

CONSERVACIÓN DE UN OBJETO
ASIÁTICO PROCEDENTE
DE LA LAGUNA DE GUERRERO
NEGRO, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

• *Katia Perdigón Castañeda* • *Manlio Favio Salinas Nolasco* •
José Luís Ruvalcaba Sil • *Helena Calvo del Castillo* •

RESUMEN

El presente trabajo describe el procedimiento de restauración de un objeto metálico policromado de probable origen asiático (posiblemente un plato), procedente de la Laguna de Guerrero Negro ubicado en el estado de Baja California, como parte de un conjunto de objetos rescatados en la fase III del proyecto Galeón de Manila por parte de la Subdirección de Arqueología Subacuática del INAH. Los estudios previos al tratamiento de conservación se basaron en la determinación de los materiales y la estructura constitutiva del objeto, a través del análisis por imagen digital y las técnicas analíticas de Difracción de Rayos X (XRD), de iones (PIXE y RBS) complementadas con microscopio electrónico de barrido de bajo vacío (LVSEM-EDS). El procedimiento de limpieza por inmersión, estuvo controlada por medio de análisis temporal por Potenciometría del medio acuoso, la cual permitió establecer el tiempo adecuado en la eliminación paulatina de las sales y deposiciones iónicas sobre el sustrato. Los cambios en apariencia y de color entre cada proceso de intervención (limpieza, pasivación y protección), fueron registrados por medio de la espectrofotometría de contacto, cuyos resultados establecieron los límites de modificación en la imagen dentro de los parámetros aceptables para la percepción del objeto restaurado. Además se elaboró un montaje que otorgó estabilidad para una posterior propuesta museográfica.

Esta contribución ejemplifica la colaboración interdisciplinaria en proyectos de restauración y conservación, bajo el objetivo de generar procesos eficientes y óptimos para el estudio de la técnica manufactura y la preservación del objeto.

ANTECEDENTES

La Subdirección de Arqueología Subacuática del INAH con el proyecto de investigación denominado Galeón de Manila, que se desarrolla en la Laguna de Guerrero Negro, en el estado de Baja California, ha abierto 4 fases de trabajo en 1999, 2000, 2003 y 2005 con el objetivo principal de establecer el origen de los materiales encontrados en dicha área. En la tercera temporada de campo, se recolectaron diversos materiales metálicos entre conchas, botellas de vidrio, focos, ladrillos entre otros, dispersos en la superficie de las dunas y zonas de la playa.

Con la prospección, empleando detectores de metales, se recorrió la playa removiendo la arena hacia donde el aparato ubicaba materiales para realizar recolecciones. En el sitio denominado LGN32, se halló



FIGURA 1. Hallazgo del objeto metálico en las dunas. Guerrero Negro, Baja California, Agosto de 2003.

el objeto identificado por los investigadores en su momento como plato de cobre, ubicado en las coordenadas UTM E 785123 y N 311593 (Mejía, 2005).

Dicho objeto sin tratamiento alguno, ya seco, ingresó a la CNCPC, empacado entre plástico y foam delgado, dentro de una caja de madera.

DESCRIPCIÓN FORMAL DEL OBJETO

Título: "plato"

Época: posiblemente siglo XVIII

Lugar de manufactura: posiblemente China

Procedencia: Laguna de Guerrero Negro, de Baja California, México.

Material: latón, esmalte

Dimensiones: D= 23.5 cm, d= 14.5 cm, gr=1.69 cm

Color: predominantemente verde-amarillo, con saturación grisácea y claridad media

Fragmento de plato de posible formato circular, que muestra un diseño complejo de repeticiones,

alternancia e intercambio de elementos decorativos geométricos y formas vegetales. Asimismo, presenta un perfil mixtilíneo, en el que se observan cuatro crestas de curva rebajada, las cuales tienen flores de diez pétalos que alternan tonalmente el rojo y el amarillo en hojas o flores; entre diseños ovalados.

Consecutivamente a éste, se encuentra una franja de elementos amorfos (nubes), seguido por un segmento con líneas verticales. Le sigue una cenefa compuesta por triángulos engendrados en una línea horizontal de zigzag con cruce de una silueta quebrada. En el diámetro menor se perfila una faja con distribución consecutiva de elementos a manera de ganchos verticales.

-NOTAS CORROSIVAS-



Acercamiento, que muestra los diseños geométricos fitoformes y borde.



FIGURA 2. Anverso del objeto, en el que se observa las



CONSERVACIÓN DE UN OBJETO ASIÁTICO

TÉCNICA DE MANUFACTURA

La pieza presenta una técnica parecida al cloisonné, aunque es posible que se trate de un relleno de celdas. Se trata de una sola pieza vaciada en metal que contiene la impresión de los diseños, a la que luego se le colocó entre cada celda la solución vítrea, ya sea pulverizada o en pasta para someterlo a cocción. De esta manera se observan varias horneadas en las que quedan unidos completamente en el metal de base, el esmalte, y los pequeños motivos metálicos tanto en anverso como en reverso (contraesmalte).

Entrelazando datos del hallazgo y la posible época de la manufactura, es viable que esta pieza sea un producto de intercambio comercial asiático, (Hájek, 1966), (Cosgrove, 1947), con influencia manchu-budista (Seligson, comunicación personal). Se sabe que los objetos metálicos esmaltados provenían de China en la época colonial (Ruiz Gomar, 1960). Y posiblemente sea una pieza llamada de contacto, bajo pedido de la Compañía de Indias.

- KATIA PERDIGÓN - ET AL.

menú

RESULTADO DE ANÁLISIS

El objeto arqueológico subacuático está constituido por tres capas distinguibles entre sí: la matriz o capa intermedia de latón. Las capas exteriores (inferior y superior) son esmalte, apreciándose un degradado mayor en la zona inferior que en la superior. El metal expuesto en medio tiene indicios de degradación por oxidación. El esmalte exterior muestra signos de degradación similar a la oxidación del cobre.

A) ANÁLISIS DEL PROCESO DE LIMPIEZA POR INMERSIÓN. ESTUDIO POR POTENCIOMETRÍA EN SOLUCIÓN ACUOSA

El proceso de lavado por inmersión del objeto en medio acuoso, involucra una serie de fenómenos que tienen que ver con la naturaleza del sustrato, las especies iónicas a disolver y separación de la superficie, los equilibrios de adsorción superficial y la dinámica fisicoquímica de especies en solución acuosa. A partir de esto, se plantea una serie de parámetros electroquímicos que, medidos durante la evolución de proceso, provee información relevante en cuanto a la eficiencia en la limpieza por inmersión, como

operación adecuada para el tipo de objeto tratado. Con base en los resultados obtenidos, se enumeran las siguientes conclusiones importantes:

- Los parámetros de pH y potencial óxido-reducción mostraron disminución, se observaron magnitudes constantes después de los 70 días de lavado.
- En las primeras etapas de inmersión se desprendieron más iones como resultado de la limpieza. Posteriormente, la cantidad se estabilizó como resultado de un proceso final.
- En términos de conductividad, ésta era pequeña al principio, como resultado de una excesiva presencia de sales disueltas. Consecutivamente se incrementó, al disminuir en los sucesivos cambios de agua en las sales que se desprenden.
- Al final del proceso de lavado, la eficiencia en la limpieza fue del 79.74% de sólidos eliminados. Cabe destacar que la eficiencia no puede llegar al 100%, dado que no existe la limpieza total de una superficie, debido a que el sólido debe mantener el equilibrio con la mínima cantidad de materia.
- El sistema de lavado sólo elimina sales solubles.

B) ANÁLISIS COLORIMÉTRICO (COMMITTEE E-12 ON APPEARANCE OF AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2000)

El presente estudio tuvo como finalidad registrar el impacto con respecto a la percepción de los colores de esta pieza metálica, en las tres últimas etapas del proceso de restauración, posterior a la limpieza mecánica-acuosa, así como la pasivación y el recubrimiento protector. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- La paleta típica del objeto, esta conformada por los colores rojo-naranja, amarillos, verde y cyan. El color predominante es el verde-amarillo, con saturación grisácea y claridad media.
- Las capas de pasivante y recubrimiento, por naturaleza fisicoquímica, modifican la percepción de los colores del objeto metálico (posterior a la limpieza), cada uno de estos compuestos en diferente proporción y grado.
- Todos los colores elegidos para la medición colorimétrica cambiaron de menor a mayor grado; dichos cambios pueden considerarse bruscos para la cara frontal y moderada para la cara anterior de la pieza.

- La operación de pasivación con benzotriazol constituye un fuerte impacto en el cambio cromático de la pieza metálica, tanto a nivel perceptual como colorimétrico; no así con lo que respecta al recubrimiento, que compensa en algunos colores los cambios bruscos provocados por el pasivador.
- El pasivador desplazó los colores amarillos hacia tonos verdes; el recubrimiento saturó más los colores de grisáceos a débiles. Ambos compuestos modificaron la claridad del objeto, obscureciendo los valores claros a medios.

C) ANÁLISIS PIXE- RBS Y LVSEM-EDS

El estudio de la pieza se realizó empleando la técnica PIXE y RBS con haz externo antes de realizar la limpieza de su superficie con el fin de determinar algunas informaciones relevantes sobre los materiales empleados para su manufactura y el origen probable de la pieza (Calvo et.al., 2008). Los análisis mostraron que la pieza metálica está esmaltada en el anverso y el reverso. La aleación metálica co-

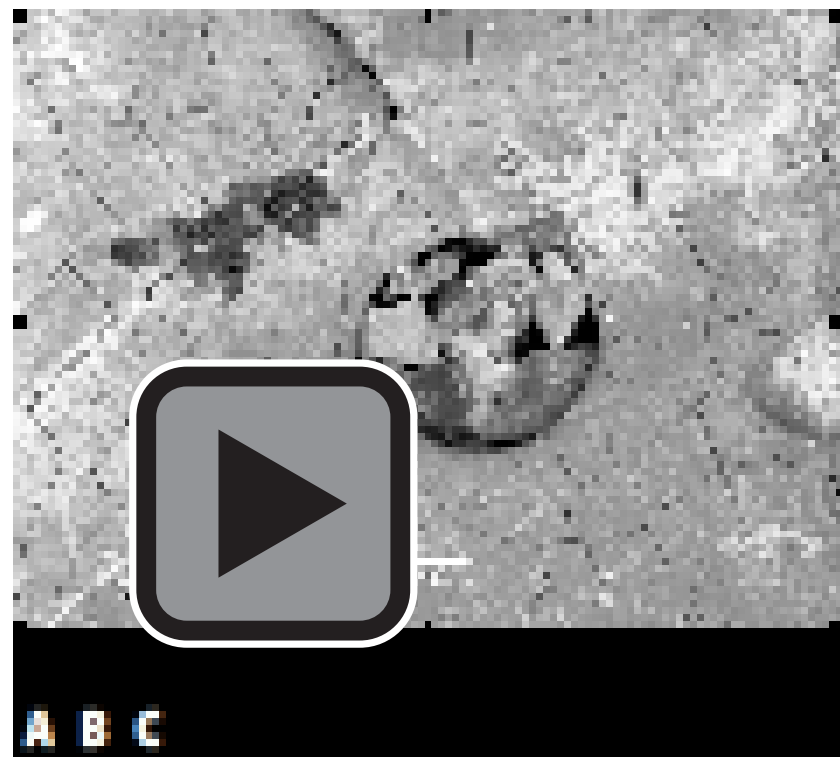
-NOTAS CORROSIVAS-

responde a un latón (Cu-Zn en relación 7/3 aproximadamente) con cantidades variables de plomo y hierro. Debido a que no fue posible establecer patrones de composición con claridad por el deterioro presente, se procedió a un muestreo en regiones seleccionadas con base en los análisis previos para realizar estudios con microscopio electrónico de barrido a bajo vacío (LVSEM-EDS).

Para corroborar y obtener resultados de las diversas partes de esmaltado y del metal se procedió a la toma de cinco muestras o fragmentos. La observación en el estereoscopio a 40 aumentos mostró que en efecto se presentaba un esmaltado en la parte anterior y posterior de la pieza, así como la presencia de una gran cantidad de cristales verdes, probablemente ricos en cloro y cobre (Figura 4). Tras este examen se realizaron análisis en el microscopio de bajo vacío del IFUNAM y del INAH, con lo cual se observó que la aleación de la pieza es en efecto un latón con una proporción de 70% cobre y casi 30% zinc, y cantidades menores de plomo. No se observaron soldaduras. Los esmaltes estaban fracturados y se observaban altos contenidos de plomo, debido

CONSERVACIÓN DE UN OBJETO ASIÁTICO

a esferas pequeñas (de hasta 20 μm) ricas en plomo metálico con una interfase rica en zinc (Figura 4); cuyo origen aún no se ha podido explicar.



Finalmente se llevo a cabo el análisis PIXE-RBS de la pieza después del tratamiento de limpieza y se comparó con los resultados previos. La Tabla 1 muestra la media de los resultados obtenidos. Las

medidas realizadas sobre el metal revelan básicamente la misma información que antes de la limpieza; se trata de un latón (aleación de cobre, zinc y trazas de plomo), tal y como indican las concentraciones de elementos mayoritarios, aunque la relación Cu/Zn es aproximadamente 5.3.

El metal, que mostraba un cierto contenido en fósforo, antes del proceso de limpieza, no contiene fósforo en las nuevas medidas de PIXE. La diferencia entre la concentración de cloro antes (1.6% en promedio) y después de la limpieza (menor al 0.3 %) permite establecer la efectividad del método aplicado.

Los resultados PIXE para los esmaltes han proporcionado mucha y mejor información después de la limpieza del objeto; los esmaltes son vidrios ricos en plomo, pero el esmalte verdoso de la parte posterior del objeto contiene concentraciones menores de este elemento. Todos los esmaltes contienen zinc, cobre y el hierro. Es importante señalar que en el esmalte rojo estos elementos aparecen en mayor concentración que para el resto. El estaño no aparece en todos ellos y es especialmente abundante en el esmalte de color amarillo. Los esmaltes, independientemente de su

Tabla 1. Concentraciones porcentuales promedio de elementos relevantes obtenidos por PIXE-RBS tras el tratamiento de conservación

	Si	K	Cl	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Sn	Pb
Rojo	4.7	1.8	-	1.1	-	1.4	9.3	9.0	1.0	35.4
Amarillo	3.3	1.0	-	0.7	0.011	0.2	2.9	2.6	7.3	44.0
Azul	4.6	2.1	-	1.3	0.030	0.6	3.6	4.9	0.1	43.3
Blanco	5.8	0.9	-	2.1	-	0.1	2.4	4.6	-	44.5
Verde	4.3	7.0	0.3	2.3	-	0.4	4.2	2.5	-	24.4
Metal	0.09	-	0.3	0.1	-	0.2	53.3	10.4	-	2.3

color, contienen silicio, potasio y calcio, si bien la concentración de potasio resulta especialmente elevada para el esmalte verdoso de la parte posterior.

El color rojo del esmalte debe estar relacionado con la presencia de cobre, probablemente como cuprita (Cu_2O) y de hierro (Boorsook et.al., 2000), siendo el cobre el elemento colorante predominante en este esmalte. El zinc no proporcionaría color sino opacidad en su forma ZnO .

El esmalte amarillo se caracteriza por poseer concentraciones muy elevadas de estaño, que sólo aparece en dos colores más; el rojo y el azul, en concentraciones mucho más pequeñas. El óxido de estaño forma un color amarillo junto con el óxido de plomo en presencia del óxido de silicio denominado "amarillo de plomo y estaño", es probable que este compuesto otorgue el color amarillo al esmalte (Fiori et.al., 2004).

El esmalte azul contiene manganeso en dos de los cuatro puntos medidos. Además presenta valores relevantes de hierro después del esmalte rojo. A parte del cobre, que tampoco se encuentra en una concentración mucho mayor que para otros esmal-

tes (y es bastante inferior a la presente en el esmalte rojo) no se observa a simple vista ningún elemento que por sí solo pueda proporcionar color azul.

El esmalte blanco no presenta elementos destacados. La concentración de hierro es menor que para el resto de los esmaltes y la del cobre resulta asimismo baja. Lo más probable es que el color blanco se deba, como se concluía en el análisis previo a la limpieza, a la presencia de PbO .

El esmalte verdoso de la parte posterior muestra una mayor concentración de potasio en relación con las de la cara anterior, y contenidos significativos de cobre. Es sabido que los esmaltes realizados con cenizas de plantas como fundentes poseen un color verdoso y altos contenidos en K_2O , lo cual, en combinación con un compuesto de cobre, podría dar lugar al color verde.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

La pieza está incompleta, se desconoce el porcentaje de pérdida material, es posible que se trate de un marco. Presenta arena adherida, polvo, oscure-

cimiento generalizado en zonas metálicas con mayor énfasis en la zona posterior, así como oxidación generalizada del metal de base y de las celdillas del embutido. Se observaban dos fisuras en ambos extremos de una cresta, así como un elemento suelto en uno de los extremos. Todo ello como resultado del contexto de su hallazgo (Figuras 3 y 4).

Microscópicamente se observan burbujas en el esmalte debido, posiblemente, a que el método de vidriado fuera por vía húmeda, en la que "el agua empleada durante la aplicación del esmalte no fue evaporada lo suficiente antes de la cocción" o bien por la ebullición elevada. Mientras que las grietas corresponden a la capa gruesa del esmalte o a las "diferencias en el índice de dilatación del cobre y del esmalte que al calentarse y enfriarse provocaron tensiones que produjeron rajaduras" (Zechlin, 1969) (ver Figura 4).

TRATAMIENTO DE CONSERVACIÓN - RESTAURACIÓN

- a. Limpieza en seco y eliminación de concreciones salinas en la zona anterior. Ver Figura 6
- b. Colocación de capa de protección en la zona limpia
- c. Desalado por inmersión (H_2O CO_2)
- d. Eliminación de capa de protección en zona limpia
- e. Limpieza de concreciones salinas en zona posterior
- f. Unión de fragmento
- g. Pasivación (BTA)
- h. Colocación de capa de protección final (INCRALAC). Figura 7
- i. Montaje en base de acrílico. Figura 8
- j. Empaque

CONSERVACIÓN DE UN OBJETO ASIÁTICO



FIGURA 6. El proceso de desalado por inmersión en agua destilada se efectuó durante el periodo comprendido de enero mayo de 2006.



FIGURA 7. Después del desalado, se llevó a cabo la eliminación de capa de protección, y la limpieza de concreciones salinas, así como la unión, resane e integración cromática del fragmento suelto.

ET AL.

CONSERVACIÓN DE UN OBJETO ASIÁTICO



FIGURA 8. Se colocó una base de acrílico, con la forma hipotética de la pieza primigenia. Dicha base facilitará su exposición museográfica y evitará la manipulación directa del objeto.

ET AL.

CONCLUSIONES

El objeto metálico denominado "plato" de posible origen chino, es de un material descontextualizado, por lo que difícilmente podrán obtenerse mayores datos históricos. Tecnológicamente es una pieza de gran maestría dado el interesante diseño que muestra.

Los análisis realizados indican que el objeto metálico cloisonné está hecho de un latón esmaltado con vidriado de plomo por ambas caras en diferentes colores: amarillo, rojo, azul, blanco y verdoso (parte posterior). Las técnicas analíticas aplicadas no permiten la diferenciación del pigmento empleado en los esmaltes azules. Dados los componentes responsables del color y aspecto opaco de los esmaltes así como de los fundentes empleados, la temperatura de cocción del mismo no debió de superar los 1100°C. Sin embargo, estas condiciones fueron suficientes para la segregación de metal y migración hacia el esmalte.

La presencia del pigmento amarillo de estaño y plomo permite situar la pieza en el tiempo entre el

s. XV y s. XVIII. El uso de Cu_2O en el rojo concuerda con lo anterior y quizás acotaría este hecho, puesto que su época de mayor uso fue entre el s. XV y el XVII (Sease, 1981), lo cual es coherente con el contexto y temporalidad del hallazgo.

Dado que la cocción del esmalte rojo (Cu_2O) requiere atmósfera reductora y tanto el óxido de zinc como el CuO requieren de atmósfera oxidante, es de suponer que la cocción de los esmaltes debió haberse realizado en distintas etapas y con variación de las condiciones oxidoreductoras de la atmósfera.

La combinación de técnicas PIXE-RBS, y LVSEM/EDS ha resultado de gran utilidad en la caracterización de este objeto y su manufactura por cloisonné. Los materiales arrojados han permitido situar aproximadamente en el tiempo el marco y estimar las condiciones de trabajo del horno empleado en la cocción (atmósfera y temperatura). Asimismo, fue posible determinar por PIXE la eliminación casi total de cloro y fósforo de la superficie del objeto tras el tratamiento de conservación, constatando la eficiencia del método de limpieza aplicado.

Finalmente, es necesario hacer hincapié en el clima de exposición y resguardo de esta obra, pues si se expone en altas condiciones de humedad y temperatura podría sufrir graves riesgos, por lo que es necesario que cumpla con las condiciones necesarias, para su correcta conservación.

BIBLIOGRAFÍA

BORSOOK, E; GOFFREDI F Y PAGLIARULO, G.

2000 *Medieval mosaics. Light, color, materials. The Harvard University Center For Italian renaissance Studies at villa Tatti, Milan, Silvan editorial*

CALVO DEL CASTILLO, H; RUVALCABA, J.L; CALDERON, T; SALINAS N., M.F. MEJÍA, L.M. Y PERDIGÓN, K.

2008 *Characterisation o fan enamelled Metallica object found in Guerrero Negro (Baja California) by PIXE and RBS techniques, Nucl. Instrum. and Meth, B 266: 2311-2315.*

COSGROVE, MAYNARD G.

1947 *The e-namels of China and Japan, Clamplévé and Cloisonné, New York, Dood, Mead & Company*

COMMITTEE E-12 ON APPEARANCE OF AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)

2000 *ASTM Standards on Color and Appearance Measurement; American Society for Testing & Materials; New York, USA*

FIORI, CESARE; VANDINI, MARIANGELA Y MAZZOTTI, VALENTINA

2004 *I Colori del Vetro Antico, Saonara, Il Prato editoriale.*

HÁJEK, LUBOR

1966 *El arte Chino, FCE, Checoslovaquia, 58.*

MEJÍA, LUZ MARÍA

2005 *Informe de Proyecto Galeón de Manila México, reconocimiento arqueológico fase III Baja California, México, SAS – INAH, Octubre.*

RUIZ GOMAR, ROGELIO

1960 *"Metales", en Artes de México, El arte en el comercio con Asia, núm. 190, año VXIII: 72*

SEASE, C.

1981 *Studies in Conservation 26: 76.*

SELIGSON, SILVA

Comunicación personal

ZECHLIN, CATARINA.

1969 *Esmaltar, un entretenimiento útil, Argentina, Kapeluz, 68.*