

HISTORIA, EVOLUCIÓN Y  
REVISIÓN DEL PROCESO DE  
ELIMINACIÓN DE PRODUCTOS  
DE CORROSIÓN EN LA ENCRYM

• *María del Pilar Tapia López* •

# RESUMEN

El Seminario Taller de Restauración de Metales de la ENCRyM comenzó a impartirse desde los años 80's, aplicando los procesos de restauración descritos en bibliografía diversa como *Studies in Conservation* y el libro *The Conservation of Antiquities and Works of Art: Treatment, Repair and Restoration* de H. J. Plenderleith y Werner. ¶ A través de los años, muchos han sido los procesos de restauración y conservación aplicados, algunos de ellos perduran, otros ya no se aplican y unos más se han corregido. ¶ La eliminación de productos de corrosión es uno de los procesos de restauración más importantes en la intervención de un objeto metálico ya que de su resultado puede depender, la estabilidad estructural de un objeto, su apreciación estética y su lectura tecnológica. ¶ El objetivo de este trabajo es hacer un análisis de los procesos de eliminación de productos de corrosión que se han usado en la ENCRyM, determinando cuáles han sido las causa para que estos perduren, sean rechazados o corregidos, todo esto con el fin de dar a conocer a colegas de otras nacionalidades los procesos que se usan en México, así como evaluar la evolución técnica del Taller de Restauración de Metales.

## - REVISIÓN DE LA LIMPIEZA EN STRM -

El objetivo de esta investigación es presentar algunos de los procesos de eliminación de productos de corrosión que se han usado en la ENCRyM, a fin de intercambiar conocimientos y experiencias.

Por otro lado, se pretende que sea el inicio de un proyecto encaminado a realizar el análisis de los procesos de conservación y restauración que se han aplicado y aplican en el Seminario Taller de Restauración de Metales STRM-ENCRyM a fin de evaluarlos y registrar su uso.

Se sabe que a través de los años se han aplicado muchos procesos de restauración y conservación, algunos de ellos perduran, otros ya no se aplican y unos más se han corregido, sin embargo no hay un registro de fácil consulta que nos explique cómo y por qué ha sido esto; si bien en cada uno de los informes de trabajo del STRM debería estar justificado

el uso de uno u otro material y técnica; en muchas ocasiones esto no sucede con la precisión y profundidad deseada, por lo que pareciera que cambiar de una metodología y/o material es sencillo, sin hacer un análisis de resultados.

Para esta presentación se ha elegido la eliminación de productos de corrosión, ya que es uno de los procesos de restauración más importantes en la intervención de un objeto metálico debido a que de su resultado puede depender, la estabilidad estructural de un bien.

## ANTECEDENTES

Como es sabido existen diversos medios por los que se eliminan los productos de corrosión de un objeto metálico, sin embargo en esta ocasión sólo trataremos aquellos correspondientes a la limpieza química sobre cobre y sus aleaciones, esto debido a que son materiales que se han trabajado primordialmente en el STRM de la ENCRyM.

Antes de comenzar, revisaré brevemente los conceptos de limpieza y limpieza química, a fin de que tanto el lector como el autor tengamos una misma línea de conceptos.

La limpieza es la eliminación de sustancias no deseadas en la obra, las cuales pueden ser consecuencia de un proceso de alteración de sus materiales constitutivos; o pueden ser productos externos, ajenos a ella (Moncrieff y Weaver, 1992).

Para los objetos metálicos hay diversos tipos de limpieza como la mecánica, la fisicoquímica, la química, la electrolítica y electroquímica. La limpieza química es aquella en la que se usan sustancias cuyo fin es propiciar las condiciones necesarias para que un producto de corrosión que es insoluble en agua lo sea o forme nuevos elementos que son solubles y por tanto puedan ser eliminados fácilmente (Moncrieff y Weaver, 1992).

La limpieza química implica el uso de sustancias que generan una reacción química con la superficie del objeto a intervenir, por lo que la selección de los materiales a usar en ella debe ser muy cuidadosa

## - REVISIÓN DE LA LIMPIEZA EN STRM -

ya que se puede propiciar la reacción no sólo entre las sustancias y los productos de corrosión que se desea eliminar, sino entre la sustancia y la superficie metálica o metales base, lo que puede generar problemas como la pérdida de pátina.

En el STRM de la ENCRyM, desde su creación en los años 80's, se ha intentado que la selección de materiales a usar en la limpieza química sea lo más controlado posible, previniendo las posibles reacciones, mediante un estudio bibliográfico sobre el tratamiento, sin embargo mucho de la elección tiene que ver más con el análisis de resultados de manera cualitativa, es por ello que hacer este tipo de revisiones es de gran ayuda para conocer cómo evoluciona la restauración de metales en la ENCRyM y sentar las bases para realizar un estudio cuantitativo, cuyos resultados se puedan leer de manera más objetiva.

### MATERIALES Y PROCESOS APLICADOS EN EL STRM DE LA ENCRyM

En la ENCRyM se han utilizado las siguientes sustancias para realizar limpieza química sobre cobre y

bronces ya sean arqueológicos, históricos y recientemente aquellos de factura industrial:

1. Hexametáfosfato de sodio
2. Tartrato de sodio y potasio
3. Sesquicarbonato de sodio
4. Ácido cítrico
5. Carbonato de sodio

Todas ellas, excepto la últimas, usadas en porcentajes que van entre 5% y 15% en agua destilada, y aplicadas ya sea por inmersión o de manera local con hisopo, en la mayoría de los casos se usan en combinación con limpieza mecánica aplicada con lijas, abrasivos como carborundum,<sup>1</sup> ceriul,<sup>2</sup> carbonato de calcio y pila de ultrasonido.

A continuación, revisaremos brevemente cada una de ellas:

1. Hexametáfosfato de sodio ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub>: Es una sal sequestrante la cual, al estar en solución, se disgrega y reacciona con los productos de corrosión for-

1// El carborundum es carburo de silicio.

2// El ceriul es óxido de cerio.

mando sales solubles que son fácilmente eliminados. Estas sales han sido recomendadas por diversos autores (Plenderleith, 1973; MacDowall, 1978; Monteforte y Mateos, s/a; Merk et.al., 1994) para la eliminación de carbonatos de cobre, sin embargo hay debate sobre si conserva o no la pátina.

En el STRM-ENCRyM se ha usado en porcentajes que van de 5% a 15% en agua destilada y se ha aplicado por inmersión o hisopo, siendo la primera la más común en combinación con limpieza mecánica haciendo uso de abrasivos y pila de ultrasonido.

Es una de las primeras sustancias usadas en el STRM-ENCRyM; debido a que sus resultados fueron óptimos se decidió seguir aplicándola para limpieza química de cobre y bronce, tanto arqueológicos como históricos; sin embargo no se tomaba en cuenta el pH al que se aplicaba la solución, hasta el año 2005, cuando se comenzó a usarse con un pH de 4, teniendo como sustancia buffer ácido fosfórico (Contreras y Balandrán, 2005).

La decisión de controlar el pH, responde a que el quelante tiene mucha mayor efectividad como se-

cuestrante con determinado ion, dependiendo del pH y temperatura a la que es aplicado, ya que se provoca mayor afinidad electrostática entre la sal acomplejante y los iones a secuestrar (Stelzner y Eggert, s/a).

En la actualidad el hexametáfosfato de sodio se utiliza en las proporciones antes mencionadas y de manera indistinta se controla o no su pH, ya que a pesar que se sabe de la importancia de su control, aún no se han hecho los estudios e investigaciones pertinentes para la determinación precisa de pH para su aplicación.

2. Tartrato de sodio y potasio, sales Rochelle o sales de Seignette ( $\text{NaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ): Al igual que el hexametáfosfato de sodio, es una sal secuestrante. La introducción de esta sustancia al taller se debió a que la ENCRyM recibió como profesora invitada a la Dra. Martha Lage de la Rosa quién había desarrollado en Madrid una investigación sobre limpieza de corrosión en placas de grabado calcográfico con estas sales (Lage de la Rosa, 1996). El método dio buenos resultados por lo que se decidió adoptarlo para otro tipo de materiales

facturados en cobre y bronce aplicándose entonces a material arqueológico e histórico.

La Dra. Laje al igual que otros autores (Werner, 1973), (Plenderleith, 1973; MacDowall, 1978; Monteforte y Mateos, s/a; Merk et.al., 1994), aplican las sales de Rochelle en solución combinada con hidróxido de sodio en la siguiente proporción:

Hidróxido de sodio a 5%

Rochelle a 15%

Cabe señalar que todos los autores que la sugieren, hacen hincapié que es una solución útil para la eliminación de cloruros de cobre. Werner, propone su uso sin la combinación con hidróxido de sodio, es decir sólo diluidas de un 5% a 15% en agua destilada y aplicadas por inmersión, reportando excelentes resultados ya que se conserva la pátina y se rescatan detalles de la superficie de la obra tratada. (Werner, 1973).

Debido a lo anterior, en 1997 Tapia las aplica de ésta manera sobre cobre y bronce arqueológico, obteniendo excelentes resultados (Tapia López, 1999). A partir de esta experiencia y hasta hoy en día, estas sales se aplican en los porcentajes antes mencionados,

por inmersión o de manera local, y en la mayoría de las ocasiones en combinación con limpieza mecánica. Se considera entonces conveniente hacer pruebas de limpieza aplicándolas de manera alcalina a fin de evaluar las ventajas y desventajas de ambos métodos.

3. Sesquicarbonato de sodio  $\text{Na}_2\text{H}(\text{CO}_3)_2$ . Es una mezcla 1:1 de carbonato y bicarbonato de sodio. Tiene la función de secuestrante. Se ha aplicado muy poco, de hecho se reporta que se ha usado sólo como medio para eliminar cloruros, por inmersión y en proporciones de 5% a 15% en agua destilada. Los resultados han sido favorables ya que se ha logrado una disminución de los cloruros (González et.al., 2001). Su uso en el STRM-ENCRyM ha sido en base a lo mencionado por Plenderleith:

El sesquicarbonato de sodio reacciona con los cloruros de cobre, formando cloruro de sodio (soluble) y carbonatos de cobre. Los carbonatos de cobre llenan los poros y aíslan a los residuos de cloruros de los agentes ambientales que provocan su reacción (1973).

Al igual que Plenderleith, el sesquicarbonato de sodio fue usado durante mucho tiempo por diversos investigadores, (Oddy y Hughes, 1970), (Organ, 1963) y es hasta 1990 cuando se comienza a erradicar su uso, no por falta de efectividad sino por las consecuencias que trae el que no sea eliminado por completo de las piezas.<sup>3</sup>

Puede ser un método recomendable para la eliminación de cloruros en obra que se pueda someter a inmersión, mientras se asegure su completa eliminación. Se recomienda como medio para transportar piezas que provengan de ambiente subacuático y que aún estén mojadas; una vez extraídas se les coloca en inmersión con estas sales al 5%, mientras se decide su intervención (Tapia López, 1999).

Por lo menos en los últimos 10 años no se han usado éstas sales, sin embargo no se descartan para

3// En 1990, Pollard, Thomas y Williams, declararon que el uso de carbonatos de sodio para el tratamiento de los cloruros del cobre, ha sido discontinuado, ya que los objetos tratados con estas soluciones presentan concreciones de color azul sobre la superficie. Al no eliminarse por completo los carbonatos usados para la limpieza, éstos reaccionan con los carbonatos del cobre y forman calconatronita, que son las concreciones de color azul que se han presentado en los objetos tratados con este método. (Pollard et. al; 1990)

el tratamiento de cloruros por desalinización, lo que implicará la medición cuantitativa de estas sales, antes, durante y posterior al proceso.

4. Ácido cítrico  $C_6H_8O_7$ : Se ha usado en porcentajes que van del 5% al 10% diluido en agua destilada, sólo de forma local debido a lo agresivo que este tratamiento puede ser, ya que llega a eliminar la pátina. No se aplica en ningún caso por inmersión, y la mayoría de las ocasiones implica también el uso de limpieza mecánica.

Algunos autores como Plenderleith y Torraca (Plenderleith y Torraca, 1969) y (Plenderleith, 1973) recomiendan su uso en proporciones de 2% y a 5% p/v en agua destilada, a una temperatura de 60°C a 80°C, tallando la pieza para facilitar la remoción de corrosión. Sin embargo este proceso no se ha realizado en el STRM, ya que es agresivo e innecesario.

El uso de ácidos para la limpieza del cobre y sus aleaciones, representa un riesgo para el objeto, ya que al entrar en contacto con él, el ácido disuelve los productos de corrosión más superficiales, sin embargo ya que la corrosión no tiene un grosor uni-



forme, después de un tiempo en inmersión, llega hasta la superficie del metal sano, por lo que el ácido comienza a atacarlo provocando la pérdida de material original y deteriorando la superficie así como los detalles del objeto (González et.al., 2001).

5. Carbonato de sodio  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Este material se ha empleado durante la desalinización de cobre y bronce, aplicado en solución a 5% en agua destilada. La desalinización tiene como objetivo la eliminación o descenso de cloruros, ya que como es sabido estos son los causantes del "cáncer del cobre", que puede llevar hasta la pérdida total del metal.

La obra a conservar se coloca dentro de la solución de carbonato de sodio y día a día se hace una medición de cloruros. De ser positivo el resultado de esta intervención, debería haber descenso en la cantidad de éstos (Contreras y Balandrán, 2005).

Es usado también como electrolito en limpieza electroquímica. El objeto a conservar, es colocado en inmersión dentro de un recipiente de aluminio o forrado de papel aluminio que contiene carbonato de sodio en solución al 5%. La obra permanece unos mi-

nutos en la solución y en contacto con el aluminio, propiciando que éste se oxide y la pieza se reduzca (Contreras y Balandrán, 2005).

Se sabe que hay muchas otras sustancias que se han usado en el mundo en la limpieza química de cobre y bronce como el glicerol alcalino (Stambolov, 1970) y (Merk et.al., 1994), las sales de EDTA (Ganorkar et.al., 1988), el ditionito alcalino (Fox, 1995), el 5-amino-2-mercapto-1,3,4-tidiazol (AMT) (Fox, 1995), la limpieza con ditiolatos (Nils, 1984), entre otros, sin embargo no han sido aplicados en el STRM ya sea por que no se ha tenido acceso a ellos, por su alta toxicidad o por que se considera que son demasiado agresivos para someter a una obra.

Sin embargo se hace necesaria la investigación de nuevos procesos y materiales a fin de ser evaluados y contrastados con los hoy en día usados. Sin perder de vista la necesidad de juzgar objetivamente éstos últimos.

## CONCLUSIONES

La aplicación de tal o cual método de limpieza al inicio de la creación del taller respondía a una investigación sencilla de métodos y materiales, sin embargo tiempo después esto se volvió rutinario, aún cuando cada metal es un mundo. Afortunadamente esto ha cambiado y en los últimos años, los procesos de limpieza química así como otros han sido replanteados; se han revisado aquellos métodos tradicionales a los que incluso se les han hecho grandes críticas bien justificadas y por tanto se ha frenado su aplicación en el taller.

En el caso de la limpieza química de cobre y bronce, el STRM continua con la aplicación de materiales que, se sabe, dan excelentes resultados cualitativos. Lo siguiente es hacer análisis cuantitativos que permitan realizar evaluaciones objetivas de los procesos aplicados tomando en cuenta la composición y características de la obra, antes, durante y después de un proceso así como dar seguimiento a fin de constatar con seguridad que el uso de tal o cual sustancia es acertado y no tendrá condiciones inestables a largo plazo.

Esta breve revisión de procesos sobre cobre y bronce es apenas el inicio de un proyecto que pretende la valoración cuantitativa de los resultados hasta ahora obtenidos no sólo en intervenciones de limpieza si no en todos aquellos procesos aplicados sobre bienes culturales metálicos.

La evaluación y valoración de procesos es uno de los medios que provocarán que el trabajo del restaurador sea reconocido profesionalmente, no sólo frente al exterior sino dentro de nuestra propia disciplina.

## BIBLIOGRAFÍA

### CONTRERAS VARGAS, JANNEN Y VERÓNICA BALANDRÁN (COORD.)

- 2004 *Informe sobre los tratamientos de restauración efectuados a piezas metálicas provenientes de l museo Regional Palacio Cantón, Mérida Yucatán, Seminario Taller de Restauración de Metales, ENCRyM. México.*  
Material inédito.
- 2005 *Práctica de campo: Museo en honor al H. Cuerpo de Bomberos, Xalapa, Veracruz, Seminario Taller de Restauración de Metales, ENCRyM. México.*  
Material inédito.

**FOX L. GIORGIA.**

- 1995 "A note on the use of alkaline dithionite for treating ancient bronze artifacts", en *Studies in Conservation*, Londres, vol. 3: 139-142.

**GANORKAR, M.C. Y PANDIT RAO P. GAYARTHRI.**

- 1988 "A novel method for conservation of copper-based artifacts", en *Studies in Conservation*, London, vol.33: 97-101

**GONZALES TIRADO R. CAROLUSA,  
JOSEFINA GRANADOS Y PILAR TAPIA**

- 2001 "Conservación de cobre arqueológico en México". Santiago de Chile. *Memorias del Congreso Mundial de Conservación de Metales ICOM-CC Committee for conservation*, .

**LAGE DE LA ROSA, MARTA.**

- 1996 *Restauración y conservación de láminas de grabado calcográfico pertenecientes a la colección de la Antigua Academia de San Carlos*, tesis que para obtener el grado de Maestría en Artes Visuales-Grabado, México, UNAM, Ministerio de Cultura España, 114 págs.

**MAC DOWALL, DAVID,**

- 1978 *Coins. Collections, their preservation, classification and presentation*, Imprimerie des Press Universitaires de France, Vendome, UNESCO, p. 4.

**MERK LINDA Y SHARMA V.C Y B.V KHARBADE**

- 1994 "Sodium tripolyphosphate -A safe sequestering agent for the treatment of excavated copper objects", *Studies in Conservation*, Londres, vol.39: 39-44.

**MONCRIEFF ANNE Y WEAVER GRAHAM**

- 1992 *Science for conservators vol.2, Cleaning*, Londres, Conservation Science Teaching Series, Museums and galleries commission y Routledge, p.14.

**MONTEFORTE, ANAITE Y FRIDA MATEOS**

- Limpieza de cobre y sus aleaciones*, trabajo de investigación presentada para el Seminario Taller de Restauración de Metales, ENCRyM, s/a, p. 19.

**NILS, HJELM-HANSEN.**

- 1984 "Cleaning and stabilization of sulphide-corroded bronzes", *Studies in Conservation*, Londres, vol.29: 17-20.

**ODDY W.A Y M.J. HUGHES.**

- 1970 "The stabilization of active bronze and iron antiquities by the use of sodium sesquicarbonate", *Studies in Conservation*, Londres, vol.15: 183-189.

**ORGAN R.M.**

- 1963 "Aspects of bronze patina and its treatment", *Studies in Conservation*, Londres, vol.8: 1-9.

**PLENDERLEITH, H.J. Y GIORGIO, TORRACA**

- 1969 "La conservación de objetos metálicos en las regiones tropicales", en *La conservación de bienes culturales, Luisiana*, UNESCO, pp. 251-265.

**PLENDERLEITH, H.J.**

- 1973 *The conservation of antiquities and works of art: treatment, repair and restoration*, London, Oxford University Press.

**POLLARD, A.M, THOMAS R.G Y P.A. WILLIAMS.**

- 1990 "Mineralogical Changes arising from the use of aqueous sodium carbonate solutions for the treatment of archeological copper objects", *Studies in Conservation*, Londres, vol.35: 148-152.

**STAMBOLOV.**

- 1970 *The corrosion and conservation of metallic antiquities and works of art: a preliminary survey*. Ámsterdam, Laboratorio central para objetos de arte y ciencia.

**STELZNER JÖRG Y GERHARD EGGERT**

- 2008 "Calcium Carbonate on Bronze Finds. Safe sequestering with sodium tripolyphosphate?", Londres, *Studies in Conservation*, vol.53, no.4: 2264-272.

**TAPIA, MARÍA DEL PILAR**

- 1999 *Limpieza de cobre y bronce arqueológicos. Cascabeles del Templo Mayor*. Tesis de licenciatura, ENCRyM, México.

**WERNER, A. E.**

- 1973 *The conservation of bronze and silver antiquities*, juego de copias donado por The British Museum-London a la ENCRyM.

**CHEMICALLAND21**

- <http://chemicalland21.com/industrialchem/inorganic/SODIUM%20HEXAMETAPHOSPHATE.htm> consultado el día 27 de julio de 2009