

CONSERVACIÓN DE MATERIAL NUMISMÁTICO

ENRIQUE RUBIO SANTOS; CLAUDIO A. REVELLO

Introducción

El detonante de este trabajo es una pregunta que nos hacemos cada vez que recibimos una moneda que no está en las condiciones que deseamos. ¿Cómo puedo limpiar esta moneda? Y la respuesta es: DE NINGUN MODO. Esta es la regla número uno de coleccionar monedas.

Pero la regla número dos es, obviamente, nunca haga caso a la regla número uno. Quien esté libre de pecado que arroje la primera piedra.

La limpieza de las monedas, cualquiera que sea su tipo y condición, puede producir daños permanentes sobre la superficie de la misma, con la consiguiente pérdida de valor. En pocas palabras, no hay modo seguro para quien no esté capacitado para realizar estas tareas de una forma segura y científica.

Desafortunadamente, los métodos que se emplean en museos y grandes colecciones son demasiados costosos para un coleccionista semiprofesional o amateur, y además, siguen sin brindar una seguridad del ciento por ciento de no dañar la pieza. Además, no existe ningún método que logre que una moneda tome nuevamente su estado de brillo y lustre, tal cual lo tuvo a la salida de la ceca. De esta manera la regla número uno debería ser la que debemos seguir para mantener el valor de nuestra colección.

En general, es recomendable la utilización de separadores individuales para evitar, además, el contacto entre los componentes de la colección. Cualquiera sea su tipo, es recomendable estar seguros de la calidad de los materiales utilizados para la fabricación de los mismos. Esto es muy importante, ya que existen algunos tipos de plásticos que se transforman en reactivos cuando entran en contacto con determinados metales.

Las monedas constituyen una excelente fuente de información de nuestro pasado y un rico campo de estudio para un grupo muy amplio de disciplinas. Son elementos muy valiosos para los arqueólogos ya que con ellas pueden datar los contextos en los cuales fueron encontradas. Las monedas, que forman una categoría especial de objetos arqueológicos, son más utilizadas que cualquier otra clase de objetos para realizar análisis interdisciplinarios. Este tipo de investigación se tornaría imposible; la colección y presentación de las monedas sería imposible también, sin realizar una conservación, desde el punto de vista científico y contemporáneo, trabajando en forma simultánea con las demás disciplinas

y brindando la información, para además, conseguir el objetivo de conservarlas para el futuro.

De esta manera, la conservación de las monedas no debe ser considerada una tarea rutinaria y superficial con resultados inmediatos, algo habitual hasta hace algún tiempo, ya que no concuerdan con los requerimientos de la ciencia actual.

La conservación es un campo de rápido desarrollo debido al amplio interés de la comunidad cultural y la explosión del conocimiento científico. Esto superó la antigua filosofía en la que el resultado importaba más que el objeto mismo. Hoy día los trabajos de conservación están guiados por principios y reglas resultantes de acuerdos internacionales. Conceptos claros guían la práctica que comprende las aplicaciones de todo esto, vinculando conocimiento científico y sensibilidad artística e histórica.

La conservación se basa en la ciencia de los materiales e incluye principalmente: el estudio sistemático de los mecanismos de deterioro, un buen conocimiento de los materiales y técnicas usadas para la fabricación de los objetos y el estudio de los materiales que se utilizan para la conservación. Desafortunadamente estas técnicas sólo logran retrasar lo inevitable, ya que el deterioro es algo propio de la naturaleza misma de los objetos y no puede ser definitivamente detenido. Además, la conservación está ya especializada en diversos objetos: cerámica, vidrio, frescos, etc. La conservación de monedas en particular está relacionada con la conservación de objetos metálicos.

Los metales y sus características

Los metales que han permanecido enterrados, aislados o en condiciones ambientales adversas durante tiempos prolongados sin protección alguna, como es el caso general de piezas arqueológicas, y en particular las monedas, constituyen un campo de estudio particularizado, ya que presentan ataques corrosivos diferenciados. El ataque corrosivo depende de una serie de factores. Entre éstos se cuentan:

- Las características químicas del suelo: acidez o alcalinidad total, potencial hidrógeno, sustancias o iones en solución, disponibilidad de oxígeno.
- Las características físicas del suelo: composición, textura, porosidad, estructura, estado de agregación, permeabilidad al aire, higroscopicidad, capilaridad, conductividad eléctrica, resistividad, heterogeneidades.
- Las características biológicas del suelo: presencia de bacterias sulfato o nitrato reductoras.
- Las características de la aleación metálica: naturaleza y contenido de los constituyentes primarios y

secundarios, la estructura, estado superficial, tensiones internas, etc.

- Los factores naturales como clima, temperatura, precipitaciones pluviales.

Los metales están constituidos por cristales conocidos como granos; sus propiedades físicas están en parte afectadas por el tamaño y forma de dichos granos. Por ejemplo, al martillar el bronce, los granos se alargan dando así un material más fuerte, pero a su vez más quebradizo; asimismo, si este metal se recuece, puede producir granos más pequeños que confieren un grado mayor de dureza y menos fragilidad.

Aparte de la forma de los granos, las propiedades físicas de los metales son afectadas por los otros metales que forman la aleación. Una aleación no es otra cosa que un material metálico formado al mezclar en estado fundido dos o más elementos químicos metálicos que se combinan entre sí.

En las aleaciones, cada grano individual puede estar compuesto por un metal puro, por una mezcla química de los elementos metálicos que componen la aleación o por una combinación de varias mezclas; cada composición que ocurre dentro de una aleación se conoce como una fase.

Cada fase tiene distintas propiedades físicas y cada una de ellas influirá en las características físicas del metal resultante; así, la presencia de una fase quebradiza le impondrá esta característica al metal.

Las fases presentes en una aleación dependerán de la concentración de los metales que la conformen, de la temperatura a que hayan sido sometidos y de la rapidez en su enfriamiento. Estos factores son determinantes no sólo en las características físicas de cada metal, sino en su deterioro posterior.

Algunos ejemplos de los compuestos derivados del deterioro del cobre o de los distintos metales con los que se alea el cobre, son los que se muestran en el cuadro Productos de alteración (Fuente: *La Conservación de Antigüedades Metálicas*, William Mourey, L.C.R.R.A., Draguignan, Francia. 1987, tomado de *Conservación De Bronces Al Exterior*, Arq. Alicia Fernández Boan Santiago de Chile, 2003.)

Cobre (Cu) - Temperatura de fusión: 1083 °C - Peso específico: 8,9 gr/cm³

Nombre	Fórmula	Color
Cuprita-Oxido de cobre I	Cu ₂ O	Rojo ladrillo
Tenorita - Oxido de cobre II	CuO	Negro
Malaquita	CuCO ₃ , Cu (OH) ₂	Verde
Azurita	2CuCO ₃ , Cu (OH) ₂	Azul
Calconatronita	Na ₂ Cu, (CO ₃) ₂	Azul verdoso
Covelita	CuS	Azul-Indigo
Calcocita	Cu ₂ S	Gris-Negro
Bornita	Cu ₃ FeS ₃	Marrón con puntos violáceos
Langita	SO ₃ 4CuO, 4H ₂ O	Verde oscuro brillante
Antlerita	Cu ₃ SO ₄ (OH) ₄	Verde negruzco
Brocantita	CuSO ₄ , 3Cu(OH) ₆	Verde claro
Atacamita	CuCl ₂ 3CuO, nH ₂ O	Verde claro a oscuro dependiendo del valor de n
Nantoquita	CuCL	Gris blancuzco
Paratacamita	CuCl ₂ 2H ₂ O	Verde

Estaño (Sn) - Temperatura de fusión: 232 °C - Peso específico: 7,3 gr/cm³

Nombre	Fórmula	Color
Oxido de estaño	Son	Blanco
Casiterita	SnO ₂	Blanco grisáceo

Zinc (Zn) - Temperatura de fusión 419 °C - Peso específico:7,14 gr/cm³

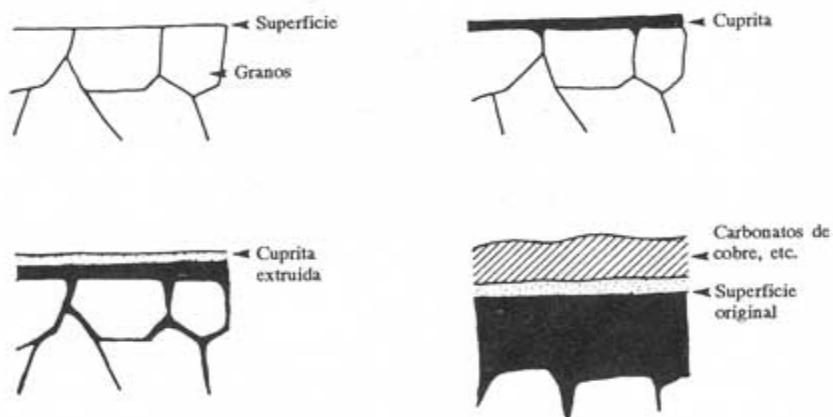
Nombre	Fórmula	Color
Hidrocincita	Zn ₅ (OH) ₆ (CO ₃) ₂	Gris

Plomo (Pb) - Temperatura de fusión 327 °C - Peso específico:11,3 gr/cm³

Nombre	Fórmula	Color
Oxido de plomo	PbO	Gris mate
Cloruro de plomo	PbCl ₂	Blanco grisáceo
Anglesita	PbSO ₄	Gris a gris verdoso
Cerusita (carbonato de plomo)	PbCO ₃ , Pb(OH) ₂	Blanco

En general, la aparición de estas sustancias en el caso de las monedas, las conocemos como pátinas, y sabemos que éstas son consecuencia de la interacción del metal y el lugar o zona donde se han hallado los tesoros o han sido conservadas. En el siguiente esquema se muestra cómo se da esta interacción entre el cobre y sus aleaciones.

(CRONYN, J.M. 1990)



Los metales sólo se pueden obtener a través de un proceso de fusión en un ambiente reductor (sin oxígeno), que libera el enlace entre el componente no metálico y el metálico. La corrosión es por tanto una reacción contraria a la anterior y ocurre entre el metal y el medio ambiente para tratar de formar de nuevo los componentes originales de los minerales.

Por lo tanto, podemos definir corrosión como un proceso espontáneo, que tiene lugar debido a la tendencia que tienen todos los metales a regresar a su estado original, es decir a la forma de minerales, del cual han sido extraídos mediante procesos tecnológicos de aporte de energía desarrollados por el hombre.

Entender los procesos de deterioro de los materiales es esencial para la conservación. En los objetos metálicos se pueden considerar básicamente dos tipos de deterioro: el mecánico (impacto, abrasión, etc.) y el químico (corrosión). Existen dos formas de deterioro químico: la corrosión acuosa y la oxidación. Esta última se da cuando, incluso en condiciones ambientales secas, el metal se combina con el oxígeno u otros gases para así producir compuestos en su superficie (pátina). La superficie es, en sí, muy reactiva y forma dichos compuestos rápidamente. Las reacciones ocurren más fácilmente, si hay humedad en el medio; sin embargo, esta capa de óxido

puede asimismo formar una barrera protectora (pasivación) que, a baja temperatura, previene reacciones posteriores entre el metal y los gases en la atmósfera.

La corrosión acuosa es más común que la anterior y consiste en el deterioro de los metales y, en especial, de las aleaciones, cuando un electrolito (agua impura) está presente. A temperatura normal, la corrosión acuosa es mayor que la oxidación. Cada metal tiene una tendencia o potencial para ionizarse o corroerse en un medio acuoso. Los iones que forma tienden a salir a la solución y depositarse sobre su superficie formando manchas. Cuando un metal está en contacto o mezclado con otro, el que tiene una mayor tendencia a ionizarse es el primero en comenzar el proceso de deterioro; así, el metal más noble será protegido de la corrosión por el menos noble.

El proceso de corrosión tiene lugar en varias etapas: un objeto terminado comienza inmediatamente a deteriorarse, aún en una atmósfera corriente; en la etapa inicial de la corrosión atmosférica los depósitos son leves; cuando la corrosión progresa, se desplaza por los límites de los granos del metal y convierte los cristales metálicos en minerales. En la medida que continúa el deterioro, mayores cantidades de metal son convertidas a mineral, y esto causa un crecimiento en el volumen, dejando así la capa original cubierta por corrosión. Ésta puede progresar hasta hacer desaparecer todo el metal, pero dentro de ella se conserva la capa que representa la superficie original del objeto, la cual puede retener evidencias de manufactura y ser recuperada y preservada con una conservación adecuada.

Principios generales aplicables a la conservación de objetos metálicos:

- Eliminar polvo, grasa, depósitos calcáreos, productos pulverulentos de corrosión.
- Estabilizar la pieza neutralizando agentes dañinos.
- Brindar protección superficial natural o inducida.

Procedimientos generales para la conservación:

- Limpieza general con solventes volátiles o detergentes no iónicos. Enjuague con agua corriente, desmineralizada o desionizada.
- Tratamientos químicos por inmersión completa o en forma localizada. Con soluciones ácidas o alcalinas.
- Intervenciones mecánicas, con paños, esponjas o cepillos.
- Secado con aire caliente.

- Se debe cuidar de no eliminar la pátina noble que se generó con el tiempo y de ser necesario proteger con un recubrimiento para evitar un nuevo ataque.
- Si la pátina se perdió por alguna causa, dejar el metal de base expuesto a los agentes ambientales es muy riesgoso, ya que el nivel de polución actual reinicia los ataques inmediatamente. Dado que la obtención de la pátina natural es un proceso de largo plazo, puede optarse por recrearla conforme a la original, pero por un proceso químico controlado.

Protección de objetos metálicos

Una vez que se ha limpiado el objeto metálico es necesario protegerlo contra un ataque posterior de su entorno, para eso hay dos opciones posibles:

- 1) Intervenir sobre el entorno:
 - a) Se controlarán las condiciones de temperatura, humedad ambiente, irradiación solar o artificial.
 - b) Se acondicionará los contenedores de los objetos, tratando de que los mismos sean lo menos agresivos posibles con el objeto.
- 2) Intervenir sobre el objeto:
 - a) Por creación de una capa de inhibición, por estabilización o modificación de los productos de alteración.
 - b) Por formación de una capa protectora natural "pátina" por medio de ataques químicos controlados que reaccionan con el sustrato metálico.
 - c) Por formación de una capa protectora artificial. Provisión de un recubrimiento protector sobre la base de productos naturales o artificiales que actúan por sacrificio o barrera.

La conservación misma se puede dividir en dos grandes partes: conservación preventiva y tratamiento.

La conservación preventiva

Esta parte está vinculada al estudio y control de las causas de deterioro para prevenir o minimizar el daño de las colecciones.

Las mayores causas que principalmente producen deterioro en las monedas son: luz ambiental, temperatura, humedad, polución atmosférica, la cual incluye el daño debido al contacto o proximidad de los objetos con materiales reactivos usados para el almacenamiento o exhibición.

La humedad es la principal causa de daño en los metales. Juega un importante rol en la mayoría de los procesos químicos de deterioro. Esto

favorece la corrosión de los metales. Los más sensibles son el cobre y el hierro. El primero presenta, habitualmente, pequeñas manchas verdes y el segundo se herrumbra.

La cantidad de agua en el aire se mide como Humedad Relativa Ambiente (HRA). Habitualmente se mide en porcentaje y puede ser definido como la cantidad de agua en una porción de aire dado o la cantidad máxima de agua que el aire puede tener a determinada temperatura.

Por ejemplo 1% significa muy seco y 99% muy mojado. Esta medida depende totalmente de la temperatura. Cuando la temperatura aumenta, la HRA disminuye y viceversa. En el caso de los objetos metálicos, se conservan mejor en un ambiente muy seco, con niveles de HRA por debajo del 40%; mientras que el hierro en particular necesita niveles de HRA inferiores al 20%.

Es importante, además, que el nivel de HRA sea constante durante todo el tiempo, ya que las fluctuaciones podrían poner a los objetos en peligro.

- La temperatura afecta la HRA y, por lo tanto, ésta es la razón por la que debe ser controlada y mantenida a un nivel constante. Una temperatura deseable ronda los 20 grados centígrados.

- La luz ambiente es otro de los factores que pueden alterar un objeto. Las monedas sólo pueden ser afectadas indirectamente. Esto es debido a que la luz solar o iluminación dentro de los exhibidores puede hacer variar la temperatura y, como dijimos anteriormente, la fluctuación es lo que puede perjudicar a los objetos metálicos.

- Contaminantes atmosféricos

Dentro de esta categoría encontramos una gran cantidad de sustancias que, combinadas con el oxígeno y la humedad, reaccionan con las monedas, produciendo diversos grados de corrosión. En general, los contaminantes son totalmente dependientes del lugar donde estemos ubicados, pero existen diversas técnicas para evitar el contacto de éstos con nuestro material de trabajo.

Además, otra de las fuentes de contaminación sobre todo del tipo químico, son los materiales utilizados para la construcción de los exhibidores, o lugares de depósito de los materiales.

Como regla de oro, debemos considerar la siguiente: la base de la prevención es la inspección regular.

Tratamiento

La metodología y los avances científicos deberían conducir cualquier intervención relacionada con el tratamiento de cualquier objeto incluidas las monedas.

Las etapas del tratamiento son:

- Revisión del objeto
- Registro
- Diagnóstico
- Acción
- Registro
- Cuidado

Revisión del objeto

Todos los tratamientos deben ser precedidos por una rigurosa inspección del objeto, la cual debe permitir conocer todos sus aspectos.

Este análisis responderá cuestiones referentes al tipo de aleación, la tecnología utilizada para su fabricación, la determinación de la corrosión producida, su grado de dureza, determinación de si la corrosión esta activa o no, etc. Durante esta revisión, los responsables obtendrán información relacionada con la autenticidad del objeto, participando de esta manera su análisis y estudio.

Esta investigación ayudará a los responsables a tomar la decisión sobre el mejor tratamiento que puede resolver un problema específico y tener en cuenta las consecuencias de cada acción tomada. Las respuestas más acertadas pueden ser derivadas de diversos métodos fisicoquímicos de análisis, tales como: fluorescencia de rayos x, radiografías, microscopios electrónicos, y muchas otras técnicas, que han dado excelentes resultados aplicados al caso de las monedas, no sólo para su conservación, sino también para su análisis y estudio.

De no contar con esta posibilidad, existen algunas técnicas menos sofisticadas que pueden ayudar para esta tarea. Éstos pueden ser un microscopio con buena capacidad de magnificación, tests químicos sencillos, uso de balanza electrónica para determinar pesos y las radiografías, una herramienta ampliamente utilizada por los conservadores de monedas.

Registro

La toma de registros es una práctica habitual, tanto por razones científicas como administrativas. Este registro debería realizarse en cada una de las etapas del trabajo e incluir tanto el fotográfico como el escrito, en el que se debe detallar el trabajo realizado, los materiales usados, las fechas y los nombres de los responsables del trabajo.

Estos registros contribuyen a:

- El estudio del objeto en sí mismo, debido a los detalles que guarda como un todo. Muchas veces, durante un tratamiento se descubren ciertos

elementos que fueron dejados de lado por el análisis numismático en particular.

- El avance de la conservación, debido a que sin registros no es posible de estimar el éxito o fracaso de alguna técnica o método.

- Brindar información a futuras generaciones sobre materiales, técnicas y metodologías utilizadas. Este registro puede ser generado a partir de fichas manuales individuales de cada objeto, o a través de bases de datos computarizadas lo que permite, además de la toma de registros, una forma sencilla de intercambiar conocimiento vinculado a la conservación y sus técnicas y materiales.

Diagnóstico

Esta etapa deberá determinar cuáles son las etapas a seguir, cumplidas las dos etapas anteriores, en función de la determinación del problema y el conocimiento del mismo.

Las acciones a tomar deben ser consideradas en este orden: limpieza, estabilización o reparación.

Cada moneda en particular, o grupos de monedas, deben ser consideradas en forma particular, debido a que cada una involucra situaciones particulares que deben ser tenidas en cuenta al momento de realizar el tratamiento.

La selección de uno o varios tratamientos depende de varias situaciones y consideraciones:

- Las aleaciones y técnicas utilizadas para su fabricación. La determinación del tipo de metal y su estado actual, permiten clarificar la condición y un posible camino a seguir. Existen situaciones donde una moneda es considerada como de plata, pero ocurre que el porcentaje de este metal es tan bajo, que solo fue utilizado en su fabricación para "disimular" un valor, como ocurre con los antoninianos romanos tardíos, que poseen menos del 5% de plata en su aleación y el resto es cobre.

- Si la moneda proviene de una excavación arqueológica o nunca estuvo enterrada, o sellada en ambientes con condiciones particulares de temperatura y humedad. Son típicas las diversas pátinas de las monedas antiguas, las cuales varían su coloración dependiendo de la zona donde fueron hechas las excavaciones.

- La condición de la moneda, si está con un grado muy alto de corrosión, o se encuentra en buen estado, pero con una condición de suciedad muy alta.

- Si se determina un grado de corrosión, es de fundamental importancia determinar si el proceso se encuentra aún activo, o ya está estabilizado.

- Si se utilizan las monedas para realizar la determinación de fechas.

- Otros análisis necesarios aparte de la identificación

- Proceder en función de si es una moneda para exhibición o para referencia de una colección.

Las respuestas a los ítems anteriores, determinan de alguna forma las decisiones a tomar para la selección del proceso adecuado a seguir.

Limpieza

La limpieza de monedas es un trabajo delicado. Cualquier técnica utilizada de forma inadecuada puede dañar irreparablemente detalles o producir la pérdida de marcas muy delicadas de acuñación, tales como marcas de cabello, o detalles muy pequeños en los sectores más elevados de los diseños.

También se pueden perder evidencias muy valiosas que solamente aparecen en las zonas superficiales, tales como baños de metal.

Por esto es que se prefiere utilizar los métodos más controlables para la limpieza. Los más utilizados son los métodos mecánicos con herramientas simples (por ejemplo, utilizar palillos de bambú para la remoción de incrustaciones), y la asistencia de elementos que permitan magnificar la vista de la moneda o la zona completa a limpiar y que hacen las veces de los ojos del responsable de la limpieza.

Éste es el único método que asegura la conservación de las pátinas, un objetivo de conservación muy deseable como principio de preservación mismo.

Los demás métodos, como la utilización de productos químicos, electrólisis, aire comprimido, aunque no son fácilmente controlables, sirven en algunas situaciones.

La siguiente etapa es lograr la estabilización de los materiales, con el objetivo de impedir su deterioro. Con el uso de ciertos métodos o productos químicos se intenta principalmente extraer o inactivar cloruros, principales causantes de la corrosión de la mayoría de las aleaciones.

Reparación

Es muy poco probable que una moneda necesite ser reparada. En general, lo que puede causar que deba ser reacondicionada, son perforaciones hechas, para que estas sean utilizadas como colgantes o soldaduras, las cuales son originadas por adecuar la moneda para ser utilizada como botón o colgante. Indudablemente que el proceso de reparación, en general produce otros daños y es necesario evaluar si conviene la reparación o mantenerla en el estado actual.

Protección

Finalmente, es necesario el resguardo del material, lo que incluye el recubrimiento de las monedas con medios adecuados: transparentes, duraderos e inertes, para protegerlas de futuros deterioros. Las condiciones de almacenamiento y exhibición citadas anteriormente, deben ser tenidas en cuenta estrictamente.

Todo material utilizado durante el tratamiento debe ser reversible, esto implica que, pueda ser removido en el momento en que se requiera, y éste es otro de los principios básicos de la conservación. Debemos tener en cuenta que la conservación de las monedas no sólo es un procedimiento para su colección y presentación, sino también para el estudio de las mismas.

El objetivo de la conservación puede ser definido de la siguiente manera: Obtener la mayor cantidad de la información disponible con respecto a la autenticidad de las monedas, teniendo además la obligación de preservarlas para el futuro.

Agradecimiento

Un especial agradecimiento a las profesoras Mariela Arese y Silvina Gigena que han tenido el buen gesto de leer y corregir los borradores de este trabajo.

Bibliografía

- BAKULA, CECILIA. 1995. *Cleaning and preservation of coins*. Museum of the Central Reserve Bank of Peru. Memoria de ICOMON Proceedings: Stavanger (Noruega) 1995 – Viena (Austria) 1996. Museo Casa de la Moneda.
- CRONYN, J. M. 1990. *The Elements of Archaeological Conservation*. Routledge, New York, citas tomadas de *Notas sobre la restauración y conservación de los metales precolombinos* de Juanita Sáenz Obregón.
- FERNÁNDEZ BOAN, ALICIA. 2003. *Conservación de bronces al exterior*. Santiago de Chile.
- HERBERT, ALAN. 1995. *Coin Clinic: 1001 Frequently Asked Questions*. Krause Publications.
- HOGUE, ROBERT. W. 1995. *Conservations rules for coins and medals*. Memoria de ICOMON Proceedings: Stavanger (Noruega) 1995 – Viena (Austria) 1996. Museo Casa de la Moneda.
- LYKIARDOPOULOU, MARINA. 1995. *Conservation of numismatic collections*. Memoria de ICOMON Proceedings: Stavanger (Noruega) 1995 – Viena (Austria) 1996. Museo Casa de la Moneda.

- PIFFERETTI, ADRIÁN A. 2001. *Algunos casos de corrosión por terrenos en aleaciones de cobre de origen arqueológico*. Jornadas SAM-CONAMET-AAS 2001, Septiembre de 2001 págs. 787-794. Argentina.
- SÁENZ OBREGÓN, JUANITA. 1990. *Notas sobre la restauración y conservación de los metales precolombinos*. Boletín del Museo del Oro, No. 28 de 1990. Banco de la República. Colombia.
- SCHARLOO, MARJAN. 1995. *Designs for posterity. Conservations problems of coins and medals*. Memoria de ICOMON Proceedings: Stavanger (Noruega) 1995 – Viena (Austria) 1996. Museo Casa de la Moneda.