En este caso, de manera inicial acudimos a la fluorescencia de rayos X.

En la presente investigación realizamos un acercamiento preliminar al color gris de una importante colección de piezas completas de cerámica Omereque. Se empleó la técnica de FRX-ED portátil, para obtener un panorama elemental tanto cualitativo como cuantitativo. Esta técnica permite identificar los elementos químicos presentes en las aleaciones, pigmentos y cerámica, la cual a su vez puede correlacionarse con los materiales utilizados para su construcción, procedencia y aspecto de deterioro. Se presentan resultados preliminares del trabajo, que podrán ser enriquecidos a futuro con empleo de otras técnicas arqueométricas y por comparaciones con el gris Tiwanaku.

### Referencias

[1] K. Anderson, Omereque: A Middle Horizon ceramic style of central Bolivia. Paper presented at the 61st annual meeting of the Society for American Archaeology Meetings. New Orleans, 1996.

[2] I. Grasso, Dick Edgar: "Nuevas Culturas Arqueológicas de los Antiguos Indígenas de Chuquisaca, Potosí y Tarija". En: Arqueología Boliviana. Ed. por Carlos Ponce Sanjines. Biblioteca Paceña-Alcaldía Municipal. La Paz. 1957, pp: 321-339



## **LAS NARIGUERAS BIMETÁLICAS DEL INTERMEDIO TEMPRANO (200 A.C. – 600 D.C.) DEL NORTE DEL PERÚ**

L. Vetter Parodi<sup>1</sup>, M. F. Guerra<sup>2</sup>  
e-mail: [luchivetter@hotmail.com](mailto:luchivetter@hotmail.com)

*1) Doctora en Historia, profesora contratada, Pontificia Universidad Católica del Perú*

*2) PhD, directora de investigación, CNRS (centro nacional de investigación científica), UMR8096- Arqueología de las Américas, MAE, 21 Allée de l'Université, 92023 Nanterre, Francia*

**Palabras claves:** narigueras, bicolors, Intermedio Temprano, FRX, SEM-EDS

Las narigueras son objetos que se colocaban en la nariz cubriendo la boca del personaje que la portaba. Este tipo de objeto era usado por individuos pertenecientes a la elite. En el Intermedio Temprano (200 a.C.- 600 d.C.) en la costa y sierra peruana se desarrollaron sociedades que portaron este tipo de objetos, como los Vicús, Frías y Mochica [1]. Estas narigueras que podían ser llanas o decoradas con una rica iconografía, además de otros elementos como aves y lentejuelas, entre otros, eran elaboradas en oro o en plata y a veces en una combinación de ambos metales.

Se plantean diversas cuestiones sobre los modos de elaboración de esas narigueras. En lo que se refiere a las de plata o de oro (monocolores), las aleaciones utilizadas son desconocidas, por lo que no se sabe si existieron prácticas distintas de talleres de acuerdo con las sociedades que las elaboraban. En lo concerniente a las narigueras que combinan ambos metales (bicolores) no se conocen sus técnicas de elaboración. Esas narigueras podrían ser elaboradas en dos metales los que serían después unidos, o en una aleación cuya superficie era tratada para cambiar su color.

En este trabajo el estudio precedente de algunas narigueras de oro y plata pertenecientes a diversas colecciones en el Perú [2] [3] fue complementado por el estudio de otras narigueras monocolores de tipologías variadas y de narigueras bicolors. Las piezas fueron observadas por microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM) y analizadas por fluorescencia de rayos X con un equipo portátil y por espectroscopía de energía dispersiva (SEM-EDS).

En base a los resultados obtenidos y por comparación de los porcentajes de plata, oro y cobre contenidos en las aleaciones de las narigueras bicolors y monocolores fue posible proponer la forma de manufactura en que fueron elaboradas y distinguir en las narigueras bicolors cuatro formas distintas de elaboración.

### **Referencias**

[1] Alva, W., Sipán. Descubrimiento e investigación. Lambayeque. 2015.

[2] Carcedo, P., Guerra M.F. y Vetter, L., La orfebrería de Frías. Estudios preliminares de tecnologías de elaboración y aleaciones. En: IV Simposio Latinoamericano de Física y Química en Arqueología, Arte y Conservación de Patrimonio Cultural. LASMAC 2013, Bogotá. 16 al 18 de Oct. CD-ROM. 2013.

[3] Vetter, L. Nuevas aproximaciones al entendimiento del material metálico de Frías en Piura. Ponencia presentada en el II Congreso Nacional de Arqueología, Ministerio de Cultura, Lima. 2015.



## ANÁLISIS POR FRX DE UNA COLECCIÓN PERUANA DE NEGATIVOS DE GELATINOBROMURO DE PLATA SOBRE VIDRIO

P. E. Gonzales<sup>1</sup>, D.C. Salgado<sup>2</sup>  
e-mail: pgonzales@pucp.pe

1) Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ciencias, Sección Química. Lima, Perú.

2) Centro de la Imagen. Lima, Perú.

**Palabras claves:** fotografía, negativos de vidrio, fluorescencia de rayos X

El Archivo Histórico del Centro de la Imagen cuenta con cerca de 24000 negativos de gelatinobromuro de plata en soporte de vidrio del fotógrafo peruano Elías del Águila (activo de 1903 a 1835). Esta colección estuvo atribuida por mucho tiempo al Estudio Courret y solo recientemente se ha identificado como propiedad del estudio E. del Águila y Cía. Dentro de esta colección, se localizó un conjunto de negativos que presentan una coloración amarilla intensa y una pérdida de contraste en la emulsión, lo cual llevó a postular que habrían sido tratados con yoduro de mercurio (técnica de intensificación para negativos subexpuestos) [1].

Con el fin de confirmar esta sospecha y, a la vez, entender mejor la obra de este fotógrafo del que poco se conoce hasta el momento en la historia de la fotografía peruana, se realizó un análisis de los elementos presentes en las placas utilizando, para ello, un analizador portátil de fluorescencia de rayos X.

En cuanto al análisis del vidrio utilizado en los negativos, las diferencias encontradas podrán contribuir al fechado de las placas y también a su conservación. Se ha encontrado una correlación entre la presencia de ciertos elementos y el grado de deterioro de los negativos, por lo que estos elementos pueden constituirse en marcadores de degradación y dar información acerca de las piezas que requieren un mayor cuidado para su conservación.

Por otro lado, los elementos encontrados en la emulsión han brindado información acerca de las técnicas utilizadas por Elías del Águila en el tratamiento de sus negativos. La presencia simultánea de mercurio y cloro y la ausencia de señales de yodo en las placas que presentan un tono amarillento apuntan hacia el uso de cloruro de mercurio como intensificador en estos negativos. Se está evaluando aún qué es lo que ha ocasionado el desarrollo de esta tonalidad, ya que en la literatura el tono amarillo se presenta asociado al uso de yoduro de mercurio, y no al de cloruro de mercurio [1].

### Referencias

- [1] B. Lavedrine y C. Garnier, Analysis and restoration of negatives intensified with mercuric iodide, Topics in Photographic Preservation, 1989, 3, 12-21.



## DATING TECHNIQUES DISCUSSIONS IN JAGUARIAÍVA ARCHEOLOGICAL SITE, PARANÁ, SOUTH OF BRAZIL

Fábio Lopes<sup>1,2</sup>, Cláudia Parellada<sup>3</sup>, Carlos R. Appoloni<sup>2</sup>, Kita Macario<sup>1</sup>, Carla Carvalho<sup>1,4</sup>, Roberto Linares<sup>1</sup>

e-mail: fabiolopes@uel.br

*1 Laboratório de Radiocarbono, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/n, Niterói, 24210-346, Rio de Janeiro, Brasil.*

*2 Laboratório de Física Nuclear Aplicada, Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, 445 km 380, 86057-970, Londrina, Paraná, Brasil.*

*3 Museu Paranaense, Departamento de Arqueologia, Rua Kellers, 289 - Alto São Francisco – cep: 8041 0-100 – Curitiba, Paraná, Brasil.*

*4 Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Outeiro São João Batista, s/n, Niterói, 24001-970, Rio de Janeiro, Brasil.*

**Palabras claves:** Radiocarbono, Arqueometría, Pinturas Rupestres, Tupi Guarani

Jaguariaíva 1 rockshelter is located in the Jaguariaíva city region, Paraná State, Brazil (E 632 454 e N 7 315 244 UTM coordinates). At this site, rock art is found on walls and ceiling, from 0.5m to 1.90m high at the western side, and from 1.80m to 3.60m at the northern side. The paintings belong to, at least, two different periods and picture animals and lattice motifs. Charcoals were collected at three different depths (0-25cm, 35-40 cm and 50 cm) during the archaeological campaigns, by the Paranaense Museum team. Excavations were carried out in twelve days, with two 1x1m squares, one with depth of 1,27m and another of 0,92m. The stratigraphic analysis showed six different levels of human occupation. The oldest one was previously dated around 7.000 years BP. The more recent presents glass and iron pieces and a coin of the end of XIX century. There are three occupations of ceramists and farmers possibly related to Itararé Taquara people, related to the south Jê linguistic family, and the two oldest are related to hunter-gatherers that could be related to the Umbu tradition.



## FIRST MEASUREMENT OF A NEW RADIOCARBON DATING LABORATORY AT THE STATE UNIVERSITY OF LONDRINA – BRAZIL

Fábio Lopes<sup>1,2,3</sup>, Fabiana Oliveira<sup>2</sup>, Kita Macario<sup>1</sup>, Carlos R.Appoloni<sup>2,3</sup>, Carla Carvalho<sup>1,4</sup>, Roberto Linares<sup>1</sup>

e-mail: fabiolopes@uel.br

*1 Laboratório de Radiocarbono, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/n, Niterói, 24210-346, Rio de Janeiro, Brasil.*

*2 Laboratório de Física Nuclear Aplicada, Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, 445 km 380, 86057-970, Londrina, Paraná, Brasil.*

*3 Laboratório de Radiocarbono, Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, 445 km 380, 86057-970, Londrina, Paraná, Brasil.*

*4 Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Outeiro São João Batista, s/n, Niterói, 24001-970, Rio de Janeiro, Brasil.*

**Palabras claves:** Radiocarbono, Arqueometria, Wipe Test

Contamination background information is extremely important at a radiocarbon dating laboratory and to begin a new facility it is necessary to take reasonable precautions. It is mandatory to obtain information about equipment history, and areas likely to be contaminated. It is important to evaluate bench tops, knobs, floor and of course all equipment's commonly used in this facility like balances, ovens, centrifuges, fridges, etc because they could be a possible source of contamination that occurred during some kind of chemical sample preparation in the past. For surface <sup>14</sup>C contamination testing, a total of 15 filter samples were collected at new radiocarbon dating laboratory located at the State University of Londrina in the city of Londrina, Paraná State, South of Brazil. All the samples were pretreated at the Radiocarbon Laboratory of the Fluminense Federal University (LAC-UFF). Filter samples were converted to CO<sub>2</sub> by combustion in sealed quartz tubes, containing previously heated cupric oxide and silver wire, at 900°C for 3 hours. All gas samples were cryogenically purified by dry ice/ethanol traps in a stainless steel sample preparation line and kept under vacuum at 1.0 mTorr line. Graphitization was performed using tubes made from borosilicate glass, with 10–15 mg of titanium hydride; TiH<sub>2</sub> and 30-35 mg of Zinc and a 6-mm-OD Durham tube, which sits inside the larger reaction tube, with 3-5mg of iron powder catalyst into Pyrex. The tubes containing reagents and gas samples were heated at 550°C for 7 hours. Graphite samples produced in each tube varied between 0.7 and 1mg C. Samples were pressed into Al targets (cathodes) in the wheel of the SNICS (Source of Negative Ions by Cesium Sputtering) ion source and measured in a NEC 250kV Single Stage Accelerator System (SSAMS) at the Physics Institute, in Niteroi, Rio de Janeiro State, Brazil.



## OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS PORTÁTEIS DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X POR DISPERSÃO EM ENERGIA PARA ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE OBSIDIANAS

T.D. Galvão<sup>1,2</sup>, F. Lopes<sup>1</sup>, C. R. Appoloni<sup>1</sup>  
e-mail: tdgalvao@yahoo.com.br

1) Professor Doutor, Laboratório de Física Nuclear Aplicada, Dpto de física – CCE, Universidade Estadual de Londrina - UEL

2) Professor Doutor, Universidade Norte do Paraná, Centro de Ciências Tecnológicas - CCET.

**Palavras chaves:** fluorescência de raios X portátil; Otimização; caracterização química; estudos de proveniência.

O estudo de artefatos arqueológicos e do patrimônio cultural por meio de técnicas analíticas com equipamentos portáteis vem se tornando cada vez mais rotineiro nos dias atuais. Diversos tipos de equipamentos portáteis de EDXRF têm sido usados nas mais diferentes situações envolvendo análises *in situ* abrangendo uma extensa gama de geometrias, detectores, corrente e tensão aplicadas nos tubos de Raios X. Sendo assim, é de suma importância que a geometria dos sistemas portáteis utilizados neste estudo seja adequada para uma precisa obtenção e posterior análise dos dados. O presente trabalho tem como principal objetivo otimizar dois sistemas portáteis de fluorescência de raios-X para realizar futuros estudos de caracterização química e estudos de proveniência de amostras de obsidianas. Para isso, a sensibilidade analítica dos equipamentos portáteis foi otimizada por meio de um planejamento fatorial  $2^4$  para a determinação química elementar de objetos arqueológicos em laboratório e *in situ*, em especial obsidianas. Na otimização dos sistemas Portáteis de Fluorescência de Raios-X por Dispersão em Energia (EDXRF) as variáveis estudadas foram: 1 - Distância detector-amostra; 2 - Distância Tubo de Raios X-amostra; 3 - Corrente aplicada no Tubo de Raios X e 4 - Tensão aplicada no Tubo de Raios X. O sistema utilizado para as análises de elementos com número atômico superior a 26 (Fe) foi: PXRF-LFNA-02, o qual é composto por um tubo de raios-X (com alvo e filtro de Ag) com potência de 4W, e um detector Si-PIN modelo XR-100CR da Amptek Inc. com resolução de 221eV para a linha de 5.9keV (com janela de Be de espessura de 25 $\mu$ m e colimador de Ag). Para as análises de elementos abaixo do número atômico 26 o sistema usado foi o PXRF-LFNA-03, composto por um tubo de raios-X com alvo de W com potência de 4W e um detector de Si-PIN modelo XR-100CR da Ampetec Inc. com resolução de 149eV para a linha de 5.9keV (com janela de Be de espessura de 12,7 $\mu$ m e colimador de Ag). Foi possível verificar a presença dos principais elementos na amostra de obsidiana analisada, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Rb, Sr, Y, Zr e Nb. Por meio dos resultados obtidos para os diferentes sistemas portáteis investigados, foram estabelecidas as condições ótimas para as quatro variáveis analisadas. Posteriormente, os sistemas portáteis de fluorescência de raios-X foram utilizados posteriormente na caracterização química e em estudos de proveniência de amostras de obsidianas equatorianas.





## ESTUDIOS DE ARQUEOMETRÍA A PARTIR DE ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DE OBJETOS METÁLICOS DE LA CULTURA ATAVILLOS.

Pieter van Dalen Luna <sup>1</sup>

Emails: [pvandalen2@hotmail.com](mailto:pvandalen2@hotmail.com), [pvandalen3@gmail.com](mailto:pvandalen3@gmail.com)

*1 Departamento Académico de Arqueología  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima, Perú)*

**Palabras claves:** arqueología, Atavillos, Lima, metales, análisis químicos.

La cultura Atavillos se desarrolló durante periodos prehispánicos tardíos, en la región altoandina de la provincia de Huaral, en el departamento de Lima. Su cultura material está representada por la edificación de grandes construcciones conocidas como Kullpis, edificios de hasta 7 metros de altura y planta cuadrangular, que contenía al interior (parte superior) los restos de los ancestros, mientras en la parte baja se realizaban actividades domésticas.

En los últimos años hemos venido realizando excavaciones intensas en tres sitios arqueológicos Atavillos: Rupac, en la Comunidad de San Salvador de Pampas; Purunmarca, en la Comunidad de San Miguel de Vichaycocha; y Marca Piche, en la Comunidad de San José de Baños. Como resultado de estas excavaciones se definió las características de las áreas domésticas, espacios abiertos y de los contextos funerarios. Se recuperó abundantes materiales culturales: cerámico, lítico, óseo humano y animal y metálico.

El material metálico recuperado corresponde a bienes suntuarios y ornamentales. Se ha recuperado objetos elaborados en oro, plata, cobre y aleaciones de estos. Para una mejor caracterización de estos materiales metálicos, se ha procedido a realizar análisis descriptivos arqueométricos y en laboratorios, mediante la aplicación del método de defracción de rayos X, a fin de conocer la composición de estos.

Se conoce a través de las fuentes etnohistóricas que el territorio Atavillos en épocas prehispánicas, contaba con numerosas minas de donde se extraían los metales, en especial el cobre (de donde provendría el nombre "Atavillos", de anta que significa cobre). Tal era la fama de los pueblos atavillanos, que el mismo Francisco Pizarro adquirió la encomienda de los Atavillos, denominándose "Marquez de los Atavillos". En la actualidad, los trabajos de prospección arqueológica en este territorio han permitido identificar muchas de estas minas, las cuales han sido utilizadas hasta periodos coloniales.



## SPECTROSCOPIC CHARACTERIZATION OF RECENTLY EXCAVATED ARCHAEOLOGICAL POTSDHERDS OF TAQUARA/ITARARÉ TRADITION FROM TOBIAS WAGNER SITE (SANTA CATARINA – BRASIL)

T.G. Costa<sup>1</sup>, M. D. de M. Correia<sup>2</sup>, L.B. Reis<sup>2</sup>, S.S. dos Santos<sup>3</sup>, J.S. Machado<sup>2,4</sup>, L. Bueno<sup>2</sup>, I.S. Müller<sup>2</sup>

e-mail: [thiago\\_floripa@hotmail.com](mailto:thiago_floripa@hotmail.com)/[atecor@fcc.sc.gov.br](mailto:atecor@fcc.sc.gov.br)

1,2) *Laboratório de Materiais, Fundação Catarinense de Cultura - Brasil*

2) *Laboratório de Estudos Interdisciplinares em Arqueologia, Universidade Federal de Santa Catarina.*

3) *Laboratório de Materiais Inorgânicos, Universidade Federal de Santa Maria*

4) *Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo*

**Keywords:** Archaeometry, Archaeological ceramic, Clay, Spectroscopic

The ceramic fragments consist in one source of information to archaeologists about the way of life of different preterit groups [1]. By using scientific techniques of analysis, it is possible to elucidate the process of potsherds production, as well as the specificities of the used material [2]. In this work archaeological potsherds samples from Taquara/ Itararé Tradition collected in the Tobias Wagner site (TWG) were analyzed by Fourier transform infrared spectroscopy-FTIR,  $\mu$ -Raman and scanning electron microscopy with X-ray microanalysis - SEM-EDS.

The semi quantitative elementary analysis using EDS shows that the majority of elements present in all the samples are Al, Si and Fe, and the minority ones are K and Ti; the sample TWG 219.8.2 presented accurate features of Zr (Figure 1), which can be a marker associated to the local where clay was collected. The principal minerals that constitute the ceramics analyzed are kaolinite, quartz and haematite, and the TiO<sub>2</sub> in the form of anatase present in samples in small quantities (Figure 1). The morphology of all samples demonstrated being very similar, presenting a heterogenic form with little particles of different geometries. With these results, it is estimated that the fragments' firing temperature was in the maximum 850°C [3]. The samples TWG 203.9, 204.6.1 and 219.8.2 presented characteristic bands attributed to  $\nu$ C-H stretch, indicating organic material vestiges in these fragments.

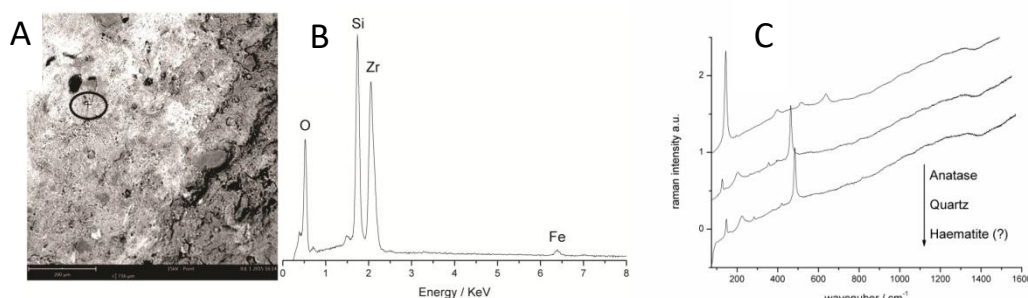


Figure 1. (A) SEM micrograph, (B) EDS spectrum of Zr traces and (C) typical  $\mu$ -Raman spectra of TWG potsherds samples.

### References:

[1] C. Orton, P. Tyers, A. Vince. Pottery in Archaeology. Cambridge University Press, 1993.

[2] L.M. Shillito, et. al. Spectrochim Acta Part A 72 (2009) 120–125.

[3] D.S. Gregory. Journal of Archaeological Science , 31, 2004, 1137–1160.



## PRESERVING CULTURAL HERITAGE AND WORKS OF ART USING CHEMICAL AND NUCLEAR TECHNOLOGIES

**Javier C. Ramirez-Perez<sup>1</sup>, Ph.D.**

Corresponding email: [j Ramirezperez@gmail.com](mailto:j Ramirezperez@gmail.com)

<sup>1</sup> Department of Chemistry, Kent State University at Stark, North Canton, OH-USA

### **Abstract:**

Conserving the cultural heritage and works of art is a general concern, because they are constantly exposed to biodegradation due to the presence of micro-organisms (bacteria, archaea, fungi, algae), as well as lichens and insect pests because of their biodeteriorative potential and cause problems in their surface, the attacks of these living micro-organisms is known as biodeteriorating agents.

The diverse biodeterioration phenomena observed in these ancient materials are determined by several factors, namely the chemical composition and nature of the material itself, the environment exposed them arise from the development of micro-organisms within the pore system, besides the manner and frequency of surface cleaning and household management in places where are kept. Proper conservation and preservation methods are necessary for ensuring a long service life of cultural heritage and work of art products. This study describes a review of the main chemical and nuclear treatments applied to eliminate biodeterioration agents.

First, chemical treatments, which include liquid biocides and fumigation with gases, despite the fact that the number of chemicals includes a wide variety, the number of products suitable for cultural heritage is comparatively limited because only a small number of agents have been tested with respect to their compatibility with historic materials, such as pigments, organic binders or paper and only a few studies exist on the long term effect of the biocides such as color changes or degradation products, besides, the application of these chemicals are severely limited by environmental regulation laws; second, irradiation treatment by <sup>60</sup>Co gamma irradiation source as the main nuclear technique, for disinfestation and decontamination of cultural heritage artefacts, especially paper, leather, textile parchment, polychromic wooden sculptures, parts of altars, musical instruments, painting, clothes have been treated using gamma radiation for salvation, restoration and conservation, the reports suggest that the radiation does not damage the precious artefacts, because it is a non-destructive technique and these materials do not become radioactive, however the artefacts require appropriate monitoring methods.

The application of irradiation treatment for the protection of cultural heritage artefacts in Bolivia can be possible by the development of radiation processing procedures at the future Center for Research and Development in Nuclear Technology (CRDNT) to be built in El Alto La Paz, that include a <sup>60</sup>Co gamma radiation facility.



## EVALUATION OF A HELICAL VORTEX CLEANING PROCESS IN MARBLE USING PXRF AND X-RAY MICROTOMOGRAPHY

F.L. Melquiades<sup>1</sup>, C.R. Appoloni<sup>1</sup>, A.C. Andrelo<sup>1</sup>, NanoBr<sup>2</sup>, T.R. dos Reis<sup>3</sup>  
e-mail: [fmelquiades@uel.br](mailto:fmelquiades@uel.br)

1) *Physics Department, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil*

2) *NanoBr Nanotecnologia Ltda. [www.nanobr.com.br](http://www.nanobr.com.br)*

3) *Pinacoteca de São Paulo, São Paulo, Brasil.*

**Palabras claves:** X-Ray Fluorescence, Microtomography, archaeometry, marble

Marble is a row material very used in buildings, tombs, sculptures and artworks. The marble become dirty due to natural process, atmospheric pollution and also graffiti. In this study it was evaluated a helical vortex cleaning process for restauration and the application of different protective coatings for preservation and conservation of marble artworks. The study consists in the surface qualitative characterization of white marble with the objectives to verify if the helical vortex cleaning process as well as if a protective coating application modifies the surface chemical composition of the marble. Two objects were evaluated with non-destructive methodologies. In the first, Portable X-ray Fluorescence was used in a white marble sculpture of Leopoldo e Silva (1879-1948) called "Menina e Moça" (23 x 147 x 40 cm), that is kept in exposition in one of the hallway of the museum Pinacoteca de São Paulo. In the second, Energy Dispersive X-ray Fluorescence with bench top equipment was used for surface chemical characterization and a X-ray Microtomograph SkyScan 1173 was used to infer the surface weariness due to abrasive material employed in the blasting process of a piece of marble of a tomb from the Municipal Cemetery of São Paulo. The marble of the tomb was cut in 12 small pieces. In all of them was applied the helix vortex cleaning process using garnet as abrasive material. After that, 3 protective coating products in three different regions of the piece were used: hydrophobic, consolidant and anti-graffiti coatings. EDXRF measurements attested that Ca and Sr appeared in all the samples and other elements like Si, S, K, Ti, Mn, Fe, Cu, Zn and Zr were also detected. The total weariness thickness of the surface layer determined by X-ray Microtomography was  $89 \pm 9 \mu\text{m}$ . In the sculpture the helix vortex cleaning process was performed with Calcite as abrasive material. 14 measurements before the cleaning process, 7 after the cleaning process and 3 after the hydrophobic coating application were performed. The highest intensity peaks were from Ca and Sr that are the major components of the marble. In some point, Fe was also present and Zn was detected before the cleaning process. It was noted that the Fe and Zn intensity peaks decreased after the helical vortex cleaning attesting that the surface was cleaned because Fe is the major component of dust. In general, it was possible to declare that the surface composition of the artworks was not altered in terms of inorganic elements due to the helix vortex cleaning process as well as the surface porosity.



## EL PERITAJE ARQUEOLÓGICO EN CERÁMICA CON MÉTODOS LUMINISCENTES Y TÉCNICAS ANALÍTICAS

<sup>1</sup>A. Ramírez Luna y <sup>1</sup>P. Schaaf

[rangel@geofisica.unam.mx](mailto:rangel@geofisica.unam.mx)

<sup>1</sup>Laboratorio de Termoluminiscencia, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

**Palabras clave:** Arqueometría, Fluorescencia UV, Peritaje Arqueológico, Termoluminiscencia

Las implicaciones sobre la autenticidad o antigüedad de una pieza arqueológica es muy importante desde muchos puntos de vista, por ejemplo, las formas, iconografías, tipo de arcilla, desgrasantes y mineralogía entre otras características son muy buenos indicadores para entender la evolución alfarera, las relaciones sociopolíticas, los vínculos comerciales, los aspectos rituales, los periodos culturales y la funcionalidad de los artefactos entre muchas otras cosas.

Si bien existe una gran cantidad de piezas arqueológicas de las cuales se conoce el contexto del que provienen, es decir, hay registros del trabajo de campo y del proceso de excavación y donde las preguntas esenciales como ¿Quién?, ¿Dónde? y ¿Cuándo? son respondidas sin mayor problema y dan “fe” de la autenticidad o antigüedad de la pieza, sin embargo, existen muchas piezas de las cuales se desconoce el contexto de su procedencia y donde las preguntan no pueden ser contestadas, esto hace dudar de la legitimidad de la pieza o dicho de otra manera, de su antigüedad, con ello surge la pregunta ¿Es antigua o es una falsificación?, este tipo de piezas sin contexto generalmente se encuentran en museos, colecciones privadas registradas y no registradas, en casas de subastas de arte e incluso en el mercado negro.

En otro sentido, el valor económico de piezas arqueológicas vistas como piezas de arte puede llegar a ser muy alto, esto es un detonante para el mercado negro de piezas y la falsificación de ellas. Por ejemplo, es común en México encontrar piezas falsas en colecciones que se conformaron hace más de un siglo donde el aspecto económico fue el motivo por el que fueron creadas. El problema actual de la falsificación de piezas hace que expertos como los arqueólogos y ceramistas en ocasiones emitan juicios erróneos sobre la antigüedad o autenticidad de piezas arqueológicas dados los cada vez mas sofisticados procesos de fabricación donde las técnicas de manufactura antiguas son recreadas y las piezas son “envejecidas” artificialmente, en ocasiones la iconografía o motivos también pueden ser modificados e incluso inventados, creando así incertidumbre a quienes estudian e interpretan desde un punto de vista académico este tipo de piezas.

El método de termoluminiscencia es un método luminescente empleado en la datación y pruebas de antigüedad en muestras arqueológicas con buenos resultados, este método se basa en determinar la dosis de radiación natural que una muestra arqueológica a recibido a través del paso del tiempo y la tasa de dosis anual que recibe la muestra, para llevar a cabo el método de termoluminiscencia es necesario el análisis espectral de la señal termoluminiscente de la muestra y que esta relacionada con la estructura molecular de los minerales presente en la arcilla de la muestra, a su vez, también es necesario determinar la concentración de elementos radiactivos como el <sup>40</sup>K, <sup>238</sup>U y <sup>232</sup>Th. La fluorescencia de luz ultravioleta (FUV) es una técnica muy empleada en el análisis y caracterización de bienes culturales con la cual se puede identificar y detectar restauraciones previas o diferencias entre los materiales que constituyen algún bien cultural como una pintura o escultura, ya que los materiales pueden tener distintos patrones de comportamiento ante la luz UV. El empleo de métodos como difracción de rayos X (DRX) para determinar la composición mineralógica, y la fluorescencia de rayos X (FRX) para el análisis elemental aunado a la termoluminiscencia y fluorescencia de luz UV son métodos y técnicas que en conjunto pueden combinarse para obtener información que determinen si una pieza arqueológica es falsa o no.

Este trabajo presenta algunos ejemplos así como los procedimientos que se están implementando en el Laboratorio de Termoluminiscencia de la Universidad Nacional Autónoma de México para realizar el peritaje arqueológico aplicando los métodos y técnicas descritas anteriormente.



## ANÁLISIS DE $^{14}\text{C}$ POR ESPECTROMETRÍA DE MASAS CON ACELERADORES EN MÉXICO. ARQUEOLOGÍA Y PATRIMONIO CULTURAL.

C. Solís<sup>1</sup>, M. Rodríguez Ceja<sup>1</sup>, E. Chávez Lomelí<sup>1</sup>, A. Huerta<sup>1</sup>, M.A. Martínez Carrillo<sup>2</sup>  
e-mail: [corina@fisica.unam.mx](mailto:corina@fisica.unam.mx)

<sup>1</sup>Dr. Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ave. Universidad 3000. 04510, Cd. de México, México.

<sup>2</sup>Dr. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica S/N. Ciudad Universitaria. 04510, Cd. de México, México.

**Palabras claves:** AMS, datación, México, Radiocarbono.

El proyecto para crear un Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas (LEMA) en México, con apoyo conjunto del CONACyT y la UNAM fue aprobado en 2010. El Instituto de Física de la UNAM (IFUNAM) encargó la fabricación del sistema AMS basado en un acelerador tandetrón de 1 MV, a la empresa *High Voltage Engineering Europe*, en Holanda. La misión del LEMA es realizar y apoyar investigaciones arqueológicas, geológicas, físicas, químicas y ambientales con el análisis de  $^{14}\text{C}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{129}\text{I}$  y  $^{239,240,242}\text{Pu}$ .

La espectrometría de masas con aceleradores (EMA) es la técnica más utilizada a nivel mundial para la datación de objetos arqueológicos y del patrimonio cultural. En esta técnica el conteo directo del número de átomos  $^{14}\text{C}$  contenido en una muestra se realiza gracias al uso de un acelerador de partículas. El acelerador se encuentra acoplado a dos espectrómetros de masas, que separan los diferentes isótopos que en el caso del carbono, son  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  y  $^{14}\text{C}$ . Mientras que el  $^{12}\text{C}$  y  $^{13}\text{C}$  son medidos en jaulas de Faraday, los átomos de  $^{14}\text{C}$  son cuantificados en detectores de partículas [1]. Desde la puesta en operación del LEMA, la datación absoluta con  $^{14}\text{C}$  por espectrometría de masas con aceleradores (EMA) se ha venido aplicando en estudios de arqueología, antropología e historia que se realizan para el rescate, conservación, investigación y difusión del patrimonio cultural mexicano [2]. En esta plática se presentará la descripción básica del equipo y se mostrarán algunos ejemplos de aplicaciones que se están desarrollando actualmente.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen el apoyo técnico del Sr. Sergio Martínez González. Los estudios han sido parcialmente financiados por DGAPAUNAM-IG100216 y CONACyT 264245, 271802.

### Referencias

[1] C. Solís, E. Chávez-Lomelí, M. E. Ortiz, A. Huerta, E. Andrade, E. Barrios. A new AMS Facility in Mexico. *Nucl Instr & Meth in Phys Res B* 331(2014)233-236.

[2] S. Gómez, C. Solís, J. Gazzola, E. R. Chávez Lomelí, M. Rodríguez Ceja, M. A. Mondragón, M. A. Martínez Carrillo. AMS-RC dating of materials recovered from the tunnel under the Feathered Serpent Temple in Teotihuacan, Mexico. *Radiocarbon* 2016, 1–13.



## **DATACIÓN CON $^{14}\text{C}$ Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS CON ACELERADORES DE MADERAS PREHISPÁNICA Y COLONIAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

M.A. Martínez Carrillo<sup>1</sup>, C. Solís<sup>2</sup>, Z. B. Flores Montes de Oca<sup>3</sup>, E. N. Amador García<sup>3</sup>, L. Muñoz Monares<sup>2</sup>, M. Rodríguez Ceja<sup>2</sup>, M. E. Ortiz y Salazar<sup>2</sup>

e-mail: [mangel@ciencias.unam.mx](mailto:mangel@ciencias.unam.mx)

- 1) *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Circuito de la Investigación Científica S/N, Coyoacán, 04510, CDMX, México.*
- 2) *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ave. Universidad 3000, Coyoacán, 04510, CDMX, México.*
- 3) *Dirección de Salvamento Arqueológico del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Córdoba 45, Col. Roma, Cuauhtémoc, 06700, CDMX, México.*

**Palabras claves:** Radiocarbono, AMS, Salvamento Arqueológico

La Dirección de Salvamento Arqueológico (DSA) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) trabajó en agosto de 2016 en el proyecto de investigación arqueológica: Proyecto de Salvamento Arqueológico Conjunto de Oficinas Reforma-Hidalgo, Col. Guerrero, Del. Cuauhtémoc, Ciudad de México (CDMX). El objetivo de este proyecto fue recuperar, proteger y estudiar el patrimonio cultural que pudiera encontrarse en el terreno del Conjunto de Oficinas Reforma-Hidalgo.

Se recuperaron fragmentos y piezas completas de lebrillos alisados con sellos coloniales y cimentaciones. El hallazgo más significativo fueron treinta postes de madera alineados. La datación relativa de la secuencia estratigráfica, la asociación de materiales arqueológicos y el análisis del contexto, permiten suponer que los pilotes de madera fueron empleados entre el Posclásico Tardío y el Colonial Temprano. La datación absoluta con  $^{14}\text{C}$  (radiocarbono) y espectrometría de masas con aceleradores (AMS) de algunos postes fue realizada en el Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores (LEMA) del Instituto de Física de la UNAM.

Las muestras fueron procesadas en un equipo de grafitización Automatizado AGEIII de Ion Plus, El análisis de los contenidos de  $^{14}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  y  $^{12}\text{C}$  en las muestras de grafito se realizó mediante espectrometría de masas con aceleradores con un equipo Tandetrón High Voltage Europe Engineering (HVEE), con un acelerador de 1 MV.

Los resultados de datación de las muestras LEMA 653.1.1 y LEMA 654.1.1, ambos postes de madera de sección cuadrada, fueron manufacturados en el periodo Colonial Temprano. En tanto que la muestra LEMA 667.1.1 procedente de un poste de sección redonda pudo haber sido manufacturado en el periodo de contacto.

Las dataciones fortalecen las suposiciones sobre los procesos de manufactura, reutilización de materiales y uso en chinampas en los antiguos límites de la ciudad de México-Tenochtitlán. Además, un poste datado en la época prehispánica fue donado por el INAH. Con él se elaborará un estándar de referencia para el análisis y datación con  $^{14}\text{C}$  y espectrometría de masas con aceleradores de otros objetos arqueológicos en el LEMA.



## LOS PETOS LAMBAYEQUE: UN ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO

J.P. Nieves Cordova<sup>1</sup>, L.E. Castillo Narrea<sup>2</sup>  
e-mail: [jeanpool23n@gmail.com](mailto:jeanpool23n@gmail.com); [lejacn@gmail.com](mailto:lejacn@gmail.com)

- 1) *Arqueólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos*
- 2) *Conservador y restaurador, Coordinador general del grupo Latinoamericano de Restauración de Metales*

**Palabras clave:** Arqueometría, Láminas, Lambayeque, Petos, Rayos X, SEM.

El Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú (MNAHP) custodia la colección orfebre recuperada por las exploraciones de Don Julio C. Tello entre los años de 1936 y 1937 en la huaca Las Ventanas, Batán Grande. Parte de esta colección está formada por gran cantidad de láminas doradas y plateadas con diseños repujados conocidos como “petos”, “pectorales”, “pecheras” y “unkus”. Lo que pretendemos en el presente trabajo es recuperar la información que brinda este tipo de material inédito Lambayeque (Sicán) mediante métodos arqueométricos.

Como primera directriz se procedió a reunir las láminas de acuerdo a la forma, color y diseño, para su posterior agrupación y el debido registro. Se identificaron 47 petos, de los cuales se realizaron análisis más detallados apoyados en la Arqueometría, como los **estereoscópicos** que consistieron en la identificación de la tecnología empleada, los recubrimientos superficiales así como los procesos de deterioro que las piezas presentaban. Paralelamente se efectuaron **Microanálisis**, identificando el tipo de material empleado y las corrosiones. Se determina que las láminas doradas están compuestas por aleaciones de oro, plata y cobre; y las láminas plateadas mediante aleaciones de plata y cobre. Para confirmar las técnicas orfebres empleadas se realizaron tomas Radiografías, las placas de rayos X, comprueban que la técnica de manufactura empleada es el laminado, perforado y unido mecánicamente mediante grapas, así como el repujado como decoración. Finalmente se tomaron muestras para el estudio de Microscopia Electrónica de Barrido (SEM), identificando una aleación ternaria compuesta de Oro - Plata – Cobre, con un recubrimiento superficial con una aleación rica en oro y otra aleación binaria compuesta por Plata – Cobre.

Los resultados nos demuestran que estamos frente a bienes suntuosos que reflejan la especialización orfebre de la sociedad Lambayeque o Sicán.





## RECONSTRUCCIÓN DE RUTAS DE FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLATINO PREHISPÁNICO TUMACO-LA TOLITA

J.A. Escobar<sup>1</sup>, N.A. Bustamante<sup>2</sup>.

e-mail: [jaiescob@uniandes.edu.co](mailto:jaiescob@uniandes.edu.co)

1) PhD, Director Departamento Ingeniería Mecánica, Universidad de los Andes

2) Estudiante doctoral Ingeniería.

Cra 1 No. 18ª-12 Bogotá

**Palabras claves:** Platino, Rutas de fabricación, pulvimetalurgia

El estudio de la metalurgia del platino desarrollado de forma exclusiva en tiempos prehispánicos por la tradición Tumaco-La Tolita ha sido realizado desde una aproximación descriptiva y cualitativa que no ha permitido demostrar en el campo científico el verdadero alcance de este patrimonio cultural y tecnológico colombo-ecuadoriano. De ahí que este trabajo tiene como propósito reconstruir experimentalmente diferentes rutas de los procesos de fabricación de piezas prehispánicas de platino con el fin demostrar científicamente que este proceso tecnológico fue ejecutado de forma sistemática y el precursor de la pulvimetalurgia.

La metodología empleada consistió en la identificación de las jerarquías estructurales de piezas-fragmentos prehispánicos seleccionados para estudio con el fin de articular esta información en términos de hipótesis de procesos y subprocesos de manufactura. Estas hipótesis aportaron información cuantitativa que fue empleada para la elaboración de réplicas bajo condiciones de laboratorio y montajes instrumentados que permitieron la medición y control de parámetros experimentales. Estas réplicas fueron caracterizadas y las jerarquías estructurales identificadas fueron comparadas hasta obtener semejanzas en un proceso iterativo con las de las piezas-fragmentos originales.

Los resultados obtenidos presentados en esta conferencia ilustran una de las rutas determinadas para la fabricación, el de piezas volumétricas. Se confirmó el uso de minerales de oro y platino con tamaños de partículas de 500  $\mu\text{m}$  máximo. La proporción de estos minerales varió entre 1:1 y 3:1 de oro y platino, respectivamente. Proporciones documentadas para piezas de platino prehispánicas. La geometría se obtuvo previa compactación en un molde de la mezcla de estos minerales haciendo uso de un aglomerante tal como cera con presiones hasta 230 MPa y sinterizadas en atmósfera reductora a 1100°C por 30 min. La apariencia final observada en las piezas se obtuvo mediante pulido fino con abrasivos de tamaño de partículas entre 5 y 30  $\mu\text{m}$ .

En síntesis, la metodología empleada determinó parámetros de operación que en conjunto reconstruyeron etapas de fabricación de piezas volumétricas. El conocimiento detallado de esta ruta de fabricación demostró que la metalurgia de platino obedeció a un proceso sistemático evidente en cerca de 60 piezas que sobreviven en los museos y en los subprocesos de selección y preparación de la materia prima, uso de molde y compactación para obtener la geometría y conocimiento pirotecnológico dado el control de la atmósfera, tiempo y temperatura empleados. Este proceso concuerda con la metalurgia de polvos moderna y dada la época de su ejecución convierte a los metalurgos prehispánicos de Tumaco-La Tolita los pioneros de este proceso metalúrgico.

Agradecemos al Museo del Oro de Colombia por el préstamo del material objeto de esta investigación.



## EMPLEO DE LAS MEMBRANAS DE RESINA MOPA-MOPA O BARNIZ DE PASTO. ESTUDIOS TÉCNICOS.

M. C. Álvarez-White  
E-mail [mca4@hotmail.com](mailto:mca4@hotmail.com)

*Restauradora de bienes muebles. Profesional independiente. Bogotá, Colombia.*

**Palabras claves:** barniz de Pasto, mopa-mopa, Colombia.

El barniz de Pasto es una técnica decorativa con raíces ancestrales que, con algunas variaciones, presenta continuidad hasta nuestros días. Este procedimiento se lleva a cabo mediante el empleo de la resina mopa-mopa, proveniente de un árbol cuya especie botánica es *Elaeagia pastoensis* L. E. Mora<sup>1</sup>, de la familia Rubiaceae. La planta crece en zona selvática al suroccidente de Colombia.

Se expondrán algunos resultados de la investigación de carácter interdisciplinario que se realiza por más de 10 años, los cuales arrojan una aproximación a la técnica de manufactura de las cuentas de collar, únicos elementos del período prehispánico elaborados con la resina mopa-mopa, conocidos hasta el momento. Se señalarán los aportes realizados por los nativos, luego de la llegada de los españoles, para transformarla y adaptarse a nuevos objetos y materiales con los que lograron diferentes acabados ornamentales mediante su utilización como materia prima.

Para acercarnos al uso de la mopa-mopa, se presentará un resumen de su proceso de elaboración, así como los resultados parciales de exámenes, en piezas prehispánicas y de la época colonial, con base en análisis de laboratorio que comprenden, entre otros: cortes estratigráficos, estudios con microscopio electrónico de barrido y rayos X.

### Referencia

[<sup>1</sup>] Mora-Osejo, Luis Eduardo. "El barniz de Pasto". En: CALDASIA. Vol. II. No. 55 (1977). p. 5-32.



## PROVENIENCIA DE LA MATERIA PRIMA DE CUENTAS DE VARISCITA PERTENECIENTES A LAS SOCIEDADES NAHUANGE Y TAIRONA, SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, COLOMBIA

N. Acevedo<sup>1</sup>, M. Weber<sup>2</sup>, J.A. Proenza<sup>3</sup>, M.A. Márquez<sup>4</sup>, F. Urbani<sup>5</sup>, A. García-Casco<sup>6</sup>  
E-mail: [naceved@unal.edu.co](mailto:naceved@unal.edu.co)

- 1) *Estudiante de doctorado, Departamento de Geociencias y Medio Ambiente, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.*
- 2) *Ph.D, profesor asociado, Departamento de Geociencias y Medio Ambiente, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.*
- 3) *Ph.D, profesor asociado, Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals, Universitat de Barcelona (UB), Barcelona, Spain.*
- 4) *Ph.D, profesor asociado, Departamento de Materiales y Minerales, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.*
- 5) *Ph.D, profesor asociado, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.*
- 6) *Ph.D, Catedrático de Universidad, Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada IACT (CSIC-UGR), Granada, España.*

**Palabras claves:** arqueometría, artefactos arqueológicos, cultura precolombina, procedencia, variscita.

En diferentes colecciones patrimoniales colombianas, que incluyen el Museo de Oro del Banco de la República de Colombia y el Laboratorio de Arqueología de la Universidad del Norte en Barranquilla, se encuentra un gran número de cuentas de collar precolombinas de la Sierra Nevada de Santa Marta, elaboradas en variscita ( $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Dichos artefactos son considerados como parte del legado de las sociedades prehispánicas que habitaron durante los periodos cronológicos Nahuange (200 a 1100 d.C.) y Tairona (1100 a 1600 d.C.).

Las materias primas utilizadas para la elaboración de los artefactos fueron identificadas y reportadas por primera vez por Acevedo et al. [1]. A partir de estudios arqueométricos recientes (análisis petrográfico, difracción de rayos-X, espectroscopía RAMAN y microsonda electrónica) se analizaron las características químicas, mineralógicas y texturales, lo cual permitió identificar una asociación de minerales particular del ambiente de formación, que incluye minerales tales como: variscita + strengita ± leucofosfita ± cuarzo ± calcedonia ± magnetita. Esta asociación y sus características texturales (agregados criptocristalinos, fibrosos y esferulíticos) se compararon con las unidades geológicas que se encuentran en la isla de Gran Roque, Archipiélago Los Roques, Venezuela, y se determinó que estas rocas son la fuente de este material arqueológico.

### Referencias

- [1] N. Acevedo., M. Weber., A. García-Casco., J.A. Proenza., J. Sáenz., A. Cardona., 2016. A first report of variscite Tairona artifacts (A.D. 1100-1600) from the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, and its implications for precolumbian exchange networks in the region. *Latin American Antiquity*, 27(4), pp. 549-560.



## Caracterización de cerámicos pirometalúrgicos prehispánicos: caso de estudio de fragmento de excavación Nueva Esperanza

N. A. Rueda<sup>1</sup>, J. A. Escobar<sup>2</sup>  
e-mail: [na.rueda251@uniandes.edu.com](mailto:na.rueda251@uniandes.edu.com)

1) *Estudiante de Maestría, Asistente Docente, Universidad de los Andes, Colombia.*

2) *Dr. Ing., Profesor de planta, Universidad de los Andes, Colombia.*

**Palabras claves:** arqueometría, cerámico, DRX, FRX, pirometalurgia, Raman, SEM-EDS

La arqueometría es el resultado interdisciplinar del complemento de estudios arqueológicos con metodologías científicas. Este ejercicio interdisciplinar incluye la responsabilidad, propia de las ciencias exactas, de utilizar protocolos para garantizar resultados reproducibles y estadísticamente confiables. Así, la correspondiente publicación de bibliografía permite generar ciencia acumulativa y, a su vez, la integración de investigación no occidental [1]. Un ejemplo de estas investigaciones se da en Colombia, donde, a través de la arqueometría, se analiza la cultura material de las áreas culturales prehispánicas; dado que existen vacíos en el conocimiento tecnológico de los procesos de producción orfebre. Para entender estos vacíos, se deben estudiar *todos* los aspectos de la producción metalúrgica [2]; dentro de los que se encuentran las herramientas cerámicas relacionadas con los procesos pirometalúrgicos, como los crisoles, hornos, toberas, entre otros. Estos, bajo un análisis integrado de la ciencia de materiales en diferentes jerarquías estructurales [3] pueden dar información de los procesos a los que estuvieron sometidos; y con esto, se pueden generar hipótesis de tecnologías precolombinas. En consecuencia, este proyecto propone una metodología de caracterización de materiales y análisis de los cerámicos pirometalúrgicos que se valida a través de un caso de estudio del lítico E28/D6/N2/L de la excavación del sitio de Nueva Esperanza, en Cundinamarca, Colombia.

La metodología desarrollada se basa en el análisis integrado de la información obtenida a distintas escalas de observación del material [3] para encontrar, en cada una de estas (atómica, cristalográfica, microscópica y macroestructural), elementos característicos que permitan, en conjunto, *determinar su función pirometalúrgica*. Para el lítico analizado, se identificaron primero las regiones (A) granular, (B) interfaz y (C) matriz lítica. A y B se encontraban en la superficie y en las grietas de C, visto vía SEM-EDS. A través de FRX se encontraron los componentes principales (Fe, O, Al, Si). Por medio de DRX y espectroscopía Raman, se identificaron las fases de goethita, hematita y cuarzo con aluminosilicatos para las regiones A, B y C, respectivamente. Con DRX y preparación petrográfica y microscopía óptica de luz transmitida, se comprobó que el cuarzo era de baja temperatura (<570°C) pues no hay evidencia de fracturas por cambio de volumen debido a la estructura del cuarzo. Complementando con el diagrama de Ellingham, se determinó que la hematita se había hidratado en forma de goethita a temperatura ambiente. Así, se pudo concluir que no hay evidencia de que el lítico haya sido un cerámico pirometalúrgico; porque las fases encontradas no son de alta temperatura, ni son evidencia de orfebrería colombiana. Se concluyó que las fases iniciales fueron el cuarzo con aluminosilicatos en la matriz lítica y hematita en la superficie; y que ésta fase debió hidratarse a temperatura ambiente para formar la geometría característica botroidal de la goethita.

### Referencias

[1] R. Torrence, M. Martín-Torres, and Th. Tehren, Forty years and still growing: Journal of Archaeology Science looks to the future, Journal of Archaeological Science 2015, 56, 1-8.

[2] Th. Rehren and E., Pernicka, Coins, artefacts and isotopes, Archaeometallurgy and archaeometry, Archaeometry 2008, 50, 232-248.

[3] S. Allen and E. L. Thomas, The structure of materials, Jhon Wiley and Sons, New York, 1999.



## O MONITOTAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA COMO FERRAMENTA PARA A CONSERVAÇÃO PREVENTIVA: MEDIÇÕES E ANÁLISES.

SILVA, BEATRIZ M.F.<sup>1</sup>, ASSIS, ELEONORA SAD DE <sup>2</sup>,  
[beatriz.maria80@yahoo.com.br](mailto:beatriz.maria80@yahoo.com.br)

- 1) *Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Escola de Arquitetura, UFMG. Bacharel em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis pela UFMG, Brasil.*  
2) *Doutora em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Professora Associada IV da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.*

**Palavras chaves:** conservação preventiva, instrumentação, monitoramento ambiental.

**Resumo:** Este artigo, inserido no campo da Conservação Preventiva de Bens Culturais, destaca o monitoramento de Temperatura (T) e Umidade Relativa (UR) como importante ferramenta para o gerenciamento ambiental de coleções. Tem como objetivo apresentar de forma sistemática, a metodologia aplicada no *Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa (MARLS)*, situado no distrito da Lapinha, cidade de Lagoa Santa, estado de Minas Gerais, Brasil. Um pequeno museu que tem a guarda de um valioso acervo arqueológico brasileiro. A pesquisa foi desenvolvida no âmbito do *Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura (MACPS)* da Universidade Federal de Minas Gerais, no período de 2014 a 2016.

O método detalha: 1) a preparação adequada dos equipamentos medidores de T e UR, os *dataloggers*; 2) os procedimentos de aferição; 3) a montagem no local (ambiente interno e externo); 4) o armazenamento e tratamento de dados coletados; 5) os estudos complementares sobre o estado de conservação do acervo do MARLS, a análise construtiva do edifício e identificação das principais patologias, além das características do entorno. A comparação entre medições internas e externas fornece dados reais e permite avaliar como o edifício se comporta como estrutura protetora. O procedimento reúne, principalmente, conceitos de Conservação de Bens Culturais, Arquitetura e Geografia. Os resultados são apresentados em tabelas, gráficos, carta psicrométrica, correlacionando as medições obtidas, com as formulações teóricas que estabelecem os limites de flutuação microclimática adequados à conservação de acervos arqueológicos [1] [2].

Como conclusão pode-se ressaltar que a relação entre ambiente externo, edifício, ambiente interno, objetos, e os mecanismos de deterioração, deve ser analisada a partir de estudos interdisciplinares, do corpus teórico desenvolvido para a Ciência da Conservação, mas aplicando-se as especificidades do local e acervo estudado.

### Referencias

- [1] AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. 2007 ASHRAE handbook: HVAC applications – SI edition. Atlanta : ASHRAE, 2007.  
[2] CASSAR, May. *Environmental Management: guidelines for museums and galleries*. London: Routledge, 1995.



## **PUESTA EN VALOR MURO INKA LORETO 2017**

LIC. CLAUDIO VÍCTOR CUMPA PALACIOS

*Villa Huancaro F-17 Distrito Santiago Cusco Perú Celular 966482457*

En el Proyecto de Puesta en Valor Muro Inka Loreto, participaron varios profesionales: Arqueólogos, arquitectos, ingenieros (estructuralistas, mecánica de suelos y químico: en procesos de conservación se ha tomado los principios de conservación basándonos en la Carta de Venecia<sup>1</sup> (1964-65), complementados por la experiencia de las últimas décadas del Siglo XX recogida en posteriores cartas adoptadas por ICOMOS, donde destacan las guías de conservación y gestión de la Carta de Burra (en sus tres actualizaciones, de 1979-81-88 y 99) y la Carta de Zimbabwe (2003), aplicados a la realidad propia de las condiciones de la ciudad antigua del Cusco.

El proyecto de Puesta en Valor "Muro Inka Loreto" hoy conocido como el Amaru Kancha, es el primer proyecto en el que se trabajó en forma interdisciplinaria; las investigaciones arqueológicas nos permitieron saber el Amaru Kancha estuvo en proceso de construcción. Habiéndose realizado el proyecto de investigación arqueológica se procedió a elaborar el proyecto de puesta en valor para los sectores e Asociación de Artesanos y del Poder Judicial Cusco; las partes pandeadas originadas por los sismos, los sectores estructurales con grietas en los muros, se tuvieron que desarmar; en la parte sur este del Amaru Kancha se tuvo que reforzar la base con estructura ciclópea, por existir barro fango a menos 2.00 mts.

Los litos con urea seca tuvo hacerse un tratamiento de lavado por procesos químicos los litos con urea gruesa se extrajo por procesos mecánicos; posteriormente se armaron el muro en seco basándonos en la fotografías y el registro fotográfico; en el extremo norte del muro inka se hizo restituciones de los dinteles; para bajar el sobre peso de los muro de adobe sobre la inka tuvo que reemplazarse con estructura de Quincha y cobertura de carrizo y teja; para luego cubrir con yeso; al final se hizo un empapetado con masa a manera de emplasto sobre la superficie de las caras anterior y posterior del muro Inka, como trabajo final se hizo una limpieza general del área de trabajo. El espacio conocido como Amaru Kancha se estuvo construyendo para el Inka Huascar por mandato de su padre Huayna Qapaq, kancha inka quedó en proceso de construcción, en los primeros años del virreinato se completaron el muro perimétrico que da hacia la calle Loreto; como elementos asociados registramos alfarería inka se tiempos del inka clásico..

En planta podemos decir la forma de su planificación urbana se debe a su topografía, hacia la parte norte es más ancha, la kancha inka fue desde la plaza solar conocida como Haukaypata, hasta la calle Afligidos lado sur, tiene la Forma trapezoidal invertida. Su planificación urbana fue modificada con la sobre posición de la arquitectura Virreinal hasta tiempos de la república del Perú. Con la construcción del inmueble del Poder Judicial Cusco se destruyó parte del contexto arquitectónico del Amaru Kancha.

En cuanto a su relación urbana de la capital de los inka, es parte de la traza urbana inka, se siguió aplicando en las construcciones civiles tecnología Inka que se estuvo dando en el Cusco en el siglo XVI.

Se ha logrado poner en valor el muro inka del lado este del Amaru Kancha faltando intervenir e los lados oeste, cabe aclarar que gran parte de las estructuras murarias del Amaru Kancha están en el templo virreinal conocido como Compañía de Jesús del Cusco, son miles de metros cúbicos de destrucción de nuestro patrimonio arqueológico, causados por la presencia española.



## DATACIÓN CON $^{14}\text{C}$ DE HUESOS ARQUEOLÓGICOS EN EL LEMA, EN MÉXICO

C. Solís<sup>1</sup>, M. Rodríguez Ceja<sup>1</sup>, E. Chávez Lomelí<sup>1</sup>, M.A. Martínez Carrillo<sup>2</sup>, M.A. Mondragón<sup>3</sup>  
e-mail: [corina@fisica.unam.mx](mailto:corina@fisica.unam.mx)

<sup>1</sup>Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ave. Universidad 3000. 04510, Cd. de México, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica S/N. Ciudad Universitaria. 04510, Cd. de México, México.

<sup>3</sup>Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Nanotecnología, Boulevard Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, Qro. México.

**Palabras claves:** AMS, Datación hueso, México, Radiocarbono

El Laboratorio de Espectrometría Masas con Aceleradores (LEMA) del Instituto de Física en la Universidad Nacional Autónoma de México, inició sus operaciones en el año de 2013 [1]. El equipo está basado en un acelerador de 1 MV fabricado por la empresa *High Voltage Europe Engineering* (hvee). Desde entonces la técnica de radiocarbono se ha venido aplicando a estudios de arqueología, antropología e historia que se realizan para el rescate, conservación, investigación y difusión del patrimonio cultural mexicano. Entre los materiales arqueológicos encontrados con mayor frecuencia en los sitios arqueológicos mexicanos están los huesos. Los contextos de enterramiento van desde cuevas en zonas áridas que permiten una buena preservación hasta zonas húmedas y calurosas que favorecen la degradación incluyendo huesos que han estado bajo el agua, como los encontrados en los cenotes de la Península de Yucatán. En este trabajo se describe la extracción de colágeno de distintas fracciones de huesos de distintos contextos; su datación con  $^{14}\text{C}$  y la caracterización de estas fracciones mediante examinación óptica, un análisis por microscopía electrónica y un análisis espectroscópico con FTIR, para obtener información complementaria que permita una mejor comprensión del estado de preservación de los huesos.

### Referencias

[1] C. Solís, E. Chávez-Lomelí, M. E. Ortiz, A. Huerta, E. Andrade, E. Barrios. A new AMS Facility in Mexico. Nucl Instr & Meth in Phys Res B 331(2014)233-236.



## PROTOCOLOS DE SELECCIÓN, MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS PARA DATACIÓN Y ANÁLISIS CON $^{14}\text{C}$ Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS CON ACELERADORES

M.A. Martínez Carrillo<sup>1</sup>, C. Solís<sup>2</sup>, M. E. Ortiz y Salazar<sup>2</sup>, M. Rodríguez Ceja<sup>2</sup>

e-mail: [mangel@ciencias.unam.mx](mailto:mangel@ciencias.unam.mx)

- 1) *Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Circuito de la Investigación Científica S/N, Coyoacán, 04510, CDMX, México.*
- 2) *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ave. Universidad 3000, Coyoacán, 04510, CDMX, México.*

**Palabras claves:** Radiocarbono, AMS, Tratamiento de Muestras

La datación con  $^{14}\text{C}$  (radiocarbono) y espectrometría de masas con aceleradores (AMS por *Accelerator Mass Spectrometry*), es la técnica de datación absoluta más refinada, rápida y que requiere de la menor cantidad de muestra para analizar y datar materiales orgánicos de hasta 50,000 años. En agosto de 2013 se inauguró el Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores (LEMA) en el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Además de un laboratorio asociado de preparación de muestras en la Facultad de Ciencias de la UNAM. El objetivo de este trabajo es presentar los protocolos de selección, manipulación y preservación de muestras destinadas al análisis y datación con  $^{14}\text{C}$  y espectrometría de masas con aceleradores.

En el análisis y datación con  $^{14}\text{C}$  y AMS el tamaño de muestras se reduce de mil hasta diez mil veces, por lo que la toma de muestras de objetos se considera prácticamente no destructiva. La manipulación de muestras tan pequeñas y una técnica tan sensible como AMS requiere de métodos de selección de muestras, manipulación muy cuidadosa para obtener resultados óptimos. La naturaleza tan diversa de las muestras y las matrices en las que se encuentran requiere del diseño de procesos y técnicas de preparación ad hoc. Toda esta información debe intercambiarse entre usuarios (arqueólogos, antropólogos, etc.) y científicos encargados del análisis y datación con  $^{14}\text{C}$  y AMS.

Presentamos los criterios de selección de los objetos; la toma de muestras, su manipulación y preservación para su envío al laboratorio. También la introducción para usuarios no especialistas en ciencias, a los procedimientos químicos y físicos involucrados en la datación de objetos de muy alto valor arqueológico o científico. El propósito final de este trabajo, es preparar un tutorial en línea. La idea es auxiliar a los usuarios en el proceso de selección, manipulación y preservación de muestras para datación y análisis con  $^{14}\text{C}$  y espectrometría de masas con aceleradores.





## Guía práctica para la identificación de tipologías de papel, tinta, y remoción de cintas adhesivas en libros históricos.

**NS Sanmartín**<sup>1</sup>, **M Mármol**<sup>2</sup>, **P Bonilla**<sup>3</sup>

e-mail: [nashas0612@hotmail.com](mailto:nashas0612@hotmail.com)

1) *Conservadora, Especialista en Archivística y patrimonio documental. Investigadora adjunta.*

2) *Química. Investigadora adjunta.*

3) *Químico, Máster en nanociencia y nanotecnología. Director de la carrera de Química Universidad Central del Ecuador*

**Palabras clave:** Aceites esenciales, FTIR, fibras, papel, solventes

La Universidad Central del Ecuador, se constituye en la primera Institución de Educación Superior en el país que salvaguarda alrededor de 38.000 libros entre los años 1485 y 1960, los más antiguos provienen de las extintas Universidades Santo Tomás de Aquino (1786), San Fulgencio (1612) y San Gregorio Magno (1621), siendo una de las colecciones mejor conservadas a nivel nacional.

Es así que la Universidad Central del Ecuador a través de la Facultad de Ciencias Químicas y el Área Histórica, tuvo la iniciativa de indagar en métodos alternativos que permitan conservar estas colecciones de libros utilizando parámetros basados en estudios químicos, es así que se han diseñado procesos para revertir en la medida de lo posible los daños graves que estos fueron acumulando a través de los años. Uno de estos procesos es una metodología para el análisis de papel y tinta, utilizando un potenciómetro de sólidos y tiñendo las fibras de papel para su correcta identificación y de esta manera permitir realizar intervenciones con un criterio técnico-científico, además de permitir su conservación preventiva de acuerdo a las características de la composición de los materiales (tintas y papel).

El segundo proceso consiste en el empleo de aceites esenciales y un protocolo de remoción de adhesivos para la limpieza de encuadernaciones y hojas que estén afectadas por el uso de elementos adhesivos comerciales como: cinta Masking<sup>®</sup>, cinta Scotch<sup>®</sup> y etiquetas de colores, las cuales son de uso frecuente por parte del personal que maneja documentos; en esta actividad se realizó la caracterización de un número considerable de estos elementos adhesivos, mediante un Espectrómetro Infrarrojo (FTIR), para de esta manera tener una base de datos y poder seleccionar el solvente adecuado, incluyendo en estos los aceites esenciales.

Utilizando estos resultados, se elaboró una guía práctica, que considera los siguientes parámetros al momento de intervenir un libro o documento:

- Identificar la edad del libro o documento.
- El estado de conservación del papel.
- Identificación y comparación de elementos adhesivos con la base de datos existente.
- Remover estos elementos utilizando aceites esenciales o un solvente homólogo a estos (puede ser una mezcla)

De esta manera se plantea realizar intervenciones en bienes documentales, con fundamento de carácter científico, utilizando análisis y criterios químicos, que permitan trabajar interdisciplinariamente restauradores y químicos, para conseguir un trabajo integral y de alta eficiencia y eficacia en la conservación del patrimonio documental del Ecuador y que pueda servir como referente en otros países.



## PERSPECTIVAS ARQUEOLÓGICAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE ARTEFACTOS CONTEMPORÁNEOS: PRIMEROS AVANCES EN EL ESTUDIO SOBRE LA ESTRELLA DEL PC DE CHILE

S. Chiostergi<sup>1</sup>, D. Bracchitta<sup>2</sup>  
e-mail: [sara.chiostergi@gmail.com](mailto:sara.chiostergi@gmail.com)

1) Química para la restauración, Laboratorio de Análisis CNCR, Chile.  
2) Conservadora jefa de Laboratorio de Arqueología CNCR, Chile.

**Palabras claves:** Diagnóstico, Estrella PC, Golpe Militar, Matriz de Harris.

La Estrella del partido comunista (PC) es un artefacto de hierro de 1.5 m<sup>2</sup> y fue el emblema del PC de Chile, que se lucía sobre la cornisa del edificio sede del partido hasta el golpe militar de 1973, momento en que fue baleada y desplomada hacia el techo del inmueble. Solo después de 20 años, el objeto fue rescatado para ser analizado y re-significado a través de la colaboración de distintas visiones profesionales desde la historia, la conservación, la química, la ingeniería hasta la física y balística, en un diálogo interdisciplinario con el fin común de situar el objeto en un contexto de valoración de memoria histórica, política y cultural.

En el marco de su estudio diagnóstico, se quiso metodología de observación estratigráfica usualmente laboratorio de análisis del CNCR con el método más formación arqueológica (Matriz de Harris [1]), para la de los procesos de producción y transformación de contemporáneo. La correlación entre los estratos en distintas zonas de la Estrella (Figura 1) permitió primeras hipótesis sobre los procedimientos de del artefacto, así como de las funciones que habrían algunas de las capas, que presentaban ubicaciones Por otra parte, el estudio balístico y mecánico la Policía de Investigaciones (PDI), permitió situar la estrella sobre el edificio e inferir la intencionalidad

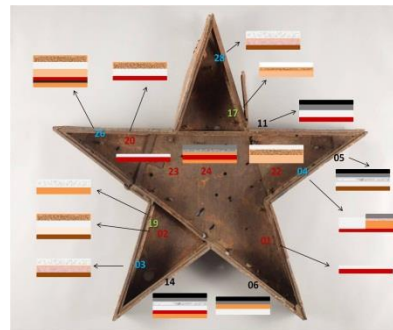


Figura 1. Esquema de las secuencias estratigráficas del anverso de la Estrella del PC de Chile. (Archivo fotográfico CNCR. Fotografía: V. Rivas, 2015. Edición: S. Chiostergi, 2016)

Con el presente trabajo se pretende relevar el aporte de la perspectiva arqueológica en el diagnóstico de artefactos modernos, con énfasis en la aplicación de la Matriz de Harris en conjunción con una visión sistémica de los procesos, abriendo un espacio de colaboración en la recuperación de una memoria tan emblemática como la que representa la Estrella del PC. Se proyecta continuar este trabajo a través de la formulación del flujo de análisis instrumental a seguir (XRF; SEM; FTIR) para profundizar en el conocimiento del objeto desde su constitución material.

### Referencias

[1] E. C. Harris, Principios de estratigrafía arqueológica, Editorial Crítica, 1991.



## PIGMENTOS ARQUEOLÓGICOS ESTUDIADOS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS-X Y REFINAMIENTO ESTRUCTURAL POR EL MÉTODO DE RIETVELD

P. Melero<sup>1</sup>, E. Zeballos-Velásquez<sup>1</sup>, V. Wright<sup>2</sup>  
E-mail: [pcsma\\_21@hotmail.com](mailto:pcsma_21@hotmail.com)

<sup>1</sup> *Laboratório de Cristalografía de Rayos X, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima*

<sup>2</sup> *Instituto Francés de Estudios Andinos. Lima.*

**Palabras claves:** cerámicas, difracción de rayos X, fluorescencia

El sitio arqueológico de Tambo Colorado, lugar de procedencia de los pigmentos a investigar, se ubica en la margen derecha del valle de Pisco, cerca del pueblo de Humay. Aunque las publicaciones mencionan que se trata de uno de los sitios incas mejor conservados del Perú, se puede constatar el estado alarmante de las degradaciones, justificando una intervención urgente para conservar y proteger este sitio único.

Un principio fundamental de la conservación en arqueología es emplear materiales eficaces, pero compatibles con los materiales originales. Para ello es necesaria la caracterización de estos materiales mediante técnicas apropiadas para el correcto planteamiento del proyecto de conservación y restauración. Además de la Fluorescencia de Rayos-X de Energía Dispersiva, tradicionalmente usada para estos casos, la difracción de rayos-X constituye una herramienta sumamente eficaz para este propósito.

En este trabajo se caracterizaron pigmentos de Tambo Colorado por la técnica de Difracción de Rayos-X y técnicas complementarias, lo que nos permitió la identificación y estudio estructural de las fases presentes. Las medidas fueron analizadas a partir del modelamiento de la reflectividad experimental, aplicando el método de Rietveld, a fin de determinar cualitativa y cuantitativamente los parámetros estructurales y el porcentaje en peso de las fases.



## Un aporte a la Arqueología Experimental mediante los procesos de manufactura en la elaboración de la réplica de la Estela el “Fraile” de Tiahuanaco

J.M. Fernandez<sup>1</sup>, S. Duran<sup>2</sup>, G.K. Yanarico<sup>3</sup>

Email: marpacadez@hotmail.com

- 1) Egresado de la carrera de Arqueología, Universidad mayor de San Andrés
- 2) Egresado de la carrera de Arqueología, Universidad Mayor de San Andrés
- 3) Estudiante de la carrera de Antropología, Universidad Mayor de San Andrés

**Palabras Clave:** Arqueología Experimental,

El monolito el “Fraile” se encuentra ubicado en la parte suroeste de la estructura de Kalasasaya, esta pieza escultórica es un icono del sitio arqueológico porque el registro fotográfico de los primeras décadas del anterior siglo demuestran que es la única estela que se encontraba erguida en Tiahuanaco.

La Cultura Tiahuanaco fue parte de numerosos estudios, de investigadores locales y extranjeros, la producción científica de mayor envergadura se dio en la segunda mitad del siglo XX y su gran mayoría tomó como bastión para su desarrollo el sitio monumental, esperando obtener información de alto impacto, en contraposición no fueron muchos los interesados en estudiar aspectos que no son visibles como por ejemplo: herramientas de producción lítica, herramientas de producción metalúrgica, métodos de obtención de materias primas y otros tópicos que quedaron congelados dentro de los estudios andinos.

El estudio en el Altiplano a cerca de los elementos escultóricos, que son muy importantes en cuanto a su presencia en espacio y tiempo, fueron parte de estudios superficiales, como resultado de excavaciones arqueológicas y hallazgos fortuitos, sin tomar en cuenta el contexto inmediato a la pieza.

Retomando lo anterior mencionado, se deben hacer notar los siguientes trabajos dedicados a la investigación de la escultura en Los Andes pertenece al Dr. Richard Shaedel, titulado An Analysis of Central Andes Sculpture de 1952 (tomado de Portugal 2013). En Bolivia en relación al tema dejaron huellas los trabajos de: Arthur Posnansky en The Cradle of American men de 1945; Wendell Bennet en Excavations at Tiahuanaco de 1934 y desde luego Carlos Ponce Sangines quien deja varios trabajos como: Una Piedra Esculpida de Chiripa 1957; Tunupa y Ekako 1969; Descripción sumaria del Templete Semisubterráneo 1969 entre otros.

Las referencias en cuanto a escultura prehispánica mejor conocidas y estudiadas pertenecen a la cultura Chiripa, Khonko Wankane y Tiwanaku y los estudios realizados fueron más de carácter descriptivo. Por cuanto un trabajo de arqueología experimental en el área es un aporte sustancial y en todo sentido sui generis.

Las descripciones coloniales hasta ahora conocidas hacen referencia a la magnificencia de los líticos erguidos en Tiwanaku, como dijo Pedro Cieza de León: “...La cual yo ni alcanzo ni entiendo con qué instrumentos y herramientas se labra, porque bien se puede tener que antes que estas tan grandes piedras se labrasen, ni pusiesen en perfección mucho mayores debían estar, para las dejar como las vemos” (Cieza de León 2005:), también menciona “Y muchachos, que quien los ve juzgara que aún no saben hablar, entienden en hacer de estas cosas” (Cieza de León....)

Lo que menciona Cieza de León lleva a reflexionar a la arqueología en Bolivia, puesto que este nuevo siglo se presta para ofrecer un aporte científico que pretende demostrar que es posible lograr una aproximación hacia la elaboración de elementos de gran tamaño con herramientas pequeñas y medianas (percutores y pulidores) que son útiles para la recreación de monumentos de gran dimensión como son las estelas erguidas en Tiahuanaco.

En tanto es imperativo llegar a la preservación de las piezas líticas, por esta causa la arqueología experimental nos ofrece una respuesta concreta mediante la comprensión del uso y funcionalidad de los objetos menores como mayores, teniendo en cuenta que el objeto sin el sujeto y el sujeto sin el objeto no encuentran una conversación sin la acción del trabajo, ya que ambos interactúan en la elaboración de un objetivo concreto.

Estos monolitos fueron trabajados en dos materias primas pétreas como son ígneas y sedimentarias. En el caso de las estelas de arenisca, son de distintas dimensiones, desde grandes como es el monolito # 10 "Bennett" cuya altura es de 7,30 mt., y mediano que es en el caso de el "Fraile", con una dimensión de 2.40 mt. de alto.

El soporte material del monolito el "Fraile", es peculiar porque presenta dos colores en un solo bloque de arenisca, esta característica en el lítico hubiera tenido alguna repercusión en el tallado de la pieza, debido a que la composición de la estructura interna de la roca sedimentaria está compuesta de varios componentes pétreos, esto podría haber dificultado o facilitado en la talla de este monumento de piedra; con estas características se podrían determinar dos aspectos fundamentales, que servirán para poder comprender cómo se procedió en el trabajo de talla para obtener la preforma y forma de la "roca"; el primer punto sería observar el tiempo empleado en tener las caras de la pieza percutiendo y alisando, la segunda observación es tratar de identificar las posibles herramientas líticas, que intervinieron en el tallado de esta estela.

La roca de arenisca se obtuvo de la cantera que se encuentra hacia el sur de la población de Guaqui, en la comunidad de Arcata, que está en el Valle Bajo de Tiwanaku (Albarracín Jordán y Mathews, 1997). En este sitio sólo existe material pétreo sedimentario, de un solo color que es rojo, se eligió este lugar porque de ahí salieron piezas pétreas que fueron esculpidas y llevadas a la ciudad de La Paz (que se encuentran en la plaza del stadium, en la zona de Miraflores), un monumento de arenisca que no está acabado se encuentra en la misma cantera de Arcata, es un monolito cuya posición es horizontal (empotrado en una pared de una casa, es la réplica de la estela # 10 o "Bennett"), realizado con maquinaria moderna. Por esta razón se eligió a esta cantera como lugar de procedencia de este material lítico, por el acceso y factibilidad en el tallado y alisado de estos monolitos.

La búsqueda de una metodología apropiada que pueda sustentar este primer experimento en arqueología, con respecto al trabajo de talla en elementos pétreos de gran dimensión, tuvo mucha relación con la necesidad de comprender la funcionalidad de los objetos líticos como son los percutores y pulidores (de distintos tamaños), y cómo estos instrumentos interactúan con el ser humano mediante el trabajo de tallar y pulir. Esto proporcionará datos muy importantes para la arqueología, sobre las herramientas líticas que sirvieron para la transformación de una roca en escultura.

Con la arqueología experimental en referencia al trabajo en líticos monumentales, se busca encontrar los procesos de manufactura en la elaboración de la réplica del monolito el "Fraile".

Este proyecto tiene como objetivo contribuir al conocimiento sobre el trabajo de talla y pulimiento, y poder realizar comparaciones de objetos líticos utilizados para percusión y pulimiento en la época prehispánica, con los instrumentos de piedra actuales que sirven para este trabajo.

Muchos estudios pretendían demostrar que Tiwanaku estaba cubierto con un velo de ideas extrañas ("comerciales") que desmerecen los aportes científicos con referencia a los objetos que representan a esta cultura andina y este trabajo con ayuda de la arqueología Experimental será un argumento más para demostrar que esta antigua cultura tuvo el conocimiento y la capacidad para realizar todos los vestigios materiales que hoy son parte del complejo arqueológico de Tiahunaco y del contexto sociocultural boliviano.

Sin embargo se debe reconocer que las limitaciones tecnológicas no permitían realizar estudios de esa índole, situación que muestra un panorama más prometedor en nuestro contexto y una clara muestra de ello es este congreso.



## SISTEMAS DE FORMACIÓN Y EDUCACIÓN ACADÉMICA EN LA RESTAURACIÓN/CONSERVACIÓN: EL CASO DE SUNY BUFFALO STATE

P. Ravines

e-mail: [ravinepc@buffalostate.edu](mailto:ravinepc@buffalostate.edu)

*Director y profesor asociado,  
Patricia H. and Richard E. Garman Art Conservation Department  
SUNY Buffalo State  
1300 Elmwood Avenue – Rockwell Hall 230  
Buffalo, New York, USA 14222*

**Palabras claves:** conservación, educación, maestría, restauración

La conservación y restauración de nuestra cultura, patrimonio, bienes muebles y artes plásticas es un reto mundial y la cual se está desplazando en formas distintas por todo el mundo. Por ejemplo, nuestros colegas europeos (ENCoRE, *European Network for Conservation-Restoration Education*) están avanzando y promoviendo la formación académica de la conservación y restauración [1].

La conservación y restauración es una carrera multidisciplinaria que abarca muchos campos y la formación del restaurador/conservador demanda que sepan de los campos como la pre-historia, arqueología e historia del arte, los materiales artísticos/artesanales, la economía y comercio, la tecnología y técnicas, las ciencias en general y, específicamente, las ciencias materiales, y de otras áreas. A la misma vez, el restaurador/conservador también tiene que dialogar con expertos en las áreas ya mencionadas para poder diagnosticar y pronosticar la mejor manera de restaurar la obra de arte u objeto cultural.

El propósito de esta ponencia es en compartir con los miembros participantes del simposio LASMAC 2017 en La Paz el modelo de enseñanza posgrado que se realiza en la Universidad Estatal de Nueva York Colegio Universitario de Búfalo (SUNY Buffalo State). El programa es de tres años y a fin de este ciclo los estudiantes obtienen los títulos de maestría y certificado de estudios avanzados. La ponencia describirá los requisitos que todos los candidatos deben presentar para ingresar al programa, el currículo teórico y las prácticas en los varios talleres, la pasantía de 12 meses y fotos del departamento y el recinto.

### Referencias

[1] Wolfgang Baatz, « Foreword », *CeROArt* [En línea], 2014, publicada el 03 agosto 2014, consultado el 12 mayo 2017. URL: <http://ceroart.revues.org/4210>



## CUERPO, CLIMA Y VEGETACIÓN PREHISTÓRICA: ANÁLISIS COSMOLÓGICA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO BARRO BLANCO DE BRAZIL.

Rosalvo Ivarra Ortiz<sup>1</sup>

e-mail: [autor.rosalvortiz@hotmail.com](mailto:autor.rosalvortiz@hotmail.com)

1) *Estudiante de maestría- Antropología y Arqueología- PPGANT/UFGD/BRASIL.*

**Palabras claves:** antropología, arqueología, arqueometría, prehistoria.

Los distintos grupos humanos que habitaron el amplio territorio sur-mato grossense en región centro oeste de Brasil, dejaron sus ideologías en forma de grabados y pinturas (arte rupestre), en las paredes de abrigos y de cuevas, formando así un vasto ejemplar de estilos y de técnicas monocromáticas y policromáticas. De esta forma, reflexionar sobre la arqueología es: estudiar, conocer y reconstruir el modo de vida de las sociedades pre coloniales / pretéritas, no sólo a través de trazas materiales tales como: fragmentos de cerámica, herramientas en piedra, instrumentos de caza, pesca y restos de alimentos, Los huesos, las estructuras de viviendas, entre otros hallazgos, pero también estudiar su escritura a través del arte rupestre, o sea, utilizar arqueología no es sólo tomar en consideración las actividades realizadas por los hombres en la superficie del suelo, sino también sus actividades marcadas en rocas en las paredes que están a su alrededor. Así, el presente ensayo tiene como objetivo proponer el análisis cosmológico de las representaciones de los grafismos en las superficies rocosas de la cueva Barro Branco de la ciudad de Alcínópolis, conocida en el medio académico como capital del arte rupestre. Con base en las evidencias preliminares que se desarrollaron en el refugio, podemos corroborar que la cueva fue inicialmente habitada por los cazadores y recolectores alrededor de 10 mil y 8 mil años atrás. En la ocasión el clima y vegetación era un poco diferente del presente y, aún era tangible la mega fauna pleistocena, por más que ya era la fase final. Los seres humanos que habitaban la vasta región prefirieron ocupar los abrigos dispersos entre la cadena montañosa sobre una planicie que posteriormente vendría a transformarse en el pantanal mato-grossense. Por así enfatizar, entender que el ecosistema fue uno de los elementos fundamentales que influenciaron de forma significativa la relación / interacción social. Por lo tanto, el ensayo busca hacer una discusión entre arqueología, antropología, clima y vegetación. Para eso, la discusión eres en torno de resistencias de cuerpos de los hombres prehistóricos, influencia del clima y vegetación, donde todos esos procesos ocasionaran dinámica en diferentes territorios de ocupación en pleistoceno e holoceno.