

Capítulo 1. Metales puros

1.1 Introducción

Desde tiempos remotos el hombre vio la necesidad de fabricar artefactos con diferentes materiales para su defensa y uso cotidiano. La invención de utensilios y herramientas de piedra constituyó una etapa en su desarrollo físico e intelectual dando el nombre a un periodo de la historia denominada como la Edad de Piedra. Los utensilios de piedra más antiguos hechos por el hombre o sus predecesores, son las herramientas de guijarros encontradas por Leakey, R. y Lewin, R. (1994) [1] en Kenia, datadas en 2,6 millones de años de antigüedad.

Con la evolución y desplazamiento hacia otros continentes, el hombre conoció los metales atraído por su brillo, su dureza y su apariencia comparados con la piedra. El oro, la plata y el cobre fueron los primeros metales que el hombre utilizó, ya que los pudo encontrar puros en la naturaleza. No se sabe a ciencia cierta cuando el hombre empezó a utilizar estos metales destinados a fabricar utensilios y herramientas.

El oro, sin duda fue el metal más antiguo trabajado por el hombre y su uso se remonta un periodo entre los años 7.000 a 6.000 a. C., Johnson, A. B., et All (1980) [2]. La figura 1, corresponde un casco-peluca, equipo de guerra del rey en Ur de Caldea encontrado en la tumba real por el profesor Leonard Woolley en 1924, fabricado con una aleación natural de oro y plata, fechado 2.600 años a. C. En casi todas las culturas que se desarrolla-

ron en diversos lugares del mundo, hay evidencias de que el hombre conocía y trabajaba el oro.

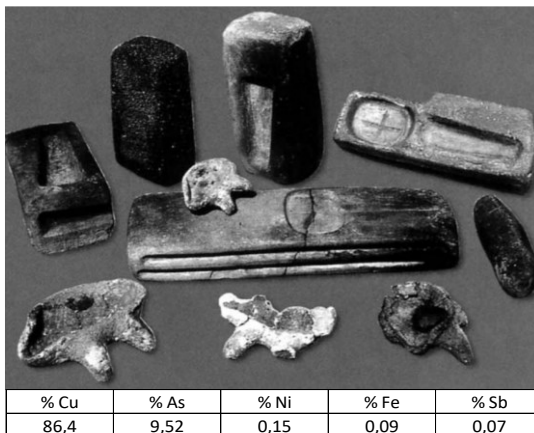
Figura 1: Casco-peluca, equipo de guerra del rey en Ur de Caldea



Fuente: : CNHS (2012). *Les métaux au fil de l'Histoire*. Museo de Bagdad.

El cobre nativo fue utilizado por el hombre a finales del paleolítico superior (7.000 años a. C.), para fabricar utensilios, herramientas y armas rudimentarias calentando el metal y modelándolo con martillo de piedra, dando el nombre a otra era de la historia de la humanidad conocida como la Edad del Cobre, que inicia hacia el quinto milenio a. C. En la figura 2, se muestran algunas herramientas y utensilios fabricado con cobre nativo en Çayönü Tepesi, Asia Menor.

Figura 2 : Herramientas y utensilios fabricado con cobre nativo.



Fuente: Özba, H. (2001). *Anatolian metallurgy*. University Istanbul.

En Aşıklı Höyük Anatolia (Turquía) se hallaron pequeñas cuentas (esferas perforadas) y alfileres de cobre martillado, correspondientes al período comprendido entre los siglos IX y VII a. C. Estos utensilios fueron elaborados en cobre nativo sin fundir y trabajados en frío, Özbal, H. (2001) [3].

Para el avance de la metalurgia, como la conocemos hoy, fue necesario desarrollar varias tecnologías básicas sin la cuales habría sido imposible obtener metales con las propiedades físicas y químicas requeridas por la industria.

El dominio del fuego, la obtención del carbón vegetal y la fabricación de utensilios de arcilla refractaria conformaron la base fundamental para lograr obtener metales y aleaciones a partir de minerales. Con el dominio y control el fuego el hombre empezó a deformar los metales en caliente y luego al calcinar los minerales lo llevó a descubrir por ensayo y error la reducción de óxidos hasta obtener metales puros.

Con el conocimiento tecnológico para fabricar la cal (CaO) a partir de la piedra caliza, logró bajar el punto de fusión de los minerales formando escorias que a su vez permitían eliminar las impurezas durante el afino de metales con la misma escoria.

Otros procesos más complejos para obtener metales y eliminar las impurezas se fueron desarrollando a través de los siglos junto con otros adelantos tecnológicos que permitieron disminuir el tiempo de fabricación de los aceros y las aleaciones especiales.

1.2 Origen de los metales

Estudios recientes realizados por varios investigadores del Instituto Harvad-Smithsonian Center for Astrophysics, Edmonf, P. (2013) [4] consideran que, cuando el Universo acababa de nacer casi todo era hidrógeno. Los elementos pesados que conocemos en la actualidad, como el oro, Alberganti, A. (2013) [5], la plata, el uranio, el hierro y el níquel entre otros no existían, y fueron formándose poco a poco por reacciones nucleares de millones de estrellas que al morir los liberaron al espacio. Así, esos metales pesados pasaron a formar nuevas generaciones de estrellas, entre ellas el Sol, pudiendo formar además nuevos planetas.

Para "generar" estos elementos pesados se requiere de una gran cantidad de energía. Elementos muy densos como el oro, el uranio o el plomo se

crearon mediante un sistema que los científicos conocen como "proceso-r", nombre que deriva de los términos "captura rápida de neutrones". Ya en 1957, los físicos Hans Suess y Harold Urey demostraron que era necesaria alguna forma de captura rápida de neutrones para forjar esta clase de elementos, y que todos ellos debieron empezar a existir en alguna parte del Universo, en un lugar en el que se dieran las condiciones extremas con una enorme cantidad de neutrones. Los científicos se refieren a la explosión de estrellas gigantes o la fusión de estrellas de neutrones.

De esta forma, elementos pesados como el oro, la plata, el plomo, el platino se crearon durante las explosiones de estrellas de neutrones en el interior de galaxias enanas, llegando a formar parte de nuevas estrellas y asteroides y terminaron en la tierra por colisión de asteroides o la caída de meteoritos. La tierra primitiva era una gran bola de materiales fundidos, y los materiales más pesados como el hierro y el níquel se hundieron así el centro formando el núcleo.

Estudios de los meteoritos que han caído a la tierra como los de Odessa y Coahuila han demostrado que contienen elementos pesados como el hierro, el níquel y el cobalto, George, F., et All (2001) [6].

1.3 Los metales puros

A nivel atómico los metales son inestables desde el punto de vista energético. En la naturaleza son susceptibles de reaccionar con el oxígeno presente en el aire, en el agua o en otros compuestos. La oxidación se puede definir como la pérdida de un electrón de un átomo (metal) cuando este es químicamente inestable, permitiendo que el átomo reaccione con otro elemento (oxígeno) para formar un compuesto diferente más estable. La oxidación es un proceso electro-químico como el que ocurre en las pilas galvánicas. Los metales se oxidan con relativa facilidad, lo cual explica por qué en la naturaleza la mayor parte se encuentren en forma de óxidos. El oro, la plata, el platino y el cobre son los únicos metales que se encuentran en estado puro en la naturaleza, debido a que la energía para reaccionar con el oxígeno es menor. El oro, D., et All (2001 [7] y el cobre nativo, Pegler, E. (2010) [8], fueron los primeros metales sin fundir que el hombre utilizó para fabricar utensilios y herramientas forjadas en frío con martillo de piedra. Evidencias de diferentes objetos encontrados en todas las civilizaciones a través de la historia (Medio Oriente, Europa Central, Asia, África y América), demuestran que el hombre utilizó estos metales para fabricar todo tipo

de utensilios. En la tabla 1 se puede ver que el oro es el único elemento que tiene un valor de energía interna negativa, es un metal estable y por lo tanto no se oxidará con el oxígeno en condiciones normales a temperatura ambiente (25 °C) y una atmósfera de presión.

Tabla 1: Energía de oxidación de los metales

Metal	Óxido	Energía (Kj/mol de O ₂)	Metal	Óxido	Energía (Kj/mol de O ₂)
Berilo	BeO	1182	Wolframio	WO ₃	510
Magnesio	MgO	1162	Hierro	Fe ₂ O ₃	508
Aluminio	Al ₂ O ₃	1045	Estaño	SnO	500
Zirconio	ZrO ₂	1028	Níquel	NiO	439
Titanio	TiO	848	Cobalto	CoO	422
Silicio	SiO ₂	836	Plomo	PbO ₃ O ₄	309
Niobio	Nb ₂ O ₅	757	Cobre	CuO	254
Cromo	Cr ₂ O ₃	701	Platino	PtO ₂	160
Zinc	ZnO	636	Plata	Ag ₂ O	5
Molibdeno	MbO ₂	534	Oro	Au ₂ O ₃	-80

Fuente: Avner, S. (1974) - Introduction to Physical Metallurgy. McGRAW-HILL

En el caso de la plata y cobre, que también se encuentran en la naturaleza en estado puro, pueden formar óxidos o compuestos más complejos.

1.4 Los metales en los minerales

Los minerales se explotan para aprovechar los elementos químicos que contienen, a diferencia de las rocas industriales de las cuales se valora sus propiedades fisicoquímicas. Los minerales pueden clasificarse en minerales metálicos, de los cuales se extrae el metal que contienen, y minerales no metálicos que se aprovechan para otros fines. Los minerales metálicos se explotan en las minas, donde se encuentran más o menos concentrados en forma de filones o capas sedimentarias.

Todos los metales excepto el oro, el cobre y el platino se encuentran en forma de compuestos (minerales) esparcidos en todo el planeta. Esto se debe a que los metales son inestables en las condiciones de presión y temperatura donde se encuentran. Los metales con electrones libres se combinan con otros elementos para llegar a un estado de equilibrio más estable.

Otros metales se encuentran asociados al oxígeno, al azufre y al fósforo formando compuestos y en otros casos óxidos más complejos que pueden contener varios metales asociados formando moléculas más estables como los sulfuros, los óxidos (simples, múltiples e hidróxidos), los carbo-