
Notas del ICC

4/1

Las versiones en inglés y francés de esta publicación, así como sus modificaciones posteriores realizadas por el Instituto Canadiense de Conservación (ICC), se consideran las versiones oficiales. El ICC no asume ninguna responsabilidad por la exactitud o confiabilidad de esta traducción al español.

Cómo Identificar Metal Arqueológico

Introducción

"¿De qué está hecho esto?", es una de las primeras y más frecuentes preguntas que surgen tras el hallazgo de una pieza arqueológica. La composición material de un objeto está siempre relacionada con su función, por ende, esta información es fundamental para la investigación arqueológica. De igual manera, la identificación de los materiales constitutivos es el primer paso para poder proponer medidas preventivas o tratamientos de conservación.

Desafortunadamente, puede ser muy difícil determinar la composición material de los objetos arqueológicos. Esto no solo se debe al hecho de que frecuentemente se trata tan solo de fragmentos, sino que también a que el entierro altera su composición. Los trozos encontrados corresponden al material que mejor ha sobrevivido en una química particular de un sitio determinado. La mayoría de los objetos metálicos están compuestos por más de un tipo de metal, y cada uno contribuye con sus características únicas al total, haciendo así más complejo el problema. Conocer las características de los diversos metales, cuándo fueron producidos y cómo fueron utilizados, ayudará a su identificación (ver "Bibliografía" para buenas fuentes de información). Esta Nota describe una

serie de características que pueden ser evaluadas para distinguir diferentes metales.

Cómo Identificar Metales *in situ*

Los metales más comúnmente encontrados en los sitios arqueológicos son el hierro fundido o forjado, el cobre y sus aleaciones (latón, bronce), el plomo, el estaño y sus aleaciones (peltre, peltre de Britannia) y el zinc (ya sea en forma de enchapado o en aleación con cobre o plomo). Es posible encontrar metales preciosos como plata y oro enchapados sobre un metal base, o como monedas y joyas. La probabilidad de encontrar un metal o una aleación particular en un lugar determinado depende del contexto cultural del sitio; por ejemplo, un metal plateado encontrado en un sitio del siglo XVI y dentro de un depósito bien sellado, no debiera ser aluminio (y si los análisis probaran lo contrario, esto indicaría que el sitio fue alterado).

La mayoría de los metales pueden ser identificados hasta cierto punto utilizando las siguientes observaciones. Aunque no es probable poder identificar las aleaciones específicas *in situ*, es usualmente posible clasificar las piezas de acuerdo al tipo de aleación, para luego realizar un análisis elemental detallado en el laboratorio.

Herramientas simples, tales como un imán y una lupa de bajo aumento, ayudarán a realizar estos exámenes.

Tipo de objeto

Las propiedades de un metal tales como la dureza, la resistencia, la facilidad para trabajarlo, el peso, la reactividad química, el punto de fusión y su aspecto, determinan el cómo se utiliza. Por lo tanto, identificar un artefacto y saber cuál es su función puede ayudar a reconocer el o los metales presentes. Por ejemplo, el hierro fundido y el forjado pueden ser difíciles de distinguir, pero conocer la función del artefacto puede ayudar a identificar el tipo de hierro usado. Los objetos muy duros y resistentes, como las hojas de espada y las cabezas de hacha, son forjadas en acero y hierro; mientras que objetos como proyectiles huecos (bombas de mortero o granadas) que son creados para destrozarse, o cuando la dureza no es primordial (ollas para cocinar), se usa hierro fundido.

En algunos casos, la situación es opuesta y la identificación del metal ayuda a identificar el objeto. Por ejemplo, una moneda de un sitio del siglo XVI en Canadá, muy corroída y rota, no fue identificada como tal hasta que se determinó que estaba hecha de plata.

El metal blanco es particularmente difícil de identificar *in situ*; el estaño, el zinc, la plata, el cromo y el níquel han sido utilizados para enchapado en diferentes momentos de la historia. La identificación del objeto proporcionará claves sobre el tipo de enchapado; por ejemplo, un metal blanco en un sartén de cobre, probablemente sea estaño.

Corrosión

Casi todos los metales se corroen cuando están enterrados. Los productos de la corrosión pueden formar capas delgadas y coherentes, o bien capas gruesas que desfiguran la corteza y oscurecen los detalles del objeto. Pueden proteger el metal subyacente o pueden contener sales que causarán mayor corrosión después de

la excavación (para mayor información sobre corrosión, ver Nota del ICC 9/1 *Cómo Reconocer la Corrosión Activa*). Estos productos de la corrosión tienen colores distinguibles y algunos son intensos, y constituyen la primera clave visual que indica la composición del metal subyacente, reflejando tanto el tipo de metal como la química del suelo.

La corrosión del hierro usualmente toma la forma de óxido, un término genérico para describir los oxihidróxidos del hierro, o los minerales que se forman cuando el hierro metálico reacciona con el oxígeno y el vapor de agua, creando una costra que puede tener tonalidades de café, café rojizo, amarillo o naranja. En los suelos con alto contenido de fosfato, el hierro puede formar vivianita (fosfato de hierro azul). Un objeto de hierro quemado puede tener directamente sobre el metal una capa de hematita (óxido de hierro) de color rojo profundo. La magnetita (también un óxido de hierro) puede estar presente directamente sobre el hierro como una capa delgada, oscura y coherente. La magnetita en el hierro luce similar a la pátina oscura que se forma en el cobre; pero como el hierro con poca corrosión es magnético y el cobre no lo es, pueden ser fácilmente diferenciados con la ayuda de un imán.

La corrosión en el cobre se compone usualmente de una costra que varía su color en tonalidades de azul y verde (los carbonatos de cobre, la azurita y la malaquita), las que se encuentran sobre una capa de polvo rojo o una capa oscura compacta. Manchas más suaves de corrosión en color verde pálido pueden ser visibles en las capas. El cobre y sus aleaciones pueden estar levemente corroídos con una pátina delgada y oscura. El latón (una aleación de cobre y zinc) podría presentar bigotes blancos de corrosión de zinc, aunque esto rara vez ocurre en el latón arqueológico ya que esta corrosión se disuelve al estar enterrada, dejando una superficie rica en cobre. Los bronce con alto contenido de plomo, pueden presentar pintas de

carbonato de plomo blanco donde el bronce se ha separado en forma de pequeñas gotas.

Los productos de la corrosión en el plomo, usualmente carbonato blanco de plomo, forman una capa adhesiva y suave, relativamente pareja sobre la superficie del metal. A pesar de que es poco común, es posible encontrar óxido rojo de plomo en objetos arqueológicos. El peltre (una aleación de plomo con un alto contenido de estaño) como también el peltre de Britannia (otra aleación con alto contenido de estaño [estaño/antimonio/cobre] que se parece mucho al peltre) desarrollan protuberancias de corrosión o bien capas gruesas, duras, desfigurantes y agrietadas. El contacto con el suelo decolora la capa de corrosión exterior del plomo puro y de las aleaciones de estaño.

La plata puede verse plateada cuando es recién excavada, pero al exponerse a la luz, su superficie se pondrá de un color gris púrpura debido a la foto sensibilidad del cloruro de plata, producto común de la corrosión en la plata arqueológica. Tanto la plata como el oro son a menudo aleados con cobre, formando una corrosión de color verde o rojizo, lo que indica la presencia de un metal precioso degradado.

Color del metal

El color de un metal es un indicador de su composición, antecedente que es poco fiable por sí mismo. Por lo tanto, el color del metal debe ser examinado solo si existen superficies expuestas, y no se debe rasguñar la corrosión ya que esto podría marcar el objeto de manera permanente.

El hierro que ha sido raspado para eliminar la corrosión se ve de color plateado o gris. Si el suelo contiene cobre disuelto, es posible que durante el período de entierro la superficie de hierro forme un enchapado de cobre metálico. El cobre puro tiene un matiz rojizo y el latón es bastante amarillo. El oro puro es también amarillo, pero tiene un brillo diferente al latón.

El bronce varía su tonalidad desde un tono oro más cálido que el latón hasta un café dorado, dependiendo del contenido de estaño y de plomo. Las aleaciones no pueden ser diferenciadas solamente por su color. Existen diversas tonalidades de amarillo, rojo, blanco y plateado que son características del oro, la plata y de las aleaciones de cobre; lo que origina términos descriptivos tales como oro rojo (una aleación de oro y cobre) y oro blanco (oro con un alto contenido de plata). La plata-níquel, conocida por diferentes nombres, es una aleación de cobre, zinc y níquel, que no contiene plata, pero tiene un aspecto plateado.

Estructura cristalina

Todos los metales son cristalinos y la corrosión progresa preferentemente en los límites del cristal (también llamado grano). La forma que tienen los cristales es específica según la composición y el método de manufactura de cada metal en particular. Para examinar la estructura del cristal, observe cualquier borde roto y las superficies expuestas del artefacto.

Los metales que han sido tratados químicamente para eliminar su corrosión, a menudo quedan con marcas. Algunas estructuras identificables incluyen dendritas en aleaciones de cobre fundido, las que se forman a medida que el metal se enfría en un molde, separándose en fases ricas en cobre, zinc o latón. El hierro forjado se corroe a lo largo de los granos de las inclusiones de sílice en el metal, dándole un aspecto fibroso. El hierro fundido presenta una fractura quebradiza, y puede ser posible visualizar cristales en forma de agujas perpendiculares a la superficie del objeto.

Atracción magnética

Los objetos de hierro (o aquellos que lo contienen) muestran una atracción por los imanes en su superficie, cuya fuerza indica la cantidad y ubicación del hierro. Incluso un objeto de hierro completamente corroído atrae levemente a un imán. El níquel es otro metal con propiedades magnéticas, es resistente a la corrosión

y es frecuentemente usado para enchapados y aleaciones resistentes a la corrosión (donde probablemente no habrá suficiente cantidad para detectarlo magnéticamente). La plata-níquel no es magnética.

Enchapado

El enchapado (aplicación de un metal sobre otro) se realizaba utilizando varios métodos y por diversas razones; por ejemplo, las ollas de cobre estañado y las latas de estaño (hierro estañado) eran enchapadas con fines utilitarios, mientras que el enchapado de botones, medallas y joyas perseguían fines decorativos. Los tipos más comunes de enchapado realizados antes del siglo XIX eran hechos de estaño, plata y oro; y los metales base incluían cobre y aleaciones de cobre con hierro, cuyos productos de la corrosión a menudo oscurecen el enchapado. Las primeras formas de enchapado se realizaron sumergiendo el metal base en un metal fundido para enchape, o bien mediante la fusión de láminas del metal de enchape sobre la base. El recubrimiento electrolítico (galvanoplastia), una técnica desarrollada en el siglo XIX, proporciona un recubrimiento más delgado y más uniforme que los métodos previos. El proceso de galvanizado se refiere a un enchapado de zinc sobre hierro, lo que se hizo popular en el siglo XIX. Un revestimiento diamantado indica que el hierro fue galvanizado al sumergir una lámina en zinc fundido. El recubrimiento electrolítico de zinc carece de este brillo.

Peso, densidad y dureza relativa

Los metales que son similares en apariencia pueden en ocasiones ser diferenciados por su peso, densidad y dureza relativa. La evaluación de estos factores no debe involucrar el raspado de la superficie u otra prueba invasiva.

Tanto el aluminio como el plomo son de color gris plateado, pero el aluminio es muy liviano en comparación con el plomo. Los bronce con alto contenido de plomo son más pesados que el latón o el cobre. El hierro forjado altamente corroído es más liviano que el metal

sólido y la forma del objeto podría distorsionarse con la corrosión; por el contrario, el hierro fundido gris altamente corroído es muy liviano y suave (debido al carbón en forma de escamas de grafito que no se corroe) y mantiene las dimensiones originales del objeto.

Método de fabricación

Las huellas de fabricación o de uso proporcionan muchísima información acerca de la historia de un objeto. Las líneas de rebaba que deja un molde pueden ser visibles en un metal fundido, o la estructura cristalina puede ser consistente con el metal que al enfriarse se separó en fases. Pueden haber quedado marcas de las herramientas utilizadas para martillar o para otros métodos de acabado de la superficie, tales como el uso de un torno (aprender a reconocer las marcas dejadas por las herramientas es muy útil al estudiar los metales). El patrón de corrosión también puede indicar el método de fabricación empleado, puesto que los metales que eran trabajados de manera mecánica y que no eran adecuadamente templados para liberar el estrés en la estructura cristalina, se corroerán en las áreas de estrés.

A menudo los objetos de hierro y de cobre eran vueltos a trabajar utilizando métodos mecánicos. Es posible encontrar evidencias de este tipo de reciclaje en sitios de Norte América, donde los pueblos aborígenes tenían acceso a objetos importados de Europa.

Marcas del fabricante

Estas indican con exactitud el tipo de metal, y pueden ser identificadas con precisión al consultar catálogos de marcas de fabricantes. El oro, la plata, la electroplata (plaqué) y el peltre usualmente están marcados.

Pruebas de Laboratorio

Se pueden usar análisis elementales de laboratorio para complementar la identificación inicial en terreno. Los resultados podrían responder interrogantes en relación a los elementos que se encuentran presentes,

pero no pueden proporcionar información definitiva sobre la estructura metálica. Se recomienda consultar a un experto en metalurgia en caso de que se requirieran análisis detallados de los métodos utilizados en la fabricación de un objeto.

Pruebas químicas a la gota y pruebas con piedra de referencia

Las pruebas químicas a la gota requieren de una superficie metálica limpia, productos químicos especializados y un set de metales de referencia de composición conocida. Primero se disuelve una pequeña porción del metal que se va a identificar, ya sea química o electrolíticamente, y luego estando disuelto es puesto en contacto con un reactivo químico que reacciona produciendo un color específico para dicho metal (esto equivale a inducir la formación de productos de corrosión, que son compuestos de color). El metal puede entonces ser identificado al comparar los resultados con los estándares de referencia. Desafortunadamente, los metales arqueológicos corroídos están a menudo compuestos por más de un metal, factor que puede distorsionar los resultados. De igual manera, en ocasiones hay sales disueltas en la superficie del metal provenientes del ambiente del entierro, las que pueden reaccionar con el reactivo interfiriendo en los resultados.

Las pruebas con piedra de referencia o método de la raya, se realizan al raspar el metal sobre una piedra de referencia, la que tiene una superficie blanca, dura y opaca. El color de la raya producida sobre la superficie es característico para los metales presentes, pero la imprecisión de esta técnica limita su validez.

Análisis instrumental

El mejor método para registrar visualmente una colección de metales es la radiografía, ya que proporciona muchísima información, incluyendo la verdadera forma del objeto, la ubicación y la extensión de la corrosión. En una radiografía, los diferentes metales aparecen con diferentes

densidades. El enchapado (ya sea oro, plata o estaño) aparece como una línea luminosa en la superficie. Los productos de la corrosión que son más densos que el metal subyacente (como magnetita compacta en hierro corroído) también se ven como una capa independiente. La fisura de la corrosión por estrés es visible, como también las uniones soldadas y las líneas de soldadura. Es posible leer monedas corroídas a partir de una radiografía, y si existieran marcas del fabricante se verían claramente.

Para identificar un metal de manera más precisa, comúnmente se utiliza la espectrometría de energía de rayos X (también descrita en textos como espectrometría de dispersión de energía de rayos X, o EDS). Esta es una técnica no destructiva, en la que una pequeña área de la superficie de un objeto es bombardeada con rayos X, causando que los átomos del metal emitan rayos X secundarios (energía) que son característicos de los elementos presentes. Las espectrometrías EDS solamente analizan la superficie, la que en el caso de las aleaciones frecuentemente no refleja la composición real del metal subyacente. (Las superficies de las aleaciones contienen menos metales propensos a la corrosión, como podría ser el caso de la disminución del zinc en la superficie de un objeto de latón. Los objetos también pueden captar otros metales durante el entierro, los que alterarían los resultados de los análisis). Si el objeto ha sido enchapado, la espectrometría EDS no discriminará entre el enchapado y el metal subyacente. Este análisis proporciona una idea de la cantidad relativa de metal presente, pero no es posible obtener información precisa de los objetos que tienen formas irregulares o de aquellos cuya superficie no es representativa del objeto completo. A pesar de estas desventajas, la espectrometría EDS responde adecuadamente la mayoría de las interrogantes pertinentes a los objetos arqueológicos, tales como si un artefacto es de bronce o de latón, de peltre o peltre de Britannia. Si requiere

mayor información, se puede perforar un pequeño agujero en el cuerpo del metal para exponer el material no corroído o se puede sacar un pequeño fragmento para preparar una muestra pulida para una metalografía (análisis de la estructura cristalina) y un microanálisis de rayos-X.

El análisis de activación por neutrones (AAN) puede ser utilizado para detectar trazas de elementos y obtener información cuantitativa precisa. Se obtiene una muestra pequeña de una sección del metal sin corrosión y se irradia en un reactor nuclear. El reactor produce neutrones que reaccionan con el núcleo de los elementos de la muestra, causando la emisión de rayos gamma. La medición de la intensidad de los rayos gamma proporciona una huella, tanto en base al tipo de elementos presentes, como también a su cantidad. El análisis AAN ha sido utilizado para examinar colecciones de artefactos hechos de cobre y de aleaciones de cobre provenientes de sitios ubicados en Norte América. La técnica es lo suficientemente precisa como para diferenciar entre artefactos hechos a partir de cobre metálico de fuentes naturales (cobre nativo) y aquellos de cobre fundido de origen mineral.

Conclusión

Cuando se trabaja en terreno o se planifica el cuidado de una colección de objetos arqueológicos, a menudo es válido conocer los diferentes tipos de metales que se encuentran presentes (es decir, hierro, cobre o aleaciones de cobre, metal blanco, plomo o aleaciones de estaño). En caso de que exista alguna duda, nunca se debe clasificar un metal como una aleación específica o como composición. La información equivocada es mucho más confusa que una identificación general incompleta pero correcta.

La identificación de metales arqueológicos contribuye al adecuado tratamiento y cuidado de los artefactos metálicos, asegurando su permanencia como recurso válido para futuras investigaciones.

Bibliografía

Child, R.E., and J.M. Townsend, eds. *Modern Metals in Museums*. London, UK: Institute of Archaeology Publications, 1988.

Corbeil, M.-C. "X-ray Spectrometry at CCI". *CCI Newsletter* N° 17 (March 1996), pp. 5–6.

Hancock, R.G.V, et al. "Distinguishing European Trade Copper and North-eastern North American Native Copper". *Archaeometry* 33, 1 (1991), pp. 69–86.

Hodges, H. *Artifacts*. New York, NY: Praeger, 1984.

Light, J.D. "A Field Guide to the Identification of Metal". pp. 3–19 in *Studies in Material Culture Research* (edited by K. Karklins). California, PA: Society for Historical Archaeology, 2000.

Light, J.D., and H. Unglik. *A Frontier Fur Trade Blacksmith Shop 1796–1812*. Studies in Archaeology Architecture and History. Ottawa, ON: National Historic Parks and Sites Branch, Parks Canada, Environment Canada, 1984.

Rogers, B.A. *The Nature of Metals*. Cambridge, MA: The M.I.T. Press, 1964.

Tite, M.S. *Methods of Physical Examination in Archaeology*. London, UK: Seminar Press, 1972.

Watkinson, D., ed. *First Aid for Finds*. London, UK: The British Archaeology Trust, 1987.

Escrito por Judy Logan

Versión disponible en inglés y francés en Government of Canada, Canadian Conservation Institute: www.canada.ca/en/conservation-institute.html

Versión en español disponible en www.cncr.cl

Versión en español por CNCR-DIBAM.

Traducción: Gloria Alveal.

Revisión: Amparo Rueda de APOYOnline, Soledad Correa y Paloma Mujica.

© Government of Canada, Canadian Conservation Institute (CCI), 2002.
Revisado en 2007

Cat. N° NM95-57/4-1-2007E

ISSN 0714-6221

© Centro Nacional de Conservación y Restauración (CNCR), 2017.

ISSN 0717-3601

Permitida su reproducción citando la fuente.