



# **Los metales en las sociedades protohistóricas:**

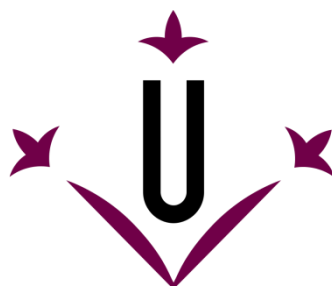
## **Una aproximación**

**Tutora: Núria Rafel Fontanals**

**Alumna: Rosa M<sup>a</sup> Mercado Guirado**

**Historia**

**2015-2016**



**Universitat de Lleida**

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

### **RESUMEN:**

La metalurgia es uno de los factores determinantes en la concepción de la protohistoria. En el presente trabajo se intentan recoger los metales utilizados en este periodo, las técnicas de trabajo propias de cada uno de ellos y las formas extractivas de estos materiales. Procurándose mostrar una perspectiva cronológica en la evolución de las formas de utilización de los diferentes metales. Para concluir el trabajo se intenta integrar el metal en las formas sociales propias de este período, poniendo en relieve la importancia del comercio, los rituales y las nuevas formas de estructuración social, aspectos todos ellos en los que el metal tiene un papel decisivo.

### **PALABRAS CLAVE:**

Élites, Aristocracia, Comercio, Depósitos, Calcolítico, Edad del Bronce, Edad del Hierro, Metal, Metalurgia, Minería.

### **ABSTRACT:**

Metallurgy is a determining factor in the conception of Protohistory. This paper tries to collect the metals used during this period, the working techniques and their mining exploitation. I tried to show a chronological perspective on the evolution of methods using different metals. As a whole, this paper seeks to integrate the metal in the social forms of this period, highlighting the importance of trade, rituals and new types of social structures, showing the decisive role of metals in them.

### **KEYWORDS:**

Elites, Aristocracy, Trade, Hoards, Chalcolithic, Bronze Age, Iron Age, Metal, Metallurgy, Mining

LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Índice

Preámbulo .....	3
Introducción.....	3
Historia de la investigación.....	4
Los metales de la antigüedad .....	6
Cobre.....	6
Aleaciones en base Cobre .....	7
Hierro .....	10
Oro .....	12
Plata y Plomo .....	13
Extracción minera y producción metalúrgica en la Antigüedad: un enfoque teórico ..	14
La minería protohistórica en la Península Ibérica .....	17
La minería romana en la Península Ibérica .....	30
La metalurgia .....	34
Evolución.....	34
Técnicas de trabajo .....	35
El papel de la metalurgia y los metales en las sociedades protohistóricas: producción, circulación y poder .....	37
La circulación del metal .....	37
Rituales.....	39
El surgimiento de las aristocracias guerreras .....	40
Conclusiones.....	42
Bibliografía.....	46

## Preámbulo

El objetivo principal de este trabajo es realizar una primera aproximación al estudio del papel del metal en las sociedades protohistóricas. Para ello se han intentado contemplar los elementos básicos que configuran la comprensión del rol del metal: los diferentes tipos de metales que se usaban en este periodo, las diferentes técnicas empleadas en su obtención y manufactura y las consecuencias sociales y económicas que tuvieron en los diferentes territorios.

Dado el escaso número de páginas de las que se disponía se ha preferido dar una visión amplia y general sin entrar en profundidad en el estudio de ninguna cultura. Aun así, se ha intentado hacer énfasis en la Península Ibérica en algunas partes del trabajo por el interés en este territorio para posteriores estudios. También, hay que matizar la presencia de culturas de época clásica, más concretamente la presencia de técnicas y minería romana. La decisión de incluir este último aspecto en el trabajo tiene su motivación fundamental en un aspecto meramente formativo para quien suscribe pues me ha permitido comprender el abismo que separan los modos de explotación, manufactura y uso del metal en la Protohistoria y en un contexto ya plenamente estatal como es el romano. Por ello deben considerarse las líneas dedicadas al período clásico como un mero elemento de contrastación y no como integrantes del núcleo básico del trabajo, como, por otra parte, su propio título enuncia.

## Introducción

En algunas de las visiones clásicas del concepto de Protohistoria (especialmente en Francia) es precisamente el uso del metal el que la define, siendo, por otra parte, la tecnología del hierro uno de los factores definitorios de la Protohistoria Reciente pues su expansión y conocimiento coadyuvó en cierta forma al aumento de la complejidad social de los diferentes pueblos. Este hecho es el que me llevó a interesarme por este tipo de materiales y a intentar hacer una primera aproximación a su estudio. Para ello se ha recurrido a diversas fuentes que se podrían agrupar en documentales, arqueológicas y antropológicas, siendo de gran ayuda para ello toda la metodología aprendida durante los cuatro años de grado y sin la cual y sin la ayuda de mi tutora no podría haber realizado el presente trabajo. La elección de fuentes arqueológicas y etnoarqueológicas se debe a la inexistencia de documentos escritos por las culturas estudiadas en períodos protohistóricos, a pesar de lo cual se han intentado señalar autores clásicos que nos hablan sobre esta temática. La inexistencia de fuentes escritas también nos lleva a la búsqueda de posibles paralelismos con sociedades actuales y al estudio de éstas intentando establecer similitudes con el objeto de estudio a partir de los materiales.

Para comprender la importancia del estudio de los metales primero se ha intentado recopilar una pequeña historia de la investigación, para posteriormente poder dividir

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

el trabajo en tres grandes bloques, los metales, su mundo productivo y extractivo y la esfera social de éstos.

En el primer bloque del trabajo se examinan los diferentes metales y aleaciones resultantes de éstos utilizadas en la antigüedad. En él se expondrán sus características más destacables y la evolución de su funcionalidad a lo largo del período protohistórico.

El segundo gran bloque del trabajo gira en torno a las formas extractivas en la protohistoria y en época clásica, donde se profundizará en la minería de la Península Ibérica. También se intentarán explicar las diferentes técnicas de fabricación del metal y como ellas cambiaban a lo largo de este período.

El tercer bloque se centra en el impacto social de la producción y uso de los diferentes materiales. De la misma forma se intenta establecer en este apartado la información que nos puede facilitar el estudio de estos útiles para comprender el funcionamiento de las sociedades y de su evolución en el tiempo.

### Historia de la investigación

El estudio de los metales en arqueología empieza a principios del siglo XIX con el químico alemán M.H. Klaproth. Su trabajo consistió en el estudio de la composición química de monedas griegas y romanas, así como de otros objetos metálicos y vidrios, con el fin de poderlos catalogar por tipologías. , en un momento en que, sin embargo, el enfoque dominante en la investigación sobre objetos metálicos es ante todo de carácter tipológico, siendo ejemplos de ello el trabajo de W.C. Borlease en Cornualles o el de los hermanos Siret en el Argar.

A partir de 1935 se empiezan a aplicar en el estudio de los metales los análisis espectroscópicos en el mundo de la arqueología. Gracias a ellos Winkler fue capaz de determina tanto los elementos principales, como las trazas de metal que componían los objetos estudiados. El estudio a partir de estos análisis se vio favorecido a partir de la década de 1950 con la aparición de nuevos métodos físicos de espectroscopia que permitían resultados más precisos (Mohen, 1992). Es entonces cuando surge el ambicioso proyecto Studien zu den Anfängen der Metallurgie (más conocido como SAM) que llevó a cabo el Landesmuseum de Stuttgart. Se realizaron unos 22.000 análisis de composición por espectrometría de emisión de materiales europeos de base cobre (que se publicaron entre 1960 y 1974). Sin embargo, pronto se puso de manifiesto que el análisis de composición era insuficiente para uno de los objetivos centrales del proyecto, la circulación del metal en la Europa protohistórica. Ello es debido al hecho de que, siendo el proceso metalúrgico de carácter físico-químico, la composición del mineral de base y la del metal obtenido presentan desviaciones importantes en su composición química.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

La voluntad de resolver este problema llevó, desde los años 60 a la implementación de los primeros estudios a partir de isótopos de plomo. Este método, que se empieza a generalizar en los años 80, intentaba comprender la circulación de bienes metálicos (Montero Ruiz, 2002, p. 59).

El estudio de la paleometalurgia tiene tres enfoques: por un lado, la obtención de la materia prima y el proceso productivo y, por otro, la distribución, es decir, el intercambio y los mecanismos y vías de éste y, por último, el uso, estos últimos inseparables de los contextos sociales.

Estos dos últimos enfoques cobran fuerza a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando corrientes más sociales se implantan en la arqueología. De esta forma vemos cómo a partir de los años, con la Nueva Arqueología o Arqueología Procesual, se empieza a estudiar la procedencia de las materias primas, investigando de esta forma las redes de intercambio. En los años 80 como respuesta crítica al procesualismo aparece el postprocesualismo que enfatizaba los aspectos simbólicos y cognitivos de la evolución humana centrando su atención en la intencionalidad de los objetos.

Las diferentes corrientes historiográficas y su enfrentamiento han llevado a dos posicionamientos respecto la aparición de la metalurgia: el enfoque autoctonista y el enfoque difusionista. El enfoque difusionista defiende la aparición de la tecnología metalúrgica de forma primigenia y autóctona en determinados focos y su expansión a las demás regiones, a partir del contacto cultural y el intercambio, que llevan a la difusión de la tecnología. Los defensores de estas teorías se han centrado en identificar aquellos elementos que confirmaran el contacto con los focos culturales originarios (Montero Ruiz, 2002, p. 56). Los defensores del autoctonismo, sin embargo, sostienen que la invención de esta tecnología responde a la evolución de cada una de estas sociedades que les hace encontrar una solución parecida a un problema común.

En las últimas décadas el progreso de la investigación ha vuelto a poner sobre la mesa esta problemática. Aunque no hay un acuerdo unánime sobre la cuestión, sí debe señalarse que las evidencias de una verdadera metalurgia en los Balcanes tan antigua, o incluso quizás ligeramente anterior, a la del Próximo Oriente, su nivel y características técnicas y su volumen de producción, muy superior al del Próximo Oriente, inclinado a muchos autores por considerar la aparición de la metalurgia en Europa desde un punto de vista más conceptual. De modo que si bien nadie cuestiona que la llamada fase premetalúrgica del cobre tuvo lugar primero en el Próximo Oriente, cada vez está más claro que los ritmos de desarrollo, las peculiaridades y variantes tecnológicas, tipológicas, funcionales y de uso de cada zona metalúrgica inducen a abandonar el concepto de una sola zona o lugar de invención para contemplar un escenario mucho más complejo y menos reduccionista en el que la tecnología viene determinada ante todo por los diferentes contextos socioeconómicos y la aparición de soluciones innovadoras, diferentes y complementarias que tienen su

raíz en los conocimientos previos (Montero 2014, p. 23-24). Ello no excluye, por supuesto, la circulación de know-how entre las distintas áreas minero-metalúrgicas.

## Los metales de la antigüedad

### Cobre

El cobre fue uno de los primeros metales en ser trabajado por la humanidad. Esto se debe a la posibilidad de encontrarse de tanto en forma nativa como combinada, ya sea en óxidos, carbonatos o sulfuros, que lo convertían en un material atractivo para usarse de forma decorativa o como símbolo de estatus. La fragilidad del cobre permitía que el primer trabajo efectuado en él fuese todavía sin la utilización de la forja, considerándose así su trabajo en una fase premetalúrgica. En esta primera fase se trabajaba mediante modelado, es decir, utilizando el martilleado, el pulimiento o cortándolo (Renfrew, C.; Bahn, P., 2011). En esta etapa dicho metal no era apto para substituir a otros soportes como el instrumental lítico.

La segunda fase premetalúrgica consistió en el trabajo del templado, donde se calentaba el mineral antes de ser martilleado, un proceso que permitía ganar dureza. En esta fase el trabajo aún se efectuaba sin el cobre fundido, al no disponerse de la tecnología necesaria para llegar al punto de fusión (Delibes, G.; Fernández-Miranda, M., 1993).

El comienzo de la metalurgia se da cuando se logra la reducción de los minerales de cobre separando el cobre del resto de componentes del mineral. Este proceso podía darse parcialmente a temperaturas inferiores a 1000° o fundiendo el mineral a 1083°. La reducción se hacía a partir del carbón vegetal que contaba con más poder calorífero que la madera convencional y aportaba el carbono necesario para la sublimación del mineral (Rovira, 2005). El proceso de reducción se conseguía mediante la utilización de hornos metalúrgicos que podían ser tanto estructuras circulares abiertas que permitían separar la escoria del cobre, como los conocidos como vasos de reducción, pequeños recipientes cerámicos de entre 15 y 30 cm de diámetro de boca que podían aguantar hasta 1250° y que permitían la obtención del cobre sin impurezas para ser posteriormente refundido.

El refundido del metal obtenido permitía a partir de moldes univalvos o bivalvos la fabricación de los instrumentos metálicos directamente con la forma deseada. Estos moldes, que en un primer momento eran univalvos, eran hechos con piedra o arcilla y abiertos, posteriormente pasaron a ser bivalvos y a hacerse también con otros materiales, como metales (Harding, 2003). Con el inicio de las fases metalúrgicas del cobre empieza el periodo conocido como Calcolítico, donde aparecen nuevas herramientas como la hoz y cambian los modos de cultivo dándose el barbecho (Delibes, G.; Fernández-Miranda, M., 1993).

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

La aparición de esta tecnología no se da de forma homogénea en todos los territorios. La metalurgia más antigua se documenta en el Próximo Oriente y en los Balcanes, extendiéndose de forma paulatina, según autores como Delibes, gracias al intercambio. En este período se da la aparición de la individualidad y las representaciones colectivas van perdiendo importancia. El cobre es utilizado para marcar esta individualidad, ya que, como se ha mencionado anteriormente, se utiliza como elemento de prestigio y no es tan útil como herramienta. De hecho, en la vida productiva la piedra continúa siendo el material más usado. Con el cobre se dan elementos armamentísticos como puñales y que muestran la posición social en los sepulcros (Montero Ruiz, 2014).

### Aleaciones en base Cobre

#### **Cobres arsenicales**

El Calcolítico fue un periodo de transición durante el cual se empezó a investigar cómo funcionaban las tecnologías metalúrgicas. Durante el Calcolítico y la Edad del Bronce se consiguió la aleación del cobre con arsénico, con una presencia superior al 1% de este mineral (se documentan cobres arsenicados con proporciones muy bajas de Sn que no son productos intencionados sino derivados de las características de la materia prima fuente). Los cobres arsenicales son aleaciones con una intencionalidad discutida, este debate está motivado por el hecho que el arsénico desaparece en gran medida en los procesos de reducción y que en las herramientas hechas a partir de reciclaje de otros útiles tienen menos cantidad de este material (Montero Ruiz, 2010, p. 167). La discusión viene motivada por el hecho de cómo se obtendría dicha aleación, mediante la mezcla de cobres puros con cobres secundarios que contenían impurezas de arsénico (Harding, 2003).

La mayoría de los objetos que presentan estas aleaciones intencionadas contienen entre un 3 y un 4%, rasgo que la hacían más maleables y útiles para herramientas que necesitasen de afilados continuos. Esto último, es uno de los hechos que hacen pensar que esta aleación se haría de forma intencionada, ya que, los útiles que necesitan de un filo cortante tenían una mayor presencia de arsénico mientras que las hachas que necesitaban de una mayor dureza y los adornos que no precisaban de filo presentaban menos.

El cobre arsenicado estaba presente en puñales y alabardas, la utilización del estaño en estos materiales se debía a la mejora en los filos, en la Península Ibérica este hecho se plasma en la composición de las armas argáricas.

#### **Latón**

El latón es un material que se obtiene mediante la aleación de cobre con zinc, esta aleación no aparece hasta el I milenio y no se dará en todas las regiones mediterráneas, se sabe de su existencia y utilización en el mundo helenístico



## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

primeramente y posteriormente en el mundo etrusco, también aparecen restos de él en algunas regiones de la Europa celta. Sin embargo, en España no se puede asociar este material a ninguna de las culturas protohistóricas peninsulares.

El proceso de obtención de este material es complejo debido a que el zinc tiene una temperatura de fusión muy baja que lo hace volátil al intentar fundirlo directamente con el cobre. Esto provocó que para poder hacer esta aleación se tuviese que hacer por cementación, es decir, utilizando cobre metálico muy fragmentado y combinándolo con óxidos y carbonatos de zinc, a la vez que se mezclaban ambos con carbón. Esto tenía que hacerse en una cámara cerrada y necesitaba de unos conocimientos tecnológicos avanzados, por eso su aparición no se dio hasta épocas más tardías. El resultado era un metal muy maleable y de tonos plateados que se podía usar en la creación de adornos, ya que, era fácilmente moldeable y permitía unos grandes acabados. La aleación del latón permitió la creación del potín, que fue utilizado en monedas galas devaluadas y cuya diferencia con otras monedas era que éstas no se acuñaban, se creaban a partir de moldes.

**Bronce binario**

El inicio de la Edad de Bronce se da cuando se consigue llevar a cabo la aleación entre el cobre y el estaño. Los procesos de aleación consisten en la mezcla de dos o más metales cuyo resultado proporciona un material con propiedades distintas a la de los metales originales (MONTERO 2010, 162). Cuando esta aleación se llevaba a cabo sin la intrusión de más de 1% de otros metales se considera que se ha producido un bronce binario. Los minerales de cobre utilizados durante la Edad del Bronce variaron según las fases utilizándose cobres más puros al principio de ésta, mientras que son usuales los cobres con presencia de otros minerales (especialmente, plomo) a finales (Harding, 2003, p. 211).

La rápida expansión del bronce y su implantación se debe a varias causas, primeramente porque con esta aleación se conseguía reducir la temperatura de fusión, permitiendo manufacturas de mayor calidad y la aparición de objetos con un mejor acabado. En segundo lugar, porque con este nuevo material aumentaba la tenacidad y resistencia de los objetos con él manufacturados. En tercer lugar, colaboró en su implantación la facilidad con la que el bronce, al igual que el cobre, se podía reciclar mediante la refundición (Giordano, 2005, p. 491). Esto último, se relacionaría con la posible itinerancia de los bronceístas al no encontrarse talleres bronceístas y los hallazgos de depósitos que contenían objetos de bronce.

Los procesos para obtener esta aleación se podían dar mediante tres técnicas: La primera de ellas consistía en la fundición en el crisol de cobre y de estaño metálicos en las proporciones convenientes para el objeto a fabricar, ya que la presencia de estaño variaba según las características que se le quisiese otorgar al objeto, variando su

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

presencia entre un 8 y un 12% (Montero Ruiz, 2010, p. 171). El segundo método consistía en mezclar cobre reciclado con casiterita, óxido de estaño. El cobre reciclado se obtenía ya fuese de objetos inservibles o del resultado de escorias ricas en mineral de cobre, en las que éste se recuperaba triturándolas con molinos (Rovira, 2005, p. 91). Por último, puede obtenerse mediante una co-reducción en un horno metalúrgico de una mezcla de minerales de cobre y estaño. Las técnicas empleadas para la producción del bronce se pueden estudiar a partir de las escorias del crisol en el que tuvieron lugar, ya que, cada procedimiento genera un tipo de escorias diferentes (Montero Ruiz, 2010, p. 174).

Una vez hecha la aleación y fundido el metal éste se depositaba en moldes que podrían ser de piedra o de arcilla. Los moldes de piedra permitían la múltiple utilización de ellos, mientras que los de arcilla permitían la fabricación en serie de objetos, más complejos y que permitían una fabricación más estandarizada. A finales de la Edad del Bronce, aparecieron también los moldes de metal que se tenían que recubrir con grafito para impedir que el metal se adhiriera al molde. Estos moldes permitían la fabricación de entre 30 y 50 piezas antes de dejar de ser operativos y fueron utilizados para la creación de herramientas, aunque con menor frecuencia también se crearon armas con ellos (Montero Ruiz, 2014).

Las propiedades del bronce, como la mayor dureza y la mayor adaptabilidad a los moldes al bajar el punto de fusión que permitía la creación de mayores detalles, convirtieron este material en apto para un gran número de piezas complejas, que permiten encontrarlo en todas las esferas, tanto en las productivas, como en las religiosas y militares. No hay que olvidar que durante la Edad del Bronce el uso del metal no se había generalizado en toda la población, esto no se producirá hasta la Segunda Edad del Hierro, aun así el número de objetos encontrados va en aumento conforme este período avanza. El dominio del bronce permitió la creación de todo tipo de útiles y conforme su tecnología avanzaba se descubrieron técnicas como la soldadura, que permitía la fabricación de objetos de más de una pieza y la reparación de objetos ya existentes y la técnica de la cera pérdida. Esta última consistía en la creación de un núcleo de cera que permitía el modelado de pequeños detalles. Este núcleo era posteriormente cubierto de arcilla, dejando pequeñas aperturas que permitían arrojar el metal y expulsar la cera derretida, esto hace que una vez retirada la arcilla quedase la forma metálica deseada limándose los restos sobrantes del vertido.

La combinación de estas técnicas hizo posible que a finales de la Edad del Bronce surgiesen piezas complejas, como, por poner un ejemplo, los primeros instrumentos musicales de metal, los luros escandinavos. La fabricación de éstos consistía en la unión a partir de soldadura de tubos previamente creados gracias a la cera perdida con él fin de crear láminas finas, decoradas y sin impurezas de cenizas u otros materiales

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

(Mohen, 1992), para obtener sonidos concretos. Los luros tradicionalmente se encontraban por parejas y tenían finalidades militares.

La circulación de materiales como las hachas de talón, durante la Edad del Bronce, hizo que se formulase la hipótesis de su posible utilización de estas como elemento premonetario o como lingotes, frente a la posibilidad que se tratasen de herramientas útiles. Durante la Edad del Hierro el bronce se utiliza esencialmente como adorno y en elementos decorativos, perdiendo protagonismo en la fabricación de armas, aunque manteniéndose en los elementos defensivos, como cascos y corazas, debido a su mayor dureza (Montero Ruiz, 2014).

### **Bronce ternario**

El bronce ternario aparece durante el Bronce Medio, salvo en la Península Ibérica donde no se producirá hasta el Bronce Final. Este tipo de aleación consiste en la combinación de minerales de cobre, estaño y plomo, que permiten la disminución del punto de fusión y la obtención de una colada metálica más fluida.

Su aparición viene asociada a la gran cantidad de plomo circulante fruto de las explotaciones argentíferas (Harding, 2003), tema que se desarrollará posteriormente. Tradicionalmente la producción del bronce ternario se ha relacionado, también, con un intento de ahorro de metal, que tendría más que ver con la disminución del cobre utilizado en la fabricación, que no con el estaño material más escaso, pero que mantiene proporciones iguales a las utilizadas en el bronce binario.

Las características principales que lo hacen diferir del bronce convencional o binario son su mayor ductilidad y su menor dureza, que hacían posible unos mejores acabados. Estas cualidades lo convertían en poco apto para trabajos mecánicos, pero adecuado para piezas que requerían formas más elaboradas y complejas. Otra de sus características principales era que la disminución del punto de fusión posibilitaba mayores coladas de mineral y la fabricación, de esta forma de objetos de mayor tamaño. Estas características permitieron durante la Edad del Bronce la existencia de depósitos votivos que recreaban hachas y otros útiles. También su utilización en la estatuaria que se mantendría durante la Edad del Hierro.

### **Hierro**

Existen dos corrientes respecto a la aparición del hierro: la corriente autoctonista que defiende que se conoce este material desde el Neolítico, pero que no se adopta hasta que el avance de la técnica permite que se desarrolle esta tecnología en cada uno de los territorios y la corriente difusionista que explica que éste aparece en Anatolia y se expande a partir de ese primer foco (Deamos, M.B; Chapa Brunet, T., 1997).

Se conocen de la existencia de útiles de hierro en la Edad del Bronce aumentando el número de ítems en los últimos estadios de ésta. También, encontramos la utilización

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

de hierro meteórico en contextos hititas del siglo XIV a.C, este tipo de material sería muy escaso y la única forma posible de trabajo del hierro sin tener que efectuar la reducción. En estas primeras fases del trabajo del hierro se da su utilización como objeto de prestigio, siendo usado como elemento de joyería.

La Edad del Hierro se caracteriza por ser el periodo de expansión de estas tecnologías. En la Primera Edad del Hierro se difunden o desarrollan y en la Segunda Edad del Hierro se normaliza el uso en todas las esferas sociales coincidiendo con la aparición de las grandes civilizaciones y el inicio de la Edad Antigua. Mohen considera que la fase de expansión de este material coincide con una etapa marcada por la guerra (Mohen, 1992, p. 167), señalando de esta forma la relación entre necesidades militares y aparición y expansión de nuevas tecnologías. Otro ejemplo de esto lo encontramos en el apogeo de la siderurgia celta, dado en el momento en el que Roma intenta imponerse sobre la Galia. Un papel importante dentro de la difusión tecnológica lo llevaron a cabo las sociedades griegas y fenicias durante su expansión.

Su utilización, como ya hemos podido ver, se puede relacionar con fines militares, pero su tenacidad lo convierte en un material apropiado en todas las esferas productivas. Durante la Edad del Hierro podemos observar como aumenta el número de herramientas, que anteriormente se fabricaban con otros materiales, madera o piedra. La tenacidad del hierro y su abundancia, así mismo, permitían su utilización en estructuras o componentes metálicos, ya que, podía soportar una gran cantidad de carga. A su vez, estas mismas características eran lo que convertían este metal en apropiado para su utilización en armamento y herramientas, debido a que a pesar de ser menos duro que el bronce tenía una gran resistencia a los impactos.

La importancia del hierro como material radica en que es el segundo metal más abundante en la corteza terrestre. Aun así requiere una tecnología más desarrollada que otros metales debido a su elevado punto de fusión, 1563°. De forma que no se llega a fundir en ninguna fase del proceso, teniendo que trabajarse de forma sólida (Gener, 2010).

El proceso de creación de ítems de hierro consiste en un primer momento en la reducción para eliminar los óxidos e impurezas del hierro, proceso que se realiza mediante calor y martilleado y como resultado de obtiene una masa esponjiforme denominada lupia o *bloom*. A esta masa se le tiene que aplicar un proceso de consolidación, con el fin de compactarla y refinarla, eliminando en el proceso la mayor parte de las impurezas. Esta eliminación de las impurezas se hace mediante la técnica del forjado. Al resultado de esto se le da la forma deseada mediante martillado en caliente.

Para la creación de los primeros objetos de hierro autores como Pleiner definen cinco posibles. La primera consiste en la forja de un objeto a partir de hierro dulce que lo

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

hace relativamente maleable, pudiéndose dar de esta manera la forma deseada. La segunda se da cuando el objeto presenta zonas de hierro dulce y zonas de acero de forma no homogénea. Se encuentran, también, ítems forjados en acero cementado, es decir, con una cantidad constante de carbono que se sitúa en un 0'35%. Otra de las modalidades son las herramientas que se forjan a partir del hierro dulce, pero que poseen el filo carburado para darle más resistencia. Por último, encontramos los objetos que se moldean a partir de un material mixto formado por varas de hierro dulce y de hierro carburado, soldadas y martilleadas conjuntamente. A partir de la descripción de las técnicas de Pleiner podemos ver que las técnicas en la manufactura del hierro están estrechamente ligadas con su aleación: el acero o hierro carburado.

**Acero y hierro fosfórico**

El acero o hierro carburado es la aleación de hierro con carbono. La obtención del acero se da cuando se combina una temperatura superior a 900°, una atmósfera rica en CO y tiempo. De tal forma, que con el proceso de carburización se consigue que el carbono de la atmósfera penetre en el interior del mineral (Montero Ruiz, 2010). Para conseguir este proceso de forma intencionada se requería un gran control sobre la atmósfera del horno, lo que significaba especialización artesanal.

Con la aleación del acero se consigue una mayor dureza y una mayor resistencia a la abrasión. Esto significa una mayor capacidad para penetrar otros materiales lo que convierte este soporte en más útil para la creación de armas y herramientas de forma total o parcial como hemos podido ver en las técnicas descritas por Pleiner. Por otro lado, lo hace menos conveniente para las estructuras, debido a que con dicha aleación pierde capacidad para soportar cargas.

Con la técnica del temple, es decir, del enfriamiento repentino del metal al rojo, se consigue mayor capacidad de penetración y resistencia; sin embargo, aumenta la friabilidad de las piezas.

Otra aleación con propiedades y utilización parecidas al acero es el hierro fosfórico. Este material se produce cuando se da una concentración inferior a un uno por ciento, como consecuencia de la utilización de minerales de hierro ricos en fósforo en el proceso de reducción. Su utilización disminuye a medida que se difunde la tecnología del acero, porque aunque el hierro fosfórico tiene una mayor resistencia a la corrosión, éste no se puede temprar.

**Oro**

El oro es un mineral que se encuentra con relativa facilidad en forma nativa lo que lo convierte en uno de los metales utilizados en fase premetalúrgica. La obtención de oro nativo durante este período se daba a partir de los ríos aluviales, para ello se explotaban las arenas auríferas o los pequeños fragmentos de mineral mediante la

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

utilización de pieles para retener arenas auríferas, la desviación de parte de la corriente haciéndola pasar por planchas rugosas o mediante la batea.

El oro, debido a su escasez, su resistencia a la corrosión, su brillo dorado y a su naturaleza dúctil, fue trabajado desde el principio como un bien de prestigio, del que conocemos desde antiguo su uso en la orfebrería, hallando las primeras muestras en Europa en la necrópolis de Varna (Bulgaria) que datan del V y IV milenio.

En un primer momento se dan las técnicas de laminado y repujado de este material, pero a medida que pasa el tiempo se utilizan otras nuevas como la filigrana y el granulado que aparecerán en la Edad del Bronce (Montero Ruiz, 2014). La escasez del oro y su maleabilidad explican su no utilización como herramienta, ni como elemento militar al menos útil, a pesar de los hallazgos de elementos de parada que permitían la ostentación de la riqueza. El oro es de los pocos metales reservados únicamente a funciones rituales y de prestigio. Durante la Edad del Hierro su utilización se amplió a la acuñación de monedas, aun así este mineral se reservaba para aquellas de mayor valor, utilizadas para grandes intercambios.

El intento de ahorro de los recursos auríferos llevó a técnicas decorativas como el dorado que posibilitaba cubrir grandes superficies utilizando poco material. Ésta podía darse mediante dos formas, en frío o a fuego, aunque en ambas requería de un tercer metal, el mercurio. La forma en frío consistía en cubrir con mercurio la superficie a dorar y luego aplicar mediante presión la lámina de oro, produciéndose la amalgamación en la superficie de contacto haciendo que se fijase el oro y posteriormente haciendo evaporar el mercurio, aprovechando su bajo punto de evaporación. La forma a fuego, en cambio, se daba con la aplicación de la amalgama directamente sobre la superficie, aplicándose posteriormente calor para que restara solo el oro y bruñendo, posteriormente, la superficie.

### Plata y Plomo

La plata al igual que el oro se da de forma nativa en la naturaleza, aunque su obtención mayoritaria se da mediante la galena argentífera. El primer trabajo de la plata se produjo en condiciones premetalúrgicas, debido a sus características dúctiles y maleables (Eiroa, et al., 1999, p. 253), este trabajo solo era posible mediante la plata nativa. El ejemplo de manufactura de plata premetalúrgica más claro lo constituye la producción de El Argar, la mayor de la Europa prehistórica.

La obtención de plata a partir de la galena argentífera se da mediante el proceso de copelación, es decir, la reducción del mineral dando como resultante el mineral de la plata por un lado y el óxido de plomo por otro. Este proceso puede producirse debido a la diferencia entre los puntos de fusión de ambos materiales, el plomo se funde a 327° mientras que la plata no lo hace hasta los 962° (empezando a volatilizarse en los 680°). La obtención de estos metales de forma conjunta significó que con el

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

incremento del uso de plata se generase un incremento paralelo en la fabricación de objetos de plomo (Montero Ruiz, 2014, p. 50).

La plata es un material más duro que el oro, aunque también dúctil y maleable, siendo posible su aleación con el cobre para ganar dureza. Su escasez lo convirtió de la misma forma que el oro en un metal de gran valor, lo que significó su utilización como símbolo de prestigio y poder, siendo utilizado mayormente para orfebrería desde etapas premetalúrgicas. El valor de la plata y el hecho que fuese relativamente más abundante que el oro, siendo aun así escaso, hizo que durante la Edad de Hierro se utilizase como moneda, poseyendo menor valor que las monedas de oro, pero más que las fabricadas con otros metales.

El plomo es un material blando, dúctil y abundante, lo que lo hacía apropiado para efectuar reparaciones. Este metal también se utilizó para la creación de figuritas y pesos debido a su densidad, es decir, tenía un papel en el mundo productivo, con un papel importante en la pesca. El hecho de que fuese un material blando lo incapacitó para ser utilizado en ítems de combate directo, pero sí para su incorporación en los mangos y para contrapesos (Harding, 2003, p. 233) y para la fabricación de glandes. En época romana su utilización se amplió fabricándose con él, urnas, sarcófagos y tuberías, sirviéndose de este metal durante los siglos I y II a.C. para la fabricación de monedas de uso común (Montero Ruiz, 2014, p. 46).

### Extracción minera y producción metalúrgica en la Antigüedad: un enfoque teórico

Con el fin de obtener la materia prima para el trabajo metalúrgico era necesario el desarrollo minero de la región o la creación de contactos comerciales capaces de abastecer de estos materiales a partir de otras zonas mineras.

En la protohistoria surgen núcleos de población relacionados con la extracción del mineral, en los cuales se pueden dar cuatro fases (Stöllner, 2015). La primera etapa sería la inventiva donde se introducirían los nuevos conceptos en el territorio a explotar. En algunas regiones las explotaciones mineras de determinados tipos de materiales no metálicos de interés funcional o simbólico (variscita, sílex) ya existían en época prehistórica, pero en época protohistórica se dan nuevas explotaciones con el fin de obtener los nuevos minerales necesarios, los minerales metálicos. Para ello las poblaciones tenían que instalarse en zonas cuya explotación pudiese ser efectiva y no muy costosa y adoptar las tecnologías mineras necesarias para llevar a cabo la explotación.

Cuando dicha explotación encontrada mediante la observación de filones aflorantes y pequeños sondeos era exitosa se daba las fases de estabilización y consolidación, donde los poblados se asentaban definitivamente en un territorio y mejoraban

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

relativamente sus condiciones de vida. Gracias al trabajo de estos materiales que les permitía intercambiar con otras regiones y aumentar las explotaciones a consecuencia de ésto llegando a una tercera fase, la industrial. En esta última fase veremos en el apartado sobre circulación la importancia que tuvieron las grandes rutas, que conectaban regiones mineras con regiones productoras muy distantes, como es el caso de las explotaciones de estaño británicas con el Mediterráneo o la influencia fenicia en el incremento de determinadas explotaciones. Por último, se podría dar una última fase que sería el colapso. Ésta se podría producir por tres motivos: tecnología insuficiente para continuar la explotación, descubrimiento de nuevos filones con menor coste de extracción, cambio en los intereses en la obtención de ese material o por consecuencias sociales.

Con el fin de establecer una explotación minera hay otros elementos que juegan un papel importante, el primero de ellos es el reconocimiento del valor del material extraído. Aunque se conozca la tecnología minera, ésta no se lleva a la práctica si no va a haber un beneficio. Lo que significará en un primer momento que no se destine población a aquellas explotaciones cuyo contenido metálico se estime inferior al valor de la explotación. Este valor tendrá una relación directa con la tecnología existente, ya que, a mayor tecnología más costosa será la explotación y se esperaran mayores beneficios. Esto justifica el empleo de unas técnicas u otras según el resultado que se pueda obtener, y que significarán desde el empleo de herramientas rudimentarias para extraer el mineral de la superficie, hasta el desplazamiento de grandes cantidades de agua para llevar a cabo el *ruina montium* en época romana.

Las formas de extracción más comunes se hacían mediante el principio de dilatación, ya sea mediante el uso de madera (contraste seco-mojado) o mediante la combinación de fuego y agua. Combinando ambos elementos sobre la roca se conseguían abrir grandes grietas a partir de la cristalización de los minerales (Harding, 2003). Estas grietas eran posteriormente aprovechadas para extraer grandes bloques de roca mediante la utilización de picos y mazos. Estas herramientas solían ser líticas en el caso de los martillos y picos, aunque también podían ser de madera o metálicas en épocas más recientes. Encontramos también la existencia de herramientas hechas con hueso y madera en el caso de las palas recogedoras (Montero Ruiz, 2000) y la presencia de otros objetos orgánicos como mimbres o cuero para la recogida del material (cuerdas, cestas...). En ausencia de dataciones absolutas, la presencia de estos materiales es lo que permite datar las explotaciones mineras, aunque en ocasiones también es posible una datación relativa a partir de los enterramientos de miembros de la comunidad que se producen en ellas. En la prehistoria siempre que era posible se optaba por la explotación al aire libre (trincheras o rafas), pues presentaba menores desafíos técnicos y mecánicos, no obstante, no faltan ejemplos muy antiguos, tanto en Europa como en la Península Ibérica, de explotación en pozos y galerías. En este último caso para la extracción del mineral era necesaria la contemplación de otros factores como



## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

la iluminación, la ventilación y, en caso necesario, el drenaje. A medida que la mina adquiría profundidad se hacía más necesaria la presencia de luz para poder trabajar, el trabajo minero se hacía en muchas ocasiones en condiciones de semioscuridad, alumbrados mediante cuencos con grasas, aceite o astillas de pino (Harding, 2003). La presencia de estos pequeños fuegos ayudaba a atraer el aire, pero suponían un problema, ya que su utilización implicaba la presencia de humo en el interior de la mina y aumentaba los riesgos de incendios dentro de las galerías. El drenaje únicamente era necesario en las explotaciones cuya profundidad era cercana al nivel freático porque aunque el agua era necesaria para la correcta explotación de la mina, tal como ya hemos visto, suponía un problema ante la posibilidad de que ésta podía quedar inundada si se llegaban a determinados niveles. Para ello se construían pozos para intentar almacenarla, aunque podía significar el abandono de la mina si el agua imposibilitaba el trabajo. Este problema no queda definitivamente resuelto hasta época romana, cuando se generaliza el uso del llamado tornillo de Arquímedes.

La resolución de estos problemas dependía del tipo de explotación minera de la cual se extraía el metal. La tipología de explotación se supeditaba en buena medida de la forma en la que aparecía el mineral. Como ya hemos indicado, en un primer momento las explotaciones eran superficiales y evolucionaban según la posición del filón. Es decir, el filón de mineral es el que marca la explotación y de él derivan los 4 tipos de mina existente: trinchera, galería, pozo o a cielo abierto.

Las minas a cielo abierto serían explotaciones en las cuales la extracción se produciría en superficie sin necesidad de excavar profundamente en la tierra. La evolución de estas minas serían las minas de trinchera, en estas explotaciones la veta no buza o bien tiene poco buzamiento por lo que se mantiene cercana a la superficie lo que hace que no se tenga que profundizar en exceso. Si la veta tomase una dirección oblicua a la superficie, éstas se convertirían en minas de galería, donde se abrirían túneles subterráneos con el fin de extraer el mineral. Estas minas de tipología más compleja y que en ocasiones presentarían inclinaciones y ramificaciones, creando diferentes corredores, serían las que presentarían con más facilidad los problemas mencionados anteriormente, ya que, se necesitaría ventilación si esta se alargase, habría más riesgo de llegar a niveles freáticos y haría falta que entrase ventilación. Por último, encontraríamos las minas de pozo que seguirían vetas de dirección perpendicular, su construcción también se daría para complementar las minas de galería, con el fin de extraer más fácilmente el metal y facilitar la ventilación.

El mineral en la mina no se encontraba en estado puro, estaba en pequeñas o grandes vetas que el minero extraía juntamente con trozos de ganga, materiales que componían a su vez la mina pero cuya explotación no resultaba de interés o era el fin último. El material se extraía de la explotación en pequeños fragmentos o en grandes bloques que requerían romperse con martillos posteriormente. Tras extraerse se

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

seleccionaban las partes del mineral que interesaban llegando a utilizar para su separación manos de mortero y molinos (Harding, 2003, p. 219).

Una vez hecha esta separación se procedía a hacer la reducción, es decir, a trocear el mineral y exponerlo al calor para convertir el mineral (ya fuera óxido, carbonato o sulfuro) y los demás elementos no deseados en metal. También se podían emplear otras técnicas como la copelación con el fin de conseguir plata. Estos trabajos de reducción se llevaban a cabo a menudo en las inmediaciones de los yacimientos mineros, con el fin de conseguir lingotes u formas del metal que podían ser trabajadas posteriormente.

Existen otras formas de obtener el mineral antes de trabajarlo previamente, estas formas solo se dan en aquellos minerales que se pueden encontrar en forma nativa como serían el oro, la plata o el platino. Su explotación aunque pueda darse mediante la minería se puede encontrar en los ríos auríferos. La explotación de estos recursos serían las formas más simples de explotación de oro en la antigüedad y consistiría en buscar arenas de oro en los lechos de los ríos. Esto tenía una doble función, servía tanto para realizar prospecciones de dicho material, como para la explotación que habría permitido la aparición de explotaciones premetalúrgicas en fases prehistóricas.

### Las explotaciones auríferas

Las técnicas para explotar el mineral de los ríos auríferos fueron recogidas en periodos clásicos por diferentes autores y en algunos casos dieron lugar a mitos relacionados con estas prácticas. Uno de los métodos era desviar la corriente haciéndola pasar por planchas rugosas o tablas con resaltes, donde se depositaba la arena, posteriormente se fundía para obtener la mayor cantidad posible de este material. Otro de los métodos para extraer las arenas de oro era mediante la utilización de vellocinos, estas pieles de cordero retenían las arenas de oro en la lana al ser colocadas en el agua. Posteriormente estas lanas se secaban y se quemaban para recoger el oro fundido que se depositaba en el fondo del horno. Agrícola recoge una variante de este procedimiento usando las pieles de otros animales como el buey, las crines de caballo o incluso el lino, ya que, al estar tejido retenía estos materiales. La utilización de este último método se cree que sirvió de inspiración para el mito de Jasón (Mohen, 1992, p. 55). Otro de los autores romanos que tratan este tema es Plinio en su libro *Naturalis historia*, donde en el tomo XXXIII explica que una de las formas de obtención de las arenas auríferas es la utilización de césped con el fin de fijar las partículas de oro en él, para posteriormente recolectarlas. Una vez extraída la cantidad suficiente de material se podía empezar a fabricar el objeto.

### La minería protohistórica en la Península Ibérica

Las tradiciones mineras protohistóricas se remontan a las explotaciones prehistóricas anteriores, pues en ellas vemos una relativa continuidad en la metodología extractiva.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

El cariz de la minería prehistórica llevada a cabo en la Península lo podríamos subdividir en la minería de materiales utilitarios y la destinada a la manufacturación de elementos estéticos o rituales.

En las explotaciones destinadas a la producción de bienes utilitarios podríamos encuadrar las tareas de extracción de distintas tipologías de sílex. Éstas incluirían tanto tareas extractivas superficiales, como minería de profundidad en la que encontraríamos yacimientos como Casa Montero (Madrid) o La Venta (Orce, Granada) (Hunt, 2005, p. 6) Ambas estarían compuestas por distintos pozos en los que se habrían conservado las herramientas líticas y de hueso.

La minería destinada a la extracción de materia prima para la producción de elementos estéticos o rituales la podríamos encontrar al hablar de la extracción de recursos semipreciosos. Un ejemplo de ello podía ser la calaíta o variscita, utilizada como base para la manufactura de abalorios durante el Neolítico. Este material, que tradicionalmente se ha extraído de minas que contenían una rica presencia de pizarra, podríamos localizarlo tanto al Norte de la Península Ibérica a partir del yacimiento de Can Tintorer (Gavà) o de San Xanxo (Galicia), como al sur con el yacimiento de Encinasola (Huelva) (Villalba, 2000, p. 65). En el caso de Can Tintorer, donde además de la variscita se explotaba sílex, podríamos hablar de un hábitat en torno a la explotación, con presencia de herramientas dedicadas a finalidades no productivas y restos de hábitat. En ellas, también, se puede observar la amortización de algunos galerías o pozos con finalidades funerarias, donde se puede apreciar a partir de las muestras rituales que no se amortizan por accidentes mineros, sino que hay una intencionalidad en su uso (Villalba, 2000, p. 67).

Otro tipo de explotaciones de cariz estético-ritual acontecidas en esta época serían las de minerales metálicos con un uso no metalúrgico. Ésta englobaría la extracción de ocre (óxidos de hierro) u otros pigmentos, cuya utilización está documentada desde el Paleolítico y llegará hasta la Edad de los Metales (Hunt, 2005, p. 4). Éstos se documentan tanto en contextos funerarios, como en el arte e incluso a nivel europeo como adorno corporal.

La minería protohistórica se caracterizaría, no obstante, por las explotaciones de minerales metálicos para uso metalúrgico, y de forma más diversificada. Podemos dividir la Península Ibérica en cinco zonas diferenciadas, no sólo por su geografía y geología, sino por la tipología de las explotaciones, distinguiendo el Nordeste, el Noroeste, el Sudeste, Sierra Morena y el Sudoeste.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

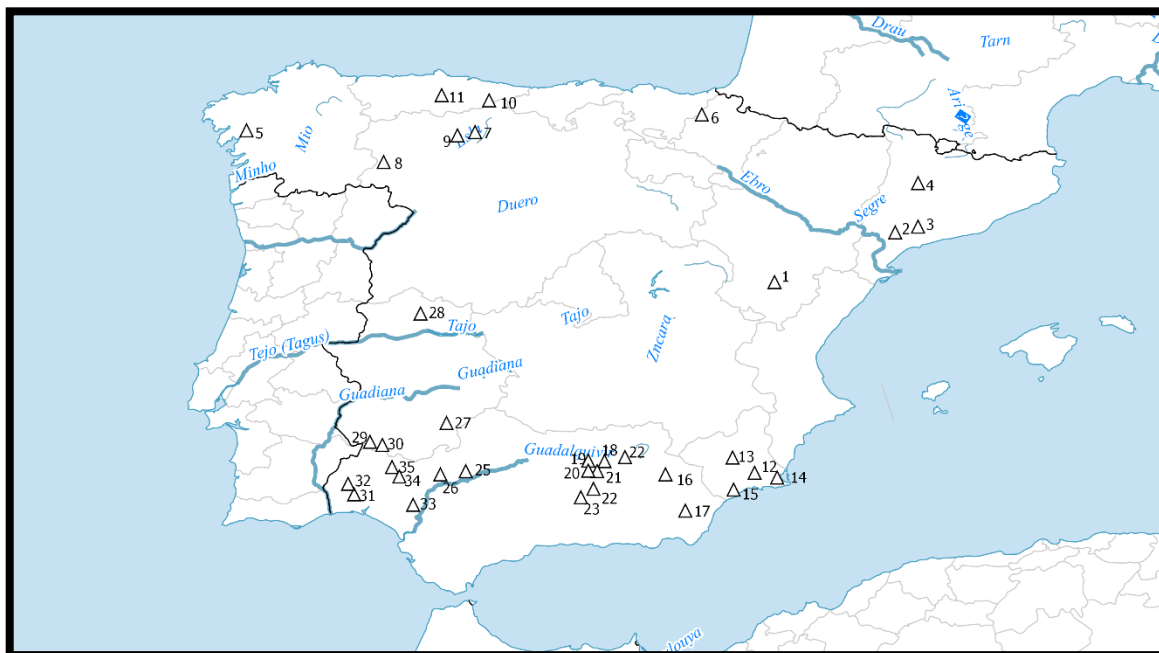


Ilustración 1 Localización yacimientos mineros protohistóricos mencionados en el texto:

1. Loma de la Tejería; 2. Solana del Bepo; 3. Turquesa; 4. Forat de la Tuta; 5. San Finx; 6. Arritzaga; 7. Mina de Colón; 8. Monte Pajariel; 9. La Profunda; 10. Milagro; 11. El Aramo; 12. Filón Consuelo; 13. Sierra de Totana; 14. Cueva del Zorro; 15. Mazarrón; 16. Malagón; 17. Cerro Minado de Huerca-Overa; 18. El Polígono; 19. José Martín Palacios-Doña Eva; 20. Siete Piedras; 21. Cerro del Tambor; 22. Los Santos; 23. Cerro Hueco; 24. Atilana; 25. La Redondilla; 26. Los Paredones; 27. Valle de la Serena; 28. Cerro de San Cristóbal de Logrosán; 29. Cerro de los Rehoyos; 30. Santa Marta II; 31. Tharsis; 32. Chiflón; 33. Aznalcollar; 34. La parrita; 35. Cerro de Tres Águilas

### Nordeste peninsular

Entendemos por nordeste peninsular la zona que agrupa las actuales comunidades autónomas de Aragón, Cataluña y parte de Valencia. Este territorio sería uno de los menos estudiados a nivel de minería peninsular, aunque en la actualidad, este panorama está remitiendo fruto del hallazgo y estudio de varios yacimientos relacionados con esta temática.

Las actividades extractivas protohistóricas se han caracterizado tradicionalmente como explotaciones a cielo abierto (Rafel, et al., 2014, p. 156). Nos encontraríamos, por tanto, ante pequeñas zonas de extracción, destinadas a garantizar las producciones metalúrgicas de pequeños grupos locales. Hecho que dificulta el hallazgo de dichos asentamientos al aprovecharse los filones más superficiales.

Los minerales beneficiados en este territorio mayoritariamente serían el cobre y el plomo. Se tiene conocimiento de la extracción de cobre desde la Edad del Cobre, el mineral se extraía tanto a cielo abierto, como en pequeñas trincheras y pozos, siendo habitual su extracción en forma de malaquita y azurita. El plomo se beneficiaba a partir de la galena argentífera, localizándose algunas de las explotaciones en el Priorato. Se documentarían restos de su producción en el Calcolítico, a pesar de que su extracción y utilización de forma generalizada no se produciría hasta la Edad del Hierro, viéndose incrementada con las relaciones coloniales fenicias (Armada, et al., 2005), y

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

continuando en época romana. El beneficio del hierro habría sido poco estudiado en esta región considerándose su extracción en los filones locales mayoritariamente, aunque se conocen algunas explotaciones de época ibérica como Can Tintorer.

El beneficio del cobre lo encontraríamos de esta forma al Sur de Zaragoza y en las cercanías de Albarracín, con el asentamiento minero de la Loma de la Tejería (Simón, 2007, p. 238). Este yacimiento tendría un carácter estacional, pudiéndose ver la reutilización de las estructuras y la superposición de éstas, visible a partir de los agujeros de poste (Montero & Rodríguez, 2008). En él se habrían encontrado restos de fundición del mineral del cobre y materiales que nos permitirían hablar de su utilización en contextos campaniformes. La extracción de minerales en la Loma de la Tejería se trataría, por tanto, de una producción muy superficial en el que sería posible la fabricación de los utensilios metálicos en el propio yacimiento.

En Cataluña los yacimientos cupríferos más destacados serían la Solana del Bepo, situada en la Sierra de la Llena (Ulldemolins). En él se habrían encontrado más de 90 objetos dedicados a la extracción minera (Rafel, et al., 2014, p. 151). Dicha mina, de difícil datación, se habría utilizado durante la Edad del Bronce. Otro punto de extracción documentado arqueológicamente es la mina de la Turquesa o del Mas de les Moreres, en Cornudella de Montsant, con la cual se han podido relacionar arqueométricamente (isótopos de plomo) materiales manufacturados que permiten fechar su explotación tanto en el Calcolítico Final como en la Edad del Bronce Inicial (Rafel, et al., 2014, p. 158). Por último, mencionaré el yacimiento del Forat de la Tuta en Riner del Solsonés, fechado en el Bronce Inicial, en el cual se encontró un entierro, que se ha interpretado como una sepultura de metalúrgico (Soriano, 2011), por el ajuar encontrado relacionado con la producción de mineral. Este hecho ha significado la discusión sobre si este espacio se trata de una mina o de un lugar destinado al entierro de éste y motivada por el hallazgo entre el ajuar de grandes contenedores cerámicos (Soriano, 2011, pp. 43-44). Lo que significaría en el caso de tratarse de una mina que nos encontraríamos ante una mina amortizada para finalidades rituales funerarias, como podríamos encontrar en otros puntos de la península como la mina del Áramo (Asturias).

**Noroeste peninsular**

La zona del noroeste peninsular agrupa las regiones de Galicia, del norte de Portugal, León, Asturias, Cantabria y el País Vasco. Este territorio se caracterizaría por las explotaciones contemporáneas que dificultan el estudio de los yacimientos prehistóricos y por el conocimiento de buena parte de ellos gracias a las tareas de prospección.

Las explotaciones protohistóricas de estas regiones suelen ser mayoritariamente tareas extractivas a cielo abierto, que posteriormente se transforman en explotaciones en galerías. Este hecho se explica por las irregularidades del filón, que conlleva la

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

adopción de varias técnicas extractivas en un mismo territorio y que hace que estas cuenten también con pozos y trincheras. A diferencia del Nordeste nos encontraríamos con una minería de mayor envergadura y en cierta medida destinada al comercio.

A nivel geológico nos encontramos con explotaciones cupríferas de gran altitud y en fuertes pendientes, llevadas a cabo en la Cordillera Cantábrica y en los Picos de Europa. El cobre se encontraría en los llamados cobres grises y en azuritas y malaquitas, lo que permitiría una fácil identificación de los filones y un sencillo reconocimiento de éstos en superficie. Nos encontramos, además, con la presencia de estaño en Galicia, que permitiría a esta región integrarse en las rutas atlánticas de este material.

El yacimiento más destacado de beneficio de estaño en Galicia lo encontraríamos en San Finx situada en Lousame, provincia de Ourense. La mina contaría con tres fases: la fase protohistórica que tendría una utilización desde la Edad del Bronce hasta la Edad del Hierro, decayendo las labores extractivas en el tránsito entre estos dos períodos (Álvarez-Campana & Ruiz Mora, 2006). La fase medieval en las que se reemprenderían las tareas en la zona. Por último, la fase contemporánea en la cual se habría dado un aprovechamiento del wolframio (Vidal, 2012, p. 69). La minería protohistórica de San Finx se caracteriza por tratarse de labores superficiales y de pequeños pozos, en los que se han podido documentar varios útiles relacionados con la extracción.

El beneficio del cobre lo encontramos en las diferentes regiones que abarcan el noroeste. Un primer yacimiento lo podríamos encontrar en Arritzaga, situado en la Sierra de Aralar, cuya explotación estuvo activa hasta la década de los 60 dificultando la identificación de actividades protohistóricas. Aun así se conoce que fue habitada desde el Neolítico y que cuenta con varios afloramientos superficiales (Urteaga, et al., 2009-2010), que habrían permitido la explotación protohistórica a cielo abierto. El estudio de este territorio se ha realizado mediante prospecciones. Éstas han permitido identificar la explotación mediante pozos de entre 5 y 10 metros. También de una galería de hasta 74 metros en los que se aprecia el uso del *fire-setting* y que data del Bronce Medio, aunque se conoce su empleo en época romana (Urteaga, et al., 2009-2010, p. 19).

En León podríamos encontrar las explotaciones de la Mina de Colón, siendo estudiada en la primera mitad del siglo XX y teniendo una fase prehistórica y otra contemporánea. Otro de los yacimientos situados en la provincia lo encontraríamos al Suroeste de León, en la mina conocida como Monte Pajariel, de la cual los estudios y materiales que tendríamos documentados pertenecerían también a la primera mitad del siglo XX (Vidal, 2012, p. 69).

Por último, al norte de León encontraríamos el yacimiento de la Profunda, uno de los enclaves de beneficio de cobre de mayor importancia del norte peninsular y en el cual

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

se habría podido constatar la explotación a gran escala. Las labores en este yacimiento se habrían dado en un primer momento de forma superficial. Aunque posteriormente se habría producido una explotación de galería, en la cual nos encontraríamos con unos 30 metros de profundidad, que constarían además de varias cámaras y huecos de extracción (De Blas, 2014, p. 48). Las tareas llevadas a cabo en el yacimiento tendrían un carácter estacional y se cree que en ellas se podría haber utilizado el *fire-setting* de forma puntual (Matias, et al., 2000, p. 121).

Contemporáneas a la Profunda encontraríamos las explotaciones de El Milagro y El Áramo en Asturias. El Milagro está situado en los Picos de Europa, tratándose de una mina de galería parcialmente destruida por las explotaciones modernas. El periodo de utilización de ésta se produce entre la segunda mitad del III milenio y la primera mitad del II milenio, habiéndose localizado en ella varios rituales de inhumación con ajuar (De Blas, 2007-2008). Estas inhumaciones serían intencionadas, porque no se aprecia desprendimientos que las pudiesen haber causado, todas ellas cuentan con un ajuar propio y se habrían localizado en zonas no explotadas en ese momento.

El Áramo sería el tercer gran yacimiento juntamente con la Profunda y el Milagro encargado de una producción de cobre a gran escala (Vidal, 2012, p. 69). Este yacimiento contemporáneo a los dos anteriores habría sido parcialmente destruido por los trabajos modernos. Su estudio aun así ha permitido ampliar en gran medida el conocimiento que se tenía de este sector económico. El Áramo se sitúa en la cordillera Cantábrica, en una localización formada por piedra caliza y cuyos filones tienen un cariz irregular presentando fuertes pendientes, seguidas de desarrollos paralelos de éste y que explican la irregularidad de las formas presentadas en dicha mina (De Blas, 2014).

La explotación de la mina se hacía mediante el *fire-setting* consistente en la aplicación de fuego sobre el mineral para facilitar la posterior extracción de éste. Dicha práctica se conoce a partir de la torrefacción presente hoy en día en las paredes del yacimiento y en el hollín y restos de carbones causados a consecuencia de ésta (De Blas, 2014, pp. 56-57). El hallazgo de estos carbones permitió conocer la utilización del tejo y otras maderas no resiníferas. Estas maderas eran utilizadas también como antorchas al generar poco humo, facilitando así las labores extractivas de los mineros. Aunque previamente se untaban con grasa de animal para que tuviesen una mayor durabilidad y un mayor aporte lumínico.

La extracción del humo y la ventilación de la mina, hicieron que los mineros abriesen pozos y bocas de ventilación para generar corrientes de aire internas, que permitiesen en todo momento la salubridad de éstas. La existencia de dichas bocas de ventilación ha quedado registradas en el Áramo, además de otras medidas de seguridad empleadas por los mineros, como podrían ser pilares en los cuales se ha podido

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

registrar cómo se anudaban cuerdas. De la misma forma, no se han documentado derrumbes ni posibles accidentes en el desarrollo de las labores.

Por último, en dicho yacimiento se han podido documentar entre 22 y 29 inhumaciones contemporáneas a los trabajos mineros (De Blas, 2014, pp. 74-75), aunque localizadas en zonas marginales, en las cuales no se trabajaba en el momento del entierro. Los restos corresponderían a varones adultos, lo que se ha interpretado como una posible división del trabajo. Entre los diferentes ajuares se han encontrado materiales cerámicos del tipo campaniforme marítimo.

En los alrededores de la mina se han localizado varias cubetas y zonas de combustión que se han interpretado como lugares de reducción y separación del metal. El estudio de metales procedentes de este yacimiento ha permitido documentar la posible utilización de éste en un hacha de cobre localizada en Suecia (De Blas, 2014, p. 73).

### **Sureste peninsular**

La zona del sureste peninsular agrupa los territorios del Sur de la comunidad Valenciana, Murcia y la parte más oriental de Andalucía. Este territorio enmarca filones de diferentes minerales beneficiados en la antigüedad como pueden ser el estaño, la plata nativa, la galena argentífera o el cobre. Esto hace que en la región apareciesen culturas tradicionalmente asociadas a la metalurgia como podía tratarse de la cultura de Millares o del Argar y que más adelante este territorio despertase el interés de los pueblos fenicio-púnicos.

El estudio de las labores mineras de este territorio empieza en el siglo XIX (Bellón, 2006, p. 11). A pesar de que las tareas productivas contemporáneas hayan borrado muchos de los restos de las minas protohistóricas, se han podido documentar algunas explotaciones gracias a las prospecciones llevadas a cabo en la región. Aunque, como ya hemos podido observar en otros territorios peninsulares, los trabajos extractivos actuales o llevados a cabo durante los siglos XIX y XX hacen que muchas estén parcialmente destruidas o hayamos perdido la información de ellas.

Las explotaciones protohistóricas de esta zona se caracterizan por ser de cariz superficial, combinándose con trincheras o rafas, habiendo una menor presencia de explotaciones en galería que en los territorios anteriormente mencionados. Se trata también de explotaciones a nivel local, donde en algunos casos se ha documentado tareas de molienda y reducción en los alrededores del yacimiento. Constatándose rastros de estas actividades con la localización de molinos, crisoles y los restos de ganga que colmatan algunas de estas explotaciones.

Dicha actividad se ha asociado durante la Edad del Bronce a la cultura argárica y a la distribución de los metales de los diferentes asentamientos. A su vez, se han identificado las labores extractivas de épocas más tardías con los intereses fenicios y posteriormente cartagineses en ese territorio (Bellón, 2006, p. 12). La asociación y la relación entre mina y asentamiento han sido posibles a partir de los estudios de



## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

isótopos de plomo realizados en un gran número de objetos de este período. Estudios que hacen pensar en la existencia de más minas que las descubiertas hasta la fecha y que podían haber sido destruidas por las explotaciones medievales y contemporáneas.

Los filones del sureste se caracterizan por la abundancia y accesibilidad de los metales (Montero & Murillo, 2010). Los de mayor interés al tratarse de menas más superficiales y más fácilmente detectables las de cobre, que se puede encontrar en varias composiciones, en el que destaca tanto la malaquita como la azurita, mencionadas con anterioridad en otros territorios de la Península Ibérica. También, abundan las formas en las cuales el cobre está mezclado con arsénico (Delgado, et al., 2014, p. 18), importantes teniendo en cuenta el debate, mencionado con anterioridad en este trabajo, sobre la posibilidad de la aleación intencionada de cobre con arsénico para la mejora en los filos de los objetos. Por último, en esta zona se pueden hallar cobres nativos, lo que podría haber supuesto la existencia de una fase premetalúrgica o facilitado las posteriores labores de preparación del metal.

Las labores extractivas se documentan en el territorio desde el Calcolítico y prosiguen en algunos puntos hasta la Edad del Hierro. Uno de los yacimientos más importantes de la Edad del Bronce y cuya explotación empieza en el Calcolítico es el Filón Consuelo. En este yacimiento se beneficia el cobre, que se presenta de forma nativa y en formas minerales de distintas composiciones (Delgado, et al., 2014, p. 17). Se trata de una extracción del mineral a cielo abierto, pero también se da la explotación en galería. En ella se han localizado varios instrumentos líticos que al ser estudiadas permitieron documentar que estaban hechas a partir de materias primas cercanas al yacimiento, con un radio de distancia inferior a 10 km (Delgado, et al., 2014, p. 23).

En la zona de Cartagena, además, se han documentado minas de extracción de hierro (Bellón, 2006), normalmente más marginadas en los estudios de este tipo de material, a favor del estudio del objeto. Es en esta misma región donde se extraería el estaño a partir del mineral de la casiterita, explotada desde la Edad del Bronce. De la cual se sabría de la fabricación de lingotes en épocas más tardías gracias a la aparición de estos en el yacimiento subacuático del Bajo de la Campana (Bellón, 2006, p. 12). Hecho que marcaría una extracción destinada al comercio y aprovisionamiento de materias primas, donde las labores de creación de los objetos no tendrían por qué darse en el mismo yacimiento.

En la región de Murcia encontramos también las diferentes labores extractivas realizadas en las sierras de Totana, en la cual se dan diferentes filones de cobre y hierro. Su explotación está documentada desde el Bronce Medio gracias a los distintos fragmentos cerámicos argáricos asociados a las labores superficiales de extracción de cobre (Bellón & Martínez, 2015, p. 68). A su vez, la utilización de los recursos de la zona se prolonga hasta la II Edad de Hierro, al encontrarnos en las cercanías el yacimiento de la Cueva del Zorro, localizado en la Sierra de la Mina. La Cueva del Zorro es una mina ibérica de beneficio de hierro, fechada entorno el VI-V a.C. (Ibérico Antiguo). Su estructura corresponde a dos galerías paralelas, en las cuales se ha

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

encontrado materiales relacionados con la explotación, como cerámicas, herramientas líticas o de hasta (Bellón & Martínez, 2015).

La explotación de hierro en la región de Murcia, también ha sido documentada en los alrededores de Mazarrón, siendo de los metales más abundantes de esta zona juntamente con el plomo argentífero. Esto hizo que durante la Edad del Hierro los fenicios centrasen el interés en este territorio y se diese una explotación de este mineral vinculado a su influencia. Las explotaciones de galena argentífera se producían tanto para obtener el plomo, como para el beneficio de plata, siendo ya un metal de un alto valor y utilizado en bienes de prestigio, así como, en el caso del Mediterráneo Oriental, como un patrón de pago y valor.

En la zona más oriental de Andalucía se pueden localizar asentamientos mineros de la Edad del Cobre como puede ser las diferentes explotaciones de unos dos metros al aire libre en las cercanías del poblado de El Malagón (Contreras, et al., 2010, p. 46). Estas labores están relacionadas con la cultura de Millares, juntamente con los diferentes rastros de explotación de la Sierra de Alhamilla, en los que destacan los hornos de reducción y los restos de escoria (Contreras, et al., 2010, p. 47). En la Edad del Bronce en el Cerro Minado de Huercal-Overa, situado en Almería, destacan los cobres con una gran presencia de arsénico y que se relaciona con la cultura del Argar. El yacimiento está parcialmente destruido por las explotaciones de cantera, realizadas en época contemporánea (Delgado, et al., 2014). Los instrumentos líticos que se han encontrado en las galerías y en superficie nos hablan de un radio de distancia de obtención de la materia prima inferior a 10 km, siendo hechos mayoritariamente con cantos de río (Delgado, et al., 2014, p. 23). Excavaciones recientes, aún en estudio (M<sup>a</sup> Dolores Cálalich-Massieu y Mercedes Murillo), han sacado a la luz un conjunto de reducción metalúrgica de cobre que verifica la explotación y la antigüedad de esta mina.

La cronología de las distintas explotaciones mineras referenciadas nos permite situarlas en relación con la cultura del Argar, así como con fases anteriores. Los estudios isotópicos y los diversos estudios realizados tanto en las distintas minas mencionadas, como en los metales encontrados de esta cultura, muestran la importancia que tiene la relación del estudio de los lugares de extracción de la materia prima con los estudios de los útiles, permitiendo una visión más globalizada de esta sociedad. Ésto, a su vez, pone en relación la zona tradicionalmente asociada al sureste con las regiones más orientales de Sierra Morena, influenciadas a su vez por la cultura del Argar, siendo otro de los centros de extracción de dicha sociedad (Montero & Murillo, 2010).

### **Sierra Morena**

El carácter de Sierra Morena hace que tenga una consideración especial, situándose entre el Sureste y el Suroeste e influyendo en las diferentes culturas protohistóricas desarrolladas en la región. La cordillera de Sierra Morena es un accidente geográfico localizado en el sur de la Península Ibérica y que divide la Meseta y la Depresión Bética.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Su carácter polimetalúrgico permite el beneficio de múltiples metales entre los que se encuentran el cobre, el plomo, la plata y de forma más residual el oro, siendo explotados desde el Calcolítico. En sus cerca de 400 km de extensión encontramos los diferentes metales en diversas formas, en las que destaca la existencia de plata y cobre en forma nativa que permiten una primera explotación en épocas más antiguas.

La explotación de Sierra Morena se puede dividir en distintos sectores siendo el más oriental el distrito de Linares-la Carolina, situado en la provincia de Jaén. Las explotaciones de esta zona están vinculadas tradicionalmente a la Cultura de Millares y posteriormente a la cultura del Argar, siendo posteriormente un punto de interés fenicio e ibero. Los minerales beneficiados son la galena argentífera y el cobre, pudiéndose encontrar plata de forma nativa durante este período.

La tipología mayoritaria de estas explotaciones es mediante labores a cielo abierto, de forma superficial mayoritariamente, aunque también a partir de trincheras y pequeños pozos de extracción. Habiéndose documentado en este distrito los yacimientos de Valquemado, el Cerro de los Venados, Aliseda, Fresnillo, Humilladero, Navalasno, las minas de Salas de Galiarda, El Polígono, José Martín Palacios-Doña Eva y el Cerro de Buenaplata en Linares. La mayor parte de estos yacimientos se identificarían a partir de los materiales cerámicos y del instrumental lítico situándolos entre la Edad del Cobre y la Edad del Bronce (Arboledas, et al., 2014, p. 115). Cabe destacar que en algunos de ellos y gracias al empleo de isótopos de plomo se han podido asociar a poblaciones circundantes.

Uno de los yacimientos más importantes de la zona oriental de Sierra Morena es el yacimiento de El Polígono (Vidal, 2012, p. 74). Su explotación se remonta al Calcolítico siendo su principal metal extraído el cobre, aunque en época romana e industrial se caracteriza por el beneficio del plomo (Arboledas, et al., 2014). La explotación del mineral se da mediante labores superficiales y en trinchera, asociándose al poblado del Cerro del Tambor durante el período Calcolítico (Arboledas, et al., 2014) y al asentamiento de la Peñalosa en época argárica durante la Edad del Bronce (Montero & Murillo, 2010, p. 45).

La asociación del yacimiento de Peñalosa al complejo minero de El Polígono, toma fuerza al haberse documentado en el poblado varios martillos mineros, crisoles, escorias, molinos, moldes y artefactos-lingotes (Montero & Murillo, 2010, p. 39). Los cuales si seguimos las explicaciones de las primeras fases metalúrgicas en esta zona de Rovira (2005, p. 91), explicarían el hallazgo de molinos para el máximo aprovechamiento de las escorias, al triturarlas para añadirlas posteriormente a nuevas funciones. Este hecho permitiría destacar el yacimiento de Peñalosa como un centro productivo metalúrgico, el cual beneficiaría a su vez de la mina de José Martín Palacios-Doña Eva para el aprovechamiento de cobre.

La mina de José Martín Palacios-doña Eva, es uno de las explotaciones más importantes de la zona oriental de Sierra Morena, se encuentra situada en una dehesa (Arboledas, et al., 2015), sin labores agrícolas que hayan podido alterar las labores de

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

estudio. La tipología de esta explotación de la Edad del Bronce, es la extracción del mineral a partir de trincheras, documentándose también el beneficio a partir de pozos (Arboledas, et al., 2014, p. 120). De dicha explotación se conservan rastros de la escombrera y se han identificado restos de cerámica a mano de época argaica, además de distintos tipos de martillos líticos (Arboledas, et al., 2015).

Otra de las zonas a destacar a nivel de explotaciones mineras sería la región relativa al Valle del Rumblar en la que destacan los yacimientos de Siete Piedras y del Cerro del Tambor, en los que se documentan filones cupríferos explotados superficialmente durante el Calcolítico y la Edad del Bronce (Contreras, et al., 2010, p. 49).

En el Valle de Jándula se documentan también asentamientos de la Edad del Cobre, con actividades minero-metalúrgicas en el que destaca el yacimiento de Los Santos, en el que se observa la fundición del mineral de cobre a partir del hallazgo de diferentes crisoles (Contreras, et al., 2010).

Estos yacimientos fundados en época Calcolítica no tenían como base económica directa la producción del metal, hay que pensar en ellos como asentamientos de cariz agropecuario que complementaban sus actividades con la extracción de este material del subsuelo. No será hasta la Edad del Bronce que se habitarán zonas por intereses mineros y metalúrgicos, como atestigua el aumento de la ocupación en lugares de Sierra Morena hasta entonces con un bajo o nulo nivel de hábitat (Contreras, et al., 2010, p. 53). Vemos el surgimiento de otros yacimientos de beneficio del cobre durante la Edad del Bronce, como pueden ser los yacimientos del Cerro Hueco y La Atilana. Ambos se caracterizan por estar relacionados con el asentamiento argárico de la Loma de Úbeda, en su explotación se daba también elementos secundarios, pero de gran valor, como serían la plata y en menor medida el oro.

En la parte central de la cordillera encontramos dos yacimientos importantes en cuanto a explotación del cobre, La Redondilla y Los Paredones (Vidal, 2012, p. 70). En el primero de ellos los cuales se tiene constancia de su explotación durante el Bronce y su posterior laboreo en época romana (Hunt, 2005, p. 13). Mientras que el segundo se situaría en el Bronce Pleno y se habría querido asociar a la necrópolis de La Travesía (Hunt, 2003, p. 413). El hecho de asociarlo a una necrópolis nos permite señalar que mientras en el norte peninsular se han encontrado minas amortizadas como lugares de entierro, en Sierra Morena, esto no se ha podido documentar hasta la fecha, posiblemente relacionado tanto a las culturas hegemónicas diferentes, como a los modos de explotación, siendo en el sur de un carácter más superficial debido a la abundancia de los filones.

### **Suroeste**

La zona del suroeste peninsular agrupa los territorios del Sur de Portugal, Extremadura y el oeste de Andalucía. Es un territorio geológicamente complejo al comprender tres regiones de explotación diferenciadas. Por un lado, la zona de Ossa Morena, territorio polimetalúrgico en el que destacan los filones de cobre (Hunt, 2003). Por otro lado, la

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

zona Surportuguesa en la que se localiza la Faja Pirítica, en la que se dan depósitos de plata (jarositas), galena, pirita, calcopirita y una gran variedad de carbonatos y óxidos de cobre (Hunt, 2003), tratándose una vez más la malaquita el mineral más destacable en las explotaciones protohistóricas. Por último, nos encontramos las regiones de Extremadura, territorio que destaca por sus explotaciones de casiterita (estaño) y en el cual también encontramos distintas formaciones de minerales de cobre.

La zona de Extremadura tiene dos localizaciones que destacan por sus explotaciones mineras de cariz protohistórico, el Valle de la Serena y el Cerro de San Cristóbal de Logrosán. La prospección del territorio y el estudio del mismo han permitido conocer un gran número de pequeñas explotaciones a cielo abierto, localizadas en esta primera zona. En dichos trabajos se han podido documentar una gran cantidad de útiles líticos procedentes de la extracción minera, en gran parte del valle, que permitirían una explotación de los filones superficiales (Sanabria, 2015). Este laboreo se podría establecer cronológicamente entre la Edad del Cobre y la Edad del Bronce, a partir, de los materiales cerámicos encontrados alrededor de las distintas explotaciones.

El segundo punto minero destacable en Extremadura es el Cerro de San Cristóbal de Logrosán. Éste se localiza en una elevación granítica cerca de los puntos de confluencia del Tajo y del Guadiana (Rodríguez, et al., 2013, p. 96), siendo una posición estratégica para el comercio con la Meseta y con el Sur del territorio. El beneficio de la caserita para la extracción del estaño está vinculada a la explotación de este cerro por parte de la cultura Tartesia (Rodríguez Días, et al., 2014), fechándose su explotación en el Bronce Final y la I Edad del Hierro.

La explotación tiene una tipología de minería de trinchera, habiéndose localizado materiales que lo sitúan en la Edad del Bronce, como son algunos objetos líticos y las vasijas cerámicas relacionadas con las labores del Cerro. En el yacimiento, también se ha encontrado la planta de una cabaña con una posible zona exterior relacionada con las actividades metalúrgicas (Rodríguez, et al., 2013, p. 101). Siendo signos de tal actividad tanto los crisoles y moldes, como los restos de molinos y materiales minerales triturados hallados entorno este asentamiento.

En dicha población se cree que podría haber trabajado con el mineral con dos fines, el primero sería la producción para el poblado, en la cual se aprovecharían las vetas de cobre existentes en el mismo cerro (Rodríguez, et al., 2013, p. 104). El segundo fin se trataría de la producción de estaño destinado al comercio, en la que tendría una gran relevancia la localización del poblado, que permitiría el comercio tanto con la meseta, como con la cultura tartesia.

Otra de las zonas a destacar y que compone la geología del suroeste peninsular es el territorio de Ossa-Morena. Este sector está comprendido, como ya se ha mencionado anteriormente, por filones de cobre y recursos polimetalúrgicos, que facilitan la identificación y extracción del mineral en superficie (Hunt, 2003). En el territorio destaca la formación durante la Edad de Bronce del grupo minero Sultana-San Rafael (Pérez & Rivera, 2004), en el cual destaca el yacimiento del Cerro de los Rehayos, en

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

los que nos encontramos la explotación del filón, formado mayoritariamente por malaquita y calcopirita, a partir de tres pozos principales. Se cree que era un asentamiento de cariz estacional formado por cabañas de entramado vegetal, en el cual se llevaban a cabo tareas metalúrgicas.

Otro de los asentamientos importantes de este grupo lo encontramos en Santa Marta II, en el que, también, destacan evidencias de producciones metalúrgicas, a partir de dos fragmentos de crisoles-hornos y de escorias de fundición (Pérez & Rivera, 2004, p. 72). Los materiales encontrados en el yacimiento lo situarían en un horizonte cronológico entorno el Bronce Medio-Bronce Final, en el que podríamos pensar que sería posible el intercambio de recursos con otros asentamientos, gracias a su situación estratégica como lugar de comunicación entre el Bajo Guadalquivir y la sierra sur extremeña.

En el territorio comprendido por la zona Surportuguesa contiene en ella la Faja Pirítica, en ellas se desarrollan minas a cielo abierto mayoritariamente (Hunt, 2003). En esta zona se dan explotaciones tanto de cobre, como de plata y en la cual se asocian ajuares de estos metales a los habitantes de esta región. Es en esta región donde encontramos las minas de Tharsis, del Chiflón o las minas de Aznalcollar y Rio Tinto.

El yacimiento de Tharsis se encuentra en la Faja Pirítica, en la región de Huelva, cuyas explotaciones de cobre se remontan a época prehistórica y perduraran en el tiempo. A esta mina se le ha asociado con el yacimiento del Bronce de Cabezo Juré, en el cual se registran tareas de fundición de los minerales de esta mina (Pérez & Delgado, 2010, p. 7).

Otro de los yacimientos mejor estudiados de la zona se trata del Chinflón, localizado en Huelva. Este yacimiento se beneficia de los filones de malaquita, aunque en él hay una presencia de óxidos de hierro y arsénico (Hunt, 2003, p. 147). En las cercanías de la mina, compuestas por diversas trincheras de poca longitud y escasa profundidad, en la cual se han encontrado abundantes martillos mineros. Destaca el asentamiento en el que se han documentado cabañas datadas entre el Bronce Final y la I Edad del Hierro, en el poblado se han encontrado instrumentos de procesamiento del metal (Pérez & Delgado, 2010, p. 8).

En la Faja Pirítica destacan también zonas de explotación de cobre y plata como son las minas de Aznalcollar (Sevilla) y la zona de Rio Tinto (Vidal, 2012, p. 73). Aznalcollar es un territorio que empieza sus explotaciones de plata en el Calcolítico, extrayéndose a partir de minería subterránea (Hunt, 2005). En la zona de Rio Tinto, no obstante, se documentan dos asentamientos importantes, La Parrita y el Cerro de Tres Águilas, en los que se da de forma marginal la extracción de oro.

En el yacimiento del Cerro de las Tres Águilas se contextualiza en el Bronce Pleno a partir de los restos cerámicos encontrados, las explotaciones son mayoritariamente a cielo abierto (Pérez & Delgado, 2010). En el yacimiento aparecen nuevamente restos de fundición a partir de las escorias de plomo-plata.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

La Parrita es un yacimiento de la Edad del Bronce en el que se han encontrado escorias de plomo-plata, a partir de la fundición en crisoles y vasijas-hornos. En el territorio se han documentado ajuares formados por estos metales y relacionados con las explotaciones (Pérez & Delgado, 2010, p. 8), que nos hace ver un cambio cultural respecto al norte de la península. Mientras en el Norte las minas se amortizan con entierros asociados a la extracción, en el sur se localizan necrópolis, esto podría estar relacionado con las formas de extracción del metal, siendo en el sur más superficiales.

En relación a la explotación de la plata de la Faja Pirítica hay que precisar, sin embargo, que hay una marcada polémica sobre si las explotaciones de plata (que comportan el conocimiento de la copelación) son anteriores a la presencia fenicia o bien son el resultado de ésta. Aunque no faltan partidarios de la primera de las opciones, todos los datos apuntan a que la explotación de la plata va unida a la presencia fenicia y a que los objetos de plata documentados durante la Edad del bronce están manufacturados a partir de plata nativa (y, por lo tanto, sin necesidad de copelación), probablemente de origen alóctono (Campos & Alvar 2013).

#### La minería romana en la Península Ibérica

Las explotaciones mineras romanas tenían en cuenta el conocimiento del territorio, donde se situaban en antiguos emplazamientos prehistóricos y protohistóricos, pero también se buscaban nuevos yacimientos ricos en minerales a partir de prospecciones sistemáticas del territorio.

Estas prospecciones se daban gracias al control del terreno por parte del ejército romano y a partir de la expansión de la administración que buscaba el dominio de los nuevos territorios del imperio a partir del control de los recursos de las tierras sometidas (Sánchez-Palencia, et al., 2006, p. 265). Hispania era una zona ya descrita por Estrabón como rica en metales, por tanto, el interés romano durante la República era la extracción de éstos, junto a la producción de otras materias agropecuarias. La gran cantidad de los recursos minero-metalúrgicos, entre los que destacaban el plomo, la plata, el oro y el cobre, llevó a la península ibérica a convertirse en el primer distrito explotado a gran escala por los romanos en cuestiones mineras (Blázquez Martínez, 1989, p. 119).

Con la explotación de las minas nacían nuevas relaciones entre los pueblos iberos y los colonos romanos, cuya base radicaba en la repartición de las tareas y en los métodos productivos. Durante la República éstas cumplían una simple función de explotación de un recurso abundante, estando las minas en concesiones de *publicani* o de pequeñas sociedades. Es durante el Imperio y tras las guerras cántabras cuando Hispania adquiere importancia en la producción de oro. El oro, que era un producto de interés estatal en sí mismo tras la reforma monetaria de Augusto (Sánchez-Palencia, et al., 2000, p. 254), hace que estas políticas cambien y que las relaciones entre las comunidades indígenas y los invasores muten. Esto se debe a que las concentraciones más importantes de minería aurífera se daban en el noroeste peninsular, los territorios

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

que fueron los últimos en conquistarse tras las guerras cántabro-astures (29-19 a.C.), fueron también los últimos en explotarse.

Con la llegada del ejército romano a Hispania para frenar el avance púnico, empieza la conquista de la Península. En el proceso de romanización se expande la administración y empieza un control del territorio efectivo y una expoliación sistemática de los recursos. El territorio antes controlado por iberos y cartagineses se aprovecha por las sociedades romanas reutilizándose estructuras de producción. Entre estas estructuras destacan las mineras, que solo podían ser trabajadas una vez apaciguada la zona.

La necesidad de producción minera llevó a Catón, en su misión de controlar la revuelta ibera (197-195 a.C.) y apaciguar el territorio, a crear en 195 a.C. la *magna vectigalia*, que reorganiza la minería (Blázquez Martínez, 1989, p. 120). Esta reorganización fue posible debido a que Roma no distinguía entre el suelo y el subsuelo, por lo que se consideraba que esas actividades pertenecían al *populus romanus*. Esto significaba que la explotación de las minas, aunque fuesen del senado, eran concedidas a *publicani*, especialmente a *societates publicanorum* y a pequeñas explotaciones individuales.

Las *societates publicanorum* surgen cuando la minería deja de ser rentable para el estado, estas sociedades pagaban por la explotación al estado y eran las encargadas de la producción, de la mano de obra y de la seguridad en las minas, es decir, tenían un control estable o perpetuo. Su existencia se conoce gracias a los lingotes conservados, donde se marcaba el nombre de éstas (Domergue, 1985, p. 93).

Los principales focos de explotación se sitúan en el sureste y en Sierra Morena. En el sureste se desarrolla la minería del plomo y de la plata a lo largo del siglo I a.C., estas minas ya eran explotadas desde el Bronce Antiguo y su explotación había seguido en época ibérica y cartaginesa. En esta zona se beneficiaba la galena argentífera, esto requería de procesos de separación del mineral. Las técnicas extractivas se caracterizaban por una mínima explotación superficial y por una minería de galería que podía llegar en algunas zonas hasta los -300 metros.

El segundo foco se sitúa en Sierra Morena, explotación que empieza ya en época antigua y que perdura hasta época contemporánea. La importancia de esta sierra y de su mayor foco minero-metalúrgico, la cuenca de Linares-La Carolina, radica en la importancia de Cástulo o *Corduba* en el control y gestión de las labores mineras, es decir, a partir de un centro se controla toda la explotación de estas minas. Por otra parte, no es ajena al interés de Roma la actividad agropecuaria de la zona, que permitía el comercio y el pago de tributos a Roma. Por último, se da una formación y acentuación de desigualdades sociales en la Hispania meridional, donde gracias a las minas se consolida una aristocracia colonial (Sánchez-Palencia, et al., 2000, p. 247).

Las explotaciones se pueden dividir en tres sectores: central, oriental y occidental. En la zona central se da una explotación del mineral del cobre y del plomo, donde la



## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

importancia en la extracción de uno y otro varía en función de las necesidades comerciales y tributarias de la zona. En Sierra Morena occidental destaca la abundancia de núcleos urbanos alrededor de las minas, siendo las explotaciones mayoritarias el plomo y la plata. Por último, en la parte más oriental se tiene constancia de la relación entre los asentamientos romanos y los asentamientos del ibérico tardío, creándose asentamientos fortificados, esta creación podría compararse con la que años más tarde se dio en el noroeste, para proteger y mantener las estructuras mineras. En este sector se desarrollaron concesiones a pequeñas sociedades y concesiones individuales, pero es la zona donde se dan las grandes *societates publicanorum*, como la *societas castulonensis*.

Con la subida de Augusto al poder se afianza la primacía de Italia sobre el resto de provincias, a partir de una nueva organización administrativa. Ello tiene una gran repercusión en la minería, ya que, el suelo de las provincias pasa a tener un marco legal y a estar sometido a Roma (Sánchez-Palencia, et al., 2006, p. 267). Con este fin se crea el Fisco, un órgano que se encarga del control de los medios de producción en especial de las producciones minero-metalúrgicas que pasan a estar en sus manos. Este proceso que empieza con Augusto culmina con Tiberio que confisca las minas de las ciudades y los particulares en favor de un mayor rendimiento (Blázquez Martínez, 1989, p. 121). Al principio del imperio se pone en la dirección de las minas a *procuratores*, funcionarios imperiales que se encargan de estas explotaciones, aun así algunas continúan estando en manos de particulares o en manos de los municipios que podía trabajar en ellas de forma directa o ponerlas en arrendamiento.

Los nuevos focos de la minería se localizan en el suroeste y en el noroeste peninsular. Para posibilitar el trabajo en estos yacimientos primero se tuvo que apaciguar la zona, debido a que en el suroeste se tuvo que someter de los lusitanos. Tras este sometimiento la zona quedó integrada en la *metalla públicas* y pasó a estar gobernada por los procuradores. En estas explotaciones había representantes de la administración fiscal y del ejército, estos ayudaban a los *coloni* que eran los encargados de que las tareas se cumpliesen y que asignaban las labores a la mano de obra, que era así mismo contratada o perteneciente a ellos, ya que podía ser libre o servil (Sánchez-Palencia, et al., 2000, p. 253). Estos *coloni* y las sociedades que controlaban las minas tenían que pagar impuestos al fisco, que recibía ganancias tanto a partir de la materia prima, como del pago de las tasas pagadas por la explotación de este recurso público o de cualquier actividad regulada dentro del *metallum*.

En el noroeste peninsular se da una concentración de yacimientos auríferos, donde se practican las técnicas del *ruina montium*. Antes de poder utilizar estos métodos se tiene que conquistar el territorio, que estaba en manos de los astures y vascones. Tras las guerras cántabras empieza la construcción de las infraestructuras que permitieran una explotación efectiva y la realización de prospecciones que permitan identificar las

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

zonas más rentables. En estas zonas se impone un sistema de *locattiones*, con este sistema se garantizaba que los jefes eran los responsables de la preparación de los yacimientos, de la seguridad de las infraestructuras de la mina y de sus trabajadores y de la extracción de los productos (Sánchez-Palencia, et al., 2006, p. 267). Estas *locattiones* iban acompañadas en un primer momento, por una homogeneización del territorio con la implantación primeramente de campamentos militares y por la construcción de vías (Sánchez-Palencia, et al., 2000, p. 257), de carácter hidráulico necesarias para el *ruina montium* y de carácter terrestre para el desplazamiento por el territorio. Esto fue acompañado por la construcción de núcleos importantes en los principales ejes de comunicación, cambiando así la estructura tradicional de la organización.

**La extracción del oro**

Recientemente distintos autores consideran que el Noroeste peninsular se caracterizaba por una serie de grupos sociales heterárquicos, organizados en torno a castros y que tenían poca relación entre sí. Estos pueblos ya conocían la metalurgia y la artesanía del oro, que obtenían mediante batea. Los diferentes métodos explicados por Plinio para obtener el oro empleado por los romanos se pueden dividir en 3 según las técnicas empleadas en la extracción:

El *aurum fluminum ramentis*, equivaldría a lo que hoy conoceríamos como recolección por batea. Este consistía en la extracción de pequeñas pepitas de oro fluvial. Estas pepitas llegarían al río a partir de la erosión de los filones de este mineral en las montañas, esto permitía identificar a su vez los posibles lugares donde emprender tareas de extracción. Este proceso permitía identificar las zonas ricas en este metal.

El *aurum canalicium*, era la excavación mediante galerías subterráneas, esto requería el tratamiento de la ganga para extraer el mineral.

El *aurum arrugiae*, conocido también como *ruina montium*, era la combinación artificial de los dos métodos anteriores y se caracterizaba por el empleo de la fuerza hidráulica en todas sus fases. Ello requería la construcción de canales hidráulicos que llevasen hacia el lugar de explotación y permitiendo su almacenaje para la utilización posteriormente. Mientras se almacenaban las grandes cantidades de agua que serían utilizadas posteriormente, se abrían túneles que permitiesen la evacuación del agua y la liberación de las partículas de oro. La necesidad de una gran red de canales hidráulicos, del control del territorio por lo que éstos pasaban y el gran número y complejidad de infraestructuras requería un dominio real del territorio, para ello se crearon castros o asentamientos para la vigilancia y mantención de estas (Sánchez-Palencia, et al., 2006, p. 280). Por su gran coste y complejidad estas explotaciones solo podían ser llevadas a cabo por el Estado y requerían de requisitos de carácter técnico (el terreno tenía que tener una correcta nivelación para los canales) y de carácter

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

político pues se requería el control del territorio. Por otra parte era necesaria una gran cantidad de mano de obra. Para hacer frente a esta necesidad el Imperio requirió de nuevas formas: la utilización de los *peregrini*, antiguos indígenas que eran libres aunque no tenían derechos cívicos y que tenían que prestar sus servicios a Roma. Los servicios que se requerían de éstos, eran tributarios pero también tenían forma de trabajos de servicio público como era la minería.

El coste de estas explotaciones requería de prospecciones para comprobar su viabilidad, eso provocó las prospecciones conocidas como *aurum talutium*. Pequeñas prospecciones para delimitar y valorar la calidad del material, éstas se daban en yacimientos superficiales previamente al inicio de la explotación sistemática.

## La metalurgia

### Evolución

La metalurgia y sus distintas fases tienen una cronología y una evolución desigual en los diferentes territorios según las condiciones económico-sociales de éstos. La demanda social y económica condicionará la aceptación y mantenimiento de la tecnología y podrá decidir si estimular su producción según las ventajas que se encuentre en el desarrollo de ésta.

La evolución tecnológica se ha explicado tradicionalmente a partir de tres ideas, la primera es que se trata de un camino unilineal, donde primero se descubren las operaciones más simples, añadiéndose complejidad a medida que pasa el tiempo y se perfecciona la técnica. Esto lleva a la segunda idea, se rige por etapas tecnológicas, que dependen de las cadenas operativas de fabricación y utilización. Por último, nos encontramos que es evolucionista, es decir, cada etapa depende de los conocimientos adquiridos en la precedente. Siguiendo esta línea Strahm divide la metalurgia en cinco fases (Montero Ruiz, 2014, p. 22). La fase preliminar o fase premetalúrgica es aquella en la que se trabaja solo metal bajo forma nativa y en la cual no se emplea el fuego en la producción de útiles metálicos. Esta fase se supera con el principio de la reducción de los minerales metálicos, proceso pirolítico de separación del metal, llegando a la fase inicial de la metalurgia. El siguiente paso es la fase de innovación y experimentación donde surgen las primeras aleaciones intencionadas, en cuarto lugar se da la consolidación y por último, aparece la fase industrial, donde la tecnología está extendida y se encuentra en todas las esferas del mundo productivo.

El grado de desarrollo de la tecnología tuvo sus efectos en los integrantes de la sociedad, debido a que a mayor desarrollo mayor especialización. Este hecho llevó a J.A. Alexander a definir tres formas de estatus del artesano metalúrgico (Mohen, 1992, p. 203). En las sociedades igualitarias el metalúrgico está integrado, no recibe ningún tipo de consideración especial. Con el aumento de la especialización y la jerarquización social vemos que el papel del metalúrgico se bifurca: por un lado encontramos a los

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

que podrían pertenecer a un estatus inferior, como los mineros que en la Edad Antigua tendrían la consideración de esclavos. A la vez que aparecen los que formarían parte de un status superior como los broncistas, acuñadores u orfebres y cuyo oficio quedaría reflejado en su ajuar funerario.

### Técnicas de trabajo

El trabajo del metal podía hacerse mediante la forja en frío, la fundición, el recocido o la combinación de estos elementos, según el objeto deseado se usaban unas técnicas u otras. En los tiempos premetalúrgicos con el fin de hacer los distintos objetos se utilizaba la forja en frío, que consistía en golpear el metal dándole la forma deseada, esto únicamente era posible en aquellos metales que se presentaban de forma nativa en la naturaleza y cuya maleabilidad permitía este tipo de trabajo. La forja en frío conseguía dar una mayor dureza al objeto al posibilitar la compactación en cristales metálicos.

Con la aparición de la metalurgia se dan nuevas formas de trabajo como la fundición, ésta consiste en verter el metal líquido en un molde previamente preparado con el negativo del objeto deseado, obteniendo así el objeto. Por último, encontramos el recocido consistente en aumentar la temperatura del objeto hasta la recristalización de sus partículas (entre los 800° y los 500°) con el fin de que la pieza pierda dureza a la vez que sea menos frágil (Montero Ruiz, 2010, p. 181). Junto al desarrollo de estos procesos se empezaron a utilizar la combinación de estos en cadenas para dotar de determinadas cualidades al objeto. Así encontramos la fundición seguida de forja en frío como una de las primeras cadenas productivas más utilizadas. Esta técnica que fue ampliamente utilizada en el Calcolítico se aplicaba una vez la pieza salía del horno, donde se martilleaba totalmente o parcialmente, especialmente los filos (Rovira, 2004, p. 20). Otro método que se podía dar, aunque no fuese tan común, era la fundición seguida del recocido, esto servía para homogeneizar la microestructura sin deformarla, haciendo que ganase resistencia.

Durante el Calcolítico también se desarrollaron formas de combinar los tres procesos. Así encontramos la fundición seguida de forja en frío y de recocido, método bastante utilizado en las producciones Calcolíticas y de la Edad del Bronce. Al permitir una mayor dureza mediante la compactación de los cristales metálicos para posteriormente hacer que se recristalicen haciendo que la pieza sea menos frágil, además con él, tal como explica Montero (2010, p. 184), se evitaba la ruptura por forja intensa. El proceso inverso también se podía dar pero era menos común. Por último, encontramos las técnicas compuestas por cadenas largas de fusión, forja en frío, recocido y posterior forja en frío. Esta técnica permitía moldear el objeto reduciendo los riesgos de ruptura, la aparición de estas técnicas se hace con base empírica, a partir del simple método de ensayo-error. La utilización de éstos empieza en el Calcolítico imponiéndose como principal forma de producción durante la Edad del Bronce.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

No hay que olvidar que estas técnicas se circunscriben dentro de un proceso productivo, que empieza con la reducción de los metales en las inmediaciones de los yacimientos mineros. Posteriormente se distribuirá el material a los diferentes lugares o en algunos casos a los centros productivos, que en algunas culturas se localizarán en los palacios. La distribución se empieza a hacer a partir de lingotes durante el Bronce Medio (Rovira, 2004, p. 24) cuya forma variaba según los diferentes períodos y zonas productoras, así encontramos los lingotes plano-convexos de cobre en el Bronce Final en la península ibérica o los lingotes de piel de toro utilizados en el mediterráneo oriental y que posteriormente aparecerán, aunque escasamente, en la Península en períodos orientalizantes. Posteriormente, estos se fundían y utilizaban en la fabricación del objeto.

Durante el Bronce Final se intentaba que los moldes no encajaran completamente, con el fin de mejorar la expulsión de gases de las piezas e impedir así la aparición de burbujas internas de aire (Rovira, 2004). Estas burbujas internas podían deteriorar las piezas y provocar su ruptura. Al mismo tiempo, se implementaba la forja con martillo para intentar aplastarlas mediante la compactación de los cristales metálicos. Al no encajar completamente las valvas, el resultado de la fundición era una pieza con grandes rebabas que tenían que ser tratadas con posterioridad.

La evolución en la utilización de moldes llevó a la aparición de la técnica de la cera perdida. En ella se construía con cera el objeto que se quería conseguir, posibilitando la consecución de pequeños detalles y la construcción de estructuras complejas gracias a la gran facilidad con la que se podía moldear. Tras moldear la cera se cubría la figura con arcilla, dejando pequeñas aberturas con una doble función, posibilitar el vertimiento del metal en el interior del recipiente y a la vez permitir la salida del núcleo de cera fundida. Posteriormente, se rompía el molde de arcilla para poder extraer el objeto, se eliminaban los filamentos de metal muestra del vertido y se limaban para que no quedasen muestras visibles. El uso de esta técnica permitió la fabricación de objetos complejos y favoreció la aparición de esculturas de metal.

Cuando existía la necesidad de unir piezas se utilizaba la unión por remaches. Consistía en unir dos piezas a partir de la incorporación de una tercera que agrupaba las dos, era la más sencilla de aplicar, ya que, no requería de pirotecnología. Los objetos más complejos o que constaban de más de una pieza requerían de su fabricación mediante la técnica de la soldadura. Este método servía tanto para fabricar, como para reparar o añadir posteriormente piezas necesarias. Consistía en unir dos o más objetos mediante la aplicación de calor y metal en determinadas zonas, su utilización más común era en las asas y en las empuñaduras. La soldadura, además de ser una técnica de unión, también, se empleaba como base de la filigrana y el granulado métodos empleados en objetos decorativos.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

La filigrana es un sistema decorativo en el cual a partir de una lámina de oro se extraen hilos de oro muy finos y se trabajan para posteriormente mediante la soldadura sobre la superficie de la pieza formando un dibujo. Los hilos variarán de tipo según el grosor de la lámina, del grado de torsión a los que son sometidos y de la deformación plástica (Perea, 2010, p. 260). El granulado perseguía la misma idea que la filigrana, que consistía en soldar pequeñas esferas sobre una base laminar o sobre ellas mismas generando un dibujo. La obtención de éstas se puede dar mediante la fundición de pequeñas partículas en un crisol, donde los fragmentos adquieren forma esférica. Otro método utilizado sería el vertido de oro fundido en un recipiente de agua o sobre una superficie de cenizas. En la Península Ibérica la utilización del granulado adquiere importancia en los períodos orientalizantes, manteniéndose como forma decorativa en períodos ibéricos (Eiroa, et al., 1999, pp. 288-289).

Para terminar las piezas éstas se martilleaban para aumentar la dureza del objeto, se limaban o se pulían, para eliminar todo resto de rebabas resultado de la fundición. Por último, se podía proceder a decorarlas, para ello se utilizaban cinceles o punzones. La utilización de estos punzones dependía del material sobre el cual se tuviesen que aplicar. Se utilizaban punzones de bronce para aquellos útiles de cobre, debido a la dureza de este material. Para los objetos de bronce no obstante se tenían que utilizar los punzones de hierro, habiendo constancia de estos desde el Bronce Final. Las decoraciones hechas con los punzones de hierro se caracterizaban por ser más angulosas, que las hechas con los punzones de bronce más redondeadas (Harding, 2003, p. 230). Otro uso del punzón o cincel con fines decorativos era su utilización en los repujados, que consistía en la consecución de un relieve en una lámina de metal, donde el orfebre tenía que trabajar en negativo. Otras formas de decoración consistían en aplicar pátinas doradas o plateadas al objeto haciendo que éste tuviese un aspecto de un valor más elevado. Los colores plateados se conseguían mediante el estaño o el arsénico aplicándose sobre el cobre mayoritariamente. Los colores dorados se aplicaban sobre la plata y en menor medida sobre el cobre o el bronce (Montero Ruiz, 2010, pp. 187-188).

## El papel de la metalurgia y los metales en las sociedades protohistóricas: producción, circulación y poder

### La circulación del metal

La circulación del metal tuvo un importante papel en la protohistoria, alrededor de este material surgieron rutas de larga distancia que incluso llegaron a unir el Norte de Europa con el Mediterráneo. Alrededor de estas grandes rutas surgieron pequeñas redes de ámbito local y que permitían la llegada del metal a los diferentes territorios. La integración de las diferentes regiones a estas grandes rutas comerciales se hacía mediante el comercio marítimo y fluvial, gracias a los grandes ríos navegables centro-

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Europeos (Earle, et al., 2015, p. 9). Siendo uno de los factores que permitieron incrementar las técnicas de navegación de esa época.

Las grandes rutas se estimularon en mayor medida durante la Edad del Bronce como consecuencia de la búsqueda de estaño para la fabricación de bronce. El cobre era más fácil de conseguir en las rutas locales debido a su abundancia, pero el estaño era escaso y su búsqueda hizo posible la creación de grandes corredores que incluso llegaron a unir el levante mediterráneo con la costa atlántica. Estos contactos se muestran por la llegada de determinados bienes foráneos a las diferentes culturas, pero también por las influencias iconográficas que se dan entre ellas. Un ejemplo de esto lo encontramos en el norte de Europa donde se da una iconografía geométrica que recuerda en gran medida a las decoraciones egeas de esa época o a la adopción de determinados elementos (Kristiansen, 1998).

El intercambio de determinados bienes llevó a una asimetría en las riquezas de las regiones, de tal modo que se empezaron a desarrollar modelos de centro-periferia, con un centro productor de bienes de prestigio y una periferia encargada de la producción de materias primas y donde se desviaba el excedente. La necesidad del intercambio además proporcionó los medios necesarios para la creación y consolidación de infraestructuras necesarias para ello, surgiendo así una clase aristócrata que garantizaba el comercio a partir de la coerción o el ritual. Estas élites se vieron favorecidas por la llegada de los llamados objetos de prestigio, que hacen resaltar la idea de que la aparición de los metales favorece un aumento de la individualidad. El comercio con estos territorios podía darse mediante dos formas el comercio con objetos ya fabricados o a partir de lingotes (Montero Ruiz, 2000, p. 70), que eran trabajados posteriormente.

El comercio con bienes de prestigio era una forma de ganarse el favor de las aristocracias locales con el fin de establecer relaciones comerciales entre los diferentes territorios. Así encontramos como Stöllner (2015, p. 121) señala como probablemente algunos de los objetos de prestigio encontrados en Italia serían procedentes del Egeo y se tratarían de regalos hechos a las élites locales. Esta hipótesis se ve complementada con el interés cuprífero de estos territorios centromediterráneos y con los restos de comercio de esa civilización, que se muestran en la presencia de lingotes de piel de buey chipromicénicos (Montero Ruiz, 2000, p. 82). Las teorías de centro-periferia y la importancia de las grandes redes también se pueden observar en que el aumento de la demanda de recursos metálicos en determinados territorios no tuvo que venir acompañado del aumento de las explotaciones. Esto lo encontramos en los territorios del Egeo y del Levante Mediterráneo cuya demanda crece en gran medida a partir del II milenio y cuyas explotaciones no aumentan de manera significativa en estos períodos gracias al comercio con el Próximo Oriente, los Balcanes y los diferentes territorios circunscritos en sus rutas comerciales. Estos patrones se verán

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

complementados en el I milenio con las colonizaciones que propiciaran la búsqueda de recursos, inclusive los férricos, y que provocaran el aumento o intensificación de las explotaciones mineras en los territorios afectados, siendo un ejemplo la colonización fenicia en el aumento de las producciones mineras en la Península Ibérica. Esta intensificación también se vuelve a ver en las zonas centro-mediterráneas en el I milenio, donde a partir de los siglos IX-VIII a.C. en el área de Etruria se documenta una fuerte producción e intercambio de bienes metalúrgicos, de influencia fenicia y donde se da una presencia de plomo procedente de Iberia desde la segunda mitad del siglo VIII a.C. (Benvenuti, et al., 2015, p. 106), plomo cuyo comercio probablemente se hizo por parte de los fenicios. Es a finales del II milenio y I milenio cuando el hierro se empieza a trabajar y adquiere protagonismo. Su expansión tiene una gran acogida en las sociedades mediterráneas que lo combina con los objetos de bronce debido a su gran demanda de objetos de prestigio de ambos minerales, mientras en el centro y norte europeos su aplicación es más gradual (Kristiansen, 1998, p. 298). La expansión de esta tecnología vino acompañada del aprovechamiento de las rutas comerciales ya existentes. Se volvió a restablecer una monopolización de la producción, las técnicas y el conocimiento en las zonas ricas en metal, diferenciadas de las periferias encargadas del abastecimiento.

### Rituales

Con la aparición de estas grandes rutas comerciales surgieron rituales para legitimarlas o en las que participaron en gran medida los productos metalúrgicos. Con el fin de establecer estas grandes redes una de las estrategias utilizadas era el matrimonio. Con éste se pretendían legitimar intercambio entre diferentes aristocracias europeas. Estos pactos matrimoniales tenían una doble estrategia, se daban tanto entre aristocracias locales, como en aristocracias de gran distancia (más de 100 km). Explicándose mediante el ritual la aparición de entierros foráneos y de tipologías de materiales no comunes en esos territorios. Con ellos se aseguraban el aprovisionamiento de los bienes de prestigio necesarios para la legitimación de las nuevas aristocracias y la difusión del conocimiento entre las diferentes regiones.

Otro de los factores que se han discutido sí podrían ser rituales son los depósitos metálicos. Dichos depósitos consisten en acumulaciones de objetos de metal que se encuentran en el subsuelo cuya funcionalidad es objeto de discusión. Este tipo de acumulaciones se intensificaron durante la Edad del Bronce y permiten identificar los tipos de contacto que había entre las distintas sociedades (Gori, 2014, p. 271). Algunas teorías señalan estas acumulaciones como propias del comercio o del intento de salvaguardar los metales de posibles hurtos o para su posterior reciclaje. El ocultamiento de los depósitos se ha atribuido a la inestabilidad del periodo a causa de la emergencia de las elites guerreras, siendo estos escondites olvidados o muestras de que el propietario no sobrevivió (Gori, 2014, p. 273). Otras teorías los relacionan con el comercio a media y larga distancia y los circunscriben en las rutas comerciales y con los



## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

circuitos de distribución del metal. Por otra parte, las razones por las que se sustentan las hipótesis de los depósitos como acumulaciones con funcionalidad religiosa son que la mayor parte de los objetos se encuentran fragmentados. La fragmentación de estos objetos no pudo darse de forma casual al estar fabricados principalmente con bronce, material que se caracteriza por su dureza. La inutilización, por tanto, es intencionada y tuvo que ser hecha por expertos metalúrgicos. El segundo argumento a favor de las teorías rituales sería el tamaño de estos depósitos y la cantidad de objetos que contenían, la mayoría de las piezas eran bienes de prestigio o bien tenían un carácter votivo. Todo ello hace pensar que en su consecución participaban grandes segmentos de la población o que en ellos participasen varias comunidades. Fruto de este último punto surge la hipótesis que podrían tratarse de depósitos como conmemoración de batallas y, en otros casos, que podría tratarse del *thesaurus* de la comunidad. La utilización de metal o de instrumentos de este material como rituales de batalla se vería complementada con la aparición de los instrumentos de metal en las batallas como los luros norteeuropeos. Que marcarían la aparición de nuevos patrones rituales alrededor de la guerra y el nacimiento de una nueva aristocracia. No faltan, sin embargo, aquellos que postulan que los depósitos integrados por piezas rotas, reparadas o, simplemente, pasadas de moda, constituían el resultado de acopios de metal para la refundición y posterior elaboración de nuevas piezas, pues sabemos que el reciclado tuvo carta de naturaleza durante la Edad del Bronce europea, siendo emblemático en este sentido el cargamento del barco de Rochelongue en Agda (Francia).

#### El surgimiento de las aristocracias guerreras

Si bien las economías de los primeros grupos metalúrgicos europeos operan en la mayor parte de contextos mediante la cooperación y el intercambio en el marco de redes de carácter local, siendo el intercambio de mineral y metal un paradigma de estas redes cooperativas (Primas 2012), no es menos cierto que como fruto de la incipiente individualidad y del sedentarismo que se empieza a dar en la protohistoria aparecen nuevas formas políticas para organizar los grupos humanos y que se basan en la agricultura (Flannery, k; Marcus, J., 2012, pp. 255-256). Estas nuevas organizaciones basan su poder en líderes militar-religiosos que buscan el aumento de la producción y el control de los excedentes (Llull, V.; Micó, R., 2007), creándose unas estructuras jerarquizadas a su alrededor, que se ven favorecidas por el control y el comercio del metal. Las economías de los cacicazgos mayoritariamente son economías de bienes de prestigio, por lo que, se intentaría conseguir unos bienes que distinguirían a las élites y cuya producción sería reservada únicamente a estos grupos a partir de los excedentes ganaderos y agrarios que pudiesen generar este tipo de sociedades. Con el tiempo estas comunidades se tornarían más complejas y establecerían relaciones comerciales externas, a la vez que se darían unas organizaciones militares más institucionalizadas y un aumento de las disputas internas

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

(Johnson, A.W; Earle, T., 2003, p. 312). La estratificación que se da en ellas implica el control de los almacenes centrales, de la tecnología a gran escala, de la guerra y del comercio, hecho relacionado con la aparición de los talleres productivos ligados a la alta aristocracia y que se basarían en el control de la metalurgia.

Con la aparición de estos nuevos sistemas políticos y la aparición de una aristocracia incipiente se dio un aumento de la violencia y surgieron mecanismos y rituales para legitimar a estas nuevas élites. Los intentos de legitimación y las muestras de la aparición de estas nuevas clases sociales los encontramos en la arqueología a partir de los sepulcros. En este período se empiezan a dar los conocidos enterramientos principescos, donde las élites son enterradas en un determinado lugar, construyéndose tumbas que requerían la movilización de grandes colectivos para su construcción. Dentro de estos monumentos se depositaba los restos del difunto (ya fuese inhumado o incinerado) y un ajuar que marcaría su estatus. El ajuar estaba compuesto por bienes de prestigio que representaban el estatus del noble, donde destacaba el armamento, ornamentos de distinta índole y otras insignias de poder, la mayoría de los cuales eran metálicos (Kristiansen, 1999, p. 177).

Estas aristocracias habrían aparecido inicialmente gracias a la creación de las redes de media y larga distancia y habrían sido las que en un primer momento habrían garantizado el comercio de determinados materiales, entre los cuales como se ha destacado en el presente trabajo se encontraban los metales. Su aparición y consolidación se deberían también al monopolio de la violencia y a la consecución de rituales legitimadores de su poder. Representados en los nuevos tipos de ritual, en las nuevas formas de vida, que se muestran en la introducción de nuevos elementos en las vestiduras y en las nuevas formas de arquitectura, donde empiezan a aparecer edificios comunales, residencias de élites y paulatinamente una protourbanización. Los distintos rituales que representarían al jefe como líder ritual y guerrero incluirían rituales de bebida y demás ceremonias entre las élites, cuyos restos nos quedan a partir de cerámicas que muestran diferentes importaciones de prestigio como serían las ánforas contenedoras de vino. El empleo de diferentes rituales en torno la guerra, como la utilización de luros o trompetas, la hipótesis de los depósitos votivos como conmemoración o los diferentes trofeos de guerra como podían ser en algunas culturas las cabezas de los enemigos. Los rituales en torno a la guerra a su vez nos marcarían una nueva forma de ver ésta, con la aparición de una aristocracia guerrera y únicamente encargada de llevarla a cabo. Por último, encontraríamos la distinción de la aristocracia a partir de su vestimenta y de su armamento, que le distinguiría del resto de la población al estar compuesto por piezas complejas de metal e incluso disponer de carros en algunos casos que les distinguirían visualmente del resto de la sociedad.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Con la jerarquización social se da un aumento de la especialización en el mundo productivo. Los trabajadores del metal durante la Edad del Bronce se cree que podrían haber sido itinerantes, al no haber pruebas de talleres permanentes de bronceístas (Harding, 2003, p. 237), salvo en algunas sociedades como la micénica cuya actividad se centraba en el palacio y cuyas estructuras responderían más a la definición de estados arcaicos.

Los estados arcaicos surgirían principalmente en la Edad del Hierro y se basarían en modelos parecidos a las sociedades de cacicazgo complejo, ocupando un territorio mayor y teniendo una multiplicidad étnica promovida por su expansión y con unas instituciones consolidadas, con un gran poder de coerción y con una clase funcionarial destinada a tareas no productivas. Estos estados surgieron para intentar gestionar el comercio a larga distancia y aumentar la complejidad tecnológica, centralizando en algunos casos la producción en los palacios y jerarquizando el territorio posibilitando la existencia de centros productivos. Es en estas sociedades donde surge la figura del herrero, cuya localización sería estable, no surgiría en la mayor parte de sociedades hasta la Edad del Hierro, al estar relacionado con civilizaciones de tipo más sedentario y donde se necesitara un segmento de la población con un papel en la fabricación de utensilios de guerra o destinados al comercio (Casper & Ruskin, 2014, p. 2). Respondería tanto a las demandas de herramientas de utilización local como a la fabricación de utensilios para la explotación. El trabajo del metal, por tanto, estaba al cargo de un número determinado de individuos con un nivel de especialización. No obstante, aunque el trabajador del metal tuviese una consideración social destacada, tal como muestran los ajueres de este colectivo, esto no se daba en el colectivo encargado de la extracción del mineral. Las diferentes relaciones quedaban legitimadas por la aparición de reglas que aseguraban a la aristocracia el control social, la propiedad de la tierra y la obtención de unos impuestos basados en la coerción (Kristiansen, 1998, p. 304).

## Conclusiones

El papel del metal en las sociedades protohistóricas ha sido objeto de un amplio tratamiento, hecho que ha conllevado a que debido la envergadura del objeto de estudio, este trabajo tenga que considerarse una aproximación al estado de la cuestión, sobre el que espero poder cimentar futuras investigaciones.

El estudio de las diferentes fuentes y su análisis me ha permitido hacer un trabajo de cariz generalista e intentar sintetizar las diferentes visiones entorno el estudio paleometalúrgico de esta época. Encontramos que en la actualidad los estudios sobre este material están divididos entorno tres enfoques: los distintos tipos de metales que se usaban en este periodo; la obtención y manufactura diferenciándolas a partir de las técnicas empleadas en ellas y las consecuencias socioeconómicas que produce el metal

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

en los diferentes territorios. Dichos enfoques a su vez permiten la estructuración de las conclusiones a partir de ellos.

El primer enfoque o trato que reciben los distintos tipos de metales que se usaban en la protohistoria agrupa las visiones más clásicas en el estudio de la metalurgia, planteando los aspectos relativos a las características de las materias primas, a su obtención y a los aspectos de su posterior proceso productivo. Encontramos que las explotaciones protohistóricas tienden a adaptar sus formas de trabajo hacia el mejor aprovechamiento del filón, para maximizar la relación entre coste-beneficio. Dicha relación hará que dicha actividad dependa en gran medida de factores económico-tecnológicos, en el sentido que la tecnología existente en la época condicionará la viabilidad de determinadas explotaciones y que los recursos destinados al mantenimiento de éstas dependan de la productividad de dicha mina.

En este sentido considero que ha sido muy interesante el estudio de la obtención del mineral en fases premetalúrgicas, cuando se limitan en recogerlo en forma nativa. Igualmente, el estudio de las explotaciones protohistóricas donde el metal se convierte en un recurso estratégico y conlleva la creación de minería compleja, que en cierta forma es la desviación de unas técnicas extractivas que se remontan a la prehistoria aplicadas al nuevo material. Por último, la minería romana que aunque no fuese uno de los objetivos del trabajo permite la apreciación de la continuidad de las explotaciones protohistóricas en época antigua y la contrastación de la utilización de grandes recursos destinados a este sector, como podía ser el empleo del *ruina montium*. También, cabría destacar el estudio de la minería en la Península Ibérica al tratarse de un ámbito geográfico donde consideraba que podría mostrar la importancia que tienen dichas explotaciones y en el cual se habría de destacar la diversidad de formas de extracción que se dan en cada uno de los territorios mencionados a lo largo del trabajo.

Nos encontramos, pues, ante un conocimiento de la minería de base empírico que coincidirá en cierta forma con el desarrollo de una tecnología metalúrgica con la misma base. Cuyo desarrollo vendrá determinado por el surgimiento de sucesivas necesidades que desembocaran en unas tecnologías cada vez más complejas, en una gran variedad de materiales y de composiciones que variaran según las épocas y las técnicas de trabajo. La dificultad técnica que conlleva la producción de los diferentes metales está relacionada con las dificultades que entraña alcanzar las elevadas temperaturas y mantenerlas el tiempo suficiente para poder efectuar la reducción o para dotar a los diferentes instrumentos de determinadas características. Estas dificultades, que fueron superadas lentamente mediante la experimentación, se ven complementadas con los avances técnicos fruto de los requerimientos estéticos para mejorar el acabado de los objetos.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

La demanda de determinados objetos u acabados y la creciente complejidad social, a su vez, permitirá la aparición de determinados profesionales como son los orfebres, especialistas en el trabajo de determinados materiales y en la utilización de técnicas concretas como podrían ser el granulado o la filigrana.

El segundo gran bloque se centra en los estudios de distribución del mineral y del metal, en dichos estudios se tiene que resaltar la creación de grandes grupos interdisciplinarios y de colaboración internacional que inciden especialmente en el estudio de esta distribución y en la procedencia de los metales, siendo de vital importancia para la investigación las tecnologías de análisis de isótopos de plomo. La distribución de estos materiales se asocia a modelos de centro-periferia. En ellas encontramos un centro o región que tiene una primacía económica en una determinada zona, fruto de la explotación y producción del metal y una periferia encargada del abastecimiento de materias primas y de la compra del excedente. A su vez podemos observar cómo se produce un desplazamiento del centro y la periferia hacia nuevas regiones con la llegada de nuevas fuentes y materiales sustitutorios.

El metal tiene un papel destacado a su vez en la consolidación de grandes rutas comerciales, formadas mayoritariamente mediante vías fluviales y marítimas. En ellas podemos distinguir el comercio de materias primas, ejemplificado con el intercambio a partir de lingotes y chatarra y el comercio de productos acabados, destacando en este los bienes de prestigio garantes de estas rutas. Dicho intercambio nos permiten ver en cierto sentido la movilidad existente en este período, ya que, a partir de los útiles metálicos podemos establecer una primera aproximación de la procedencia del metal y a la influencia cultural que se producía entre las distintas sociedades. A su vez, a partir del volumen de los hallazgos se percibe como se da un aumento de las rutas comerciales y de la cantidad de mercancías a medida que las sociedades participantes en ellas van ganando complejidad.

En el último bloque corresponde al uso y a la esfera social vemos que la Protohistoria es un período donde se tiende hacia la individualidad y la estratificación social y en el cual los metales tendrán un papel importante en la consolidación del poder y en el ámbito ritual. Este material permite la aparición de una aristocracia de cariz guerrero, ritual y/o comerciante y su consolidación a partir del monopolio de éste. Viendo, así, que el estudio del metal y su utilización como elemento simbólico, militar, productivo o ritual (un claro ejemplo de ello es el ámbito funerario) es un elemento clave para el estudio de estas sociedades y de su desarrollo.

Vemos finalmente, así, como la arqueometalurgia es una de las piezas que nos ayuda a entender la esfera socioeconómica y productiva. Socioeconómica en el sentido que con ella se articula el control de la sociedad y las estrategias económicas a aplicar tanto comerciales, como de expansión y diferenciando la esfera productiva al entender que esta únicamente circunscrita a la transformación y obtención de los materiales.

## LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Mostrando, para concluir, como el estudio de los materiales es uno de los pilares claves en la investigación histórica y nos permite desentrañar un poco más sobre nuestro pasado.

## Bibliografía

- Álvarez-Campana, J. & Ruiz Mora, J., 2006. Las minas de San Finx, Lousame: Minería metálica desde la Edad del Bronce hasta el siglo XX. Puesta en valor del patrimonio industrial minero en Galicia. En: *Congreso Internacional sobre puesta en valor del patrimonio industrial*. Santiago de Chile.
- Arana, R., Muñoz, A., Ramallo, S. & Ros, M., 1993. *Metalurgia en la península ibérica durante el primer milenio a.C. Estado actual de la investigación*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Arboledas, L.; Alarcón, E.; Contreras, F.; Moreno, A.; Padilla, J.J.; Mora, A., 2015. La mina de José Palacios-Doña Eva (Baños de la Encina, Jaén): la primera explotación minera de la Edad del Bronce documentada en el sureste de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 72(1), pp. 158-175.
- Arboledas, L., Contreras, F. & Moreno, A., 2014. La explotación minera antigua en Sierra Morena oriental y su vinculación con el territorio. *CPAG*, Volumen 24, pp. 111-145.
- Armada, X.L.; Garcia, D.; Montero, I.; Rafel, N.; Rovira, M.C., 2005. Minería y metalurgia durante la I Edad del Hierro. Procesos de cambio en el sur de Catalunya. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 15, pp. 133-150.
- Basalla, G., 2011. *La evolución de la tecnología*. Barcelona: Crítica.
- Bellón, J., 2006. Los estudios de arqueominería en la Región de Murcia. *Boletín del CDL*, Volumen 5, pp. 11-14.
- Bellón, J. & Martínez, C., 2015. Arqueominería en las sierras de Totana (Murcia). En: *Phicaria. III Encuentros internacionales del Mediterráneo. Minería y metalurgia en el Mediterráneo y su periferia oceánica*. Mazarrón: Universidad Popular de Mazarrón. Concejalía de Cultura, pp. 64-75.
- Benvenuti, M., Ferro, D. & Drago, L., 2015. Desde el Mar Tirreno a la Península Ibérica. En: J. López & S. Ramallo Asensio, edits. *Minería y metalurgia en el mediterráneo y su periferia oceánica: III Encuentros Internacionales del Mediterráneo*. Mazarrón: PHICARIA, pp. 101-111.
- Blázquez Martínez, J., 1989. Administración de las minas en época romana. Su evolución. En: C. Domergue, ed. *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas. Coloquio internacional asociado Madrid 24-28 octubre 1985*. Madrid: Instituto de conservación y restauración de bienes culturales, pp. 119-131.
- Bosch, J. & Santacana, J., 2009. *Blat, metalls i cabdills: Catalunya del neolític a la iberització*. Barcelona: Rafael Dalmau.

LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Campos, J., Alvar, J. & eds, 2013. *Tarteso. El emporio del metal*. Córdoba: Almuzara.

Casper, A. & Ruskin, A., 2014. Notes on metallic affect: metallurgy and new materialism. *FORUM*, 19, pp. 1-12.

Contreras, F., Moreno, A. & Cámara, J., 2010. Los inicios de la minería. La explotación del cobre. En: F. Contreras & J. Dueñas, edits. *La minería y la metalurgia en el Alto Guadalquivir: desde sus orígenes hasta nuestros días*. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses, pp. 43-121.

De Blas, M., 2007-2008. Minería prehistórica del cobre en el reborde septentrional de los Picos de Europa: las olvidadas labores de "El Milagro" (Onís, Asturias). *Veleia*, pp. 723-753.

De Blas, M., 2014. El laboreo del cobre en la sierra del Aramo (Asturias) como referente cardinal de la minería prehistórica en la región cantábrica. *CPAG*, Volumen 24, pp. 45-84.

Deamos, M.B; Chapa Brunet, T., 1997. *La Edad del Hierro*. Madrid: Editorial Síntesis.

Delgado, S., Escanilla, N. & Risch, R., 2014. Mazas ocultas. rastros de minería prehistórica en el cerro minado de Huercal-Overa (Almería). *CPAG*, Volumen 24, pp. 13-44.

Delibes de Castro, G., 1998. *Minerales y metales en la prehistoria reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la Península Ibérica*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Delibes, G.; Fernández-Miranda, M., 1993. *Los orígenes de la civilización. El calcolítico en el viejo mundo*. Madrid: Editorial Síntesis.

Domergue, C., 1985. Algunos aspectos de la explotación de las minas de la Hispania en la época republicana. *Pyrenae: revista de prehistòria i antiguitat de la Mediterrània Occidental*, pp. 91-96.

Earle, T.; Ling, J.; Uhner, C.; Stos-Gale, Z.; Melheim, L., 2015. The political economy and metal trade in Bronze Age Europe: understanding regional variability in terms of comparative advantages and articulations. *European Journal of Archaeology*, pp. 633-657.

Eiroa, J., Bachiller, J., Castro, L. & Lomba, J., 1999. *Nociones de tecnología y tipología en prehistoria*. Barcelona: Ariel.

Feinman, G.M; Marcus, J., 1998. *Archaic States*. Santa Fe: School of American Research.

Flannery, k; Marcus, J., 2012. *The creation of inequality. How our prehistoric ancestors set the stage for monarchy, slavery and empire*. Cambridge: Harvard University Press.



LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Gener, M., 2010. Tecnología de la metalurgia del hierro. En: I. Montero Ruiz, ed. *Manual de arqueometalurgia*. Alcalá de Henares: s.n.

Giordano, C., 2005. Metallurgy in Italy between the Late Bronze Age and the Early Iron Age: the coming of iron. En: P. Attema, A. Nijboer & A. Zifferero, edits. *Papers in Italian archaeology VI. Communities and settlements from the neolithic to the Early Medieval Period. Proceeding of the 6th Conference of Italian archaeology held at the University of Groningen*. Groningen: Oxford, pp. 491-505.

Gori, M., 2014. Metal Hoards as Ritual Gift. Circulation, Collection and Alienation of Bronze Artefacts in Late Bronze Age Europe. En: F. Carlà & M. Gori, edits. *Gift giving and the "embedded" economy in the ancient world*. Heidelberg: Universitätsverlag Winter, pp. 269-288.

Harding, A., 2003. *Sociedades europeas en la Edad del Bronce*. Barcelona: Ariel Prehistoria.

Hunt, M., 2003. Instrumentos Mineros Prehistóricos. En: *IV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero*. Utrillas, pp. 405-422.

Hunt, M., 2003. La explotación de los recursos minerales durante el calcolítico en el suroeste de la península ibérica. En: J. González, ed. *Actas del Primer Simposio sobre la Minería y la Metalurgia Antigua en el Sudoeste Europeo*. Serós: Centre d'Arqueologia d'Avinganya, pp. 147-154.

Hunt, M., 2005. La explotación de los recursos minerales en Europa y la Península Ibérica durante la Prehistoria. En: *Bocamina: Patrimonio Minero de la Región de Murcia*. Murcia: Museo de la Ciencia y del Agua, pp. 3-18.

Johnson, A.W; Earle, T., 2003. *La evolución de las sociedades humanas*. Barcelona: Ariel Prehistoria.

Kristiansen, K., 1998. *Europa antes de la Historia*. Barcelona: Ediciones Península.

Kristiansen, k., 1999. The emergence of warrior aristocracies in later european prehistory and their long-term history. En: J. Carman & A. Harding, edits. *Ancient Warfare. Archaeological perspectives*. s.l.:Sutton publishing, pp. 175-189.

Llull, V.; Micó, R., 2007. *Arqueología del origen del Estado: Las teorías*. Barcelona: Bellaterra-arqueología.

Matias, R., Neira, A. & Alonso, E., 2000. Explotación prehistórica del yacimiento de cobre de la mina La Profunda (Cármenes, León, España). En: *Simposio sobre la Minería y la Metalurgia Antigua en el Sudeste Europeo. Segria, Catalunya, España*. Serós.

Mohen, J., 1992. *Metalurgia prehistórica. Introducción a la paleometalurgia*. Barcelona: Masson.

LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Montero Ruiz, I., 2000. *Arqueometalurgia en el mediterráneo*. Madrid: Ediciones Clásicas.

Montero Ruiz, I., 2002. Metales y circulación de bienes en la prehistoria reciente. *Cypsela*, 14, pp. 55-68.

Montero Ruiz, I., 2010. *Manual de arqueometalurgia*. Alcalá de Henares: s.n.

Montero Ruiz, I., 2014. *Los metales en la antigüedad*. Madrid: Catarata.

Montero Ruiz, I. & Murillo Barroso, M., 2014. Difusión e innovación tecnológicas: los inicios de la metalurgia en la Península Ibérica. En: E. García & B. Ruiz González, eds. *Movilidad, contacto y cambio. II Congreso de Prehistoria de Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 65-75.

Montero, I. & Murillo, M., 2010. La producción metalúrgica en las sociedades argáricas y sus implicaciones sociales: una propuesta de investigación. *Menga*, Volumen 1, pp. 37-51.

Montero, I. & Rodríguez, M., 2008. Un pequeño campamento minero de la Edad del Bronce: La Loma de la Tejería (Albarracín-Teruel). En: *Mineros y Fundidores en el inicio de la Edad de los Metales*. León: Caja España, pp. 15-31.

Orejas, A., Plácido, D., Sánchez-Palencia, E. & Fernández-Posse, M., 1999. Minería y metalurgia. De la protohistoria a la España romana. *Stvd. Hist. Salamanca*, 17, pp. 263-298.

Perea, A., 2010. Arqueología del oro: Tecnología de los metales nobles. En: I. Montero, ed. *Manual de Arqueometalurgia*. Alcalá de Henares, pp. 233-267.

Pereira, Y., 2014. La minería metalúrgica en la Prehistoria reciente del Suroeste. Valle de la Serena. En: J. Minaya, ed. *Historia y Patrimonio Minero en Valle de la Serena. La singularidad de las Minas de San Nicolás*. Valle de la Serena, pp. 36-45.

Pérez, J. & Delgado, A., 2010. Ingeniería minera antigua y medieval en el suroeste ibérico. *Traianvs*, pp. 1-20.

Pérez, J. & Rivera, T., 2004. Poblamiento en el grupo minero Sultana-San Rafael (Cala, Huelva) en la Edad de Bronce. *Antiquvas*, Volumen 16, pp. 67-81.

Primas, M., 2012. Networks and Hierarchy in Bronze Age Contexts. En: T. Kienlin & A. Zimmermann, eds. *Beyond Elites. Alternatives to Hierarchical Systems in Modelling Social Formations. International Conference at the Ruhr-Universität Bochum, Germany, October 22-24, 2009*. Bohn: Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Band 215, pp. 369-380.

Rafel, N., Montero, I., Hunt, M. & Armada, X., 2014. Nuevos datos sobre la minería pre y protohistórica en Cataluña. *CPAG*, Volumen 24, pp. 147-166.

LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

- Rauret, A., 1976. *Metalurgia del Bronce durante la Edad del Hierro*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Renfrew, C.; Bahn, P., 2011. *Arqueología. Teorías, métodos y práctica*. Madrid: Akal.
- Roberts, W. & Thornston, C., 2014. *Archeometallurgy in global perspectives: methods and syntheses*. New York: Springer.
- Rodríguez Días, A.; Pavón, I.; Duque, D.M.; Hunt, M.A.; Ponce de León, M.; Vazquez, J.; Marquez, J.M.; Rodríguez Mellado, J., 2014. La minería protohistórica en Extremadura: el caso del estaño en el cerro de San Cristóbal de Logrosán (Cáceres). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, Volumen 24, pp. 167-201.
- Rodríguez, A.; Pavon, I.; Duque, D.M.; Ponce de León, M.; Hunt, M.; Merideth, C., 2013. La explotación tartésica de la casiterita entre los ríos Tajo y Guadiana: San Cristóbal de Logrosán (Cáceres). *Trabajos de Prehistoria*, 70(1), pp. 95-113.
- Rovira, S., 2004. Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la prehistoria de la península ibérica. *Norba. Revista de Historia*, Volumen 17, pp. 9-40.
- Rovira, S., 2005. Metalurgia de crisol: la obtención de cobre en la prehistoria de la Península Ibérica. *Metallica*, 5, pp. 87-94.
- Sanabria, D., 2015. Arqueominería en la comarca de la Serena prospección arqueominera en la "Unidad del Valle" (Valle de la Serena, Badajoz). En: *Actas I Congreso sobre Patrimonio Geológico y Minero de La Serena*, pp. 219-250.
- Sánchez-Palencia, F., Orejas, A., Sastre, I. & Pérez, L., 2006. Las zonas mineras romanas del noroeste peninsular. Infraestructura y organización del territorio. En: *Nuevos elementos de Ingeniería romana. III Congreso de las Obras Públicas Romanas. Astorga 2006*. Astorga: Junta de Castilla y León, pp. 265-285.
- Sánchez-Palencia, F., Orejas, A., Sastre, I. & Ruiz del Árbol, M., 2000. Minería y organización del territorio en Hispania romana. Las zonas mineras de Asturia Augusta. En: *Primer simposio sobre la minería y la Metalurgia Antigua en el SW Europeo*. Serós, pp. 247-262.
- Shepherd, R., 1980. *Prehistoric mining and allied industries*. London: Academic Press.
- Simón, J., 2007. Minería y metalurgia en el Levante peninsular durante la Edad del Bronce. *Caesaraugusta*, 78, pp. 237-250.
- Soriano, I., 2011. De tumbas de metalúrgico en el Nordeste peninsular. El Forat de la Tuta (Riner, Solsonès). *RAP*, Volumen 21, pp. 37-56.
- Stöllner, T., 2015. Mineral resources and connectivity in the Mediterranean and its hinterland. En: W. Fink & F. Schöning, edits. *Multiple Mediterranean realities. Current approaches to spaces, resources, and connectivities*. Paderborn, pp. 121-148.

LOS METALES EN LAS SOCIEDADES PROTOHISTÓRICAS: UNA APROXIMACIÓN

Urteaga, U., Ugald & Studer, G., 2009-2010. Minería prehistórica de cobre en Arritzaga, Aralar. *Boletín Arkeolan*, Volumen 16, pp. 13-27.

Vidal, R., 2012. La minería metálica prehistórica en la Península Ibérica. *Lurralde: investigación y espacio*, Volumen 35, pp. 67-78.

Villalba, M., 2000. Minería neolítica en Europa Occidental: El sílex y la calaita. En: *Primer Simposio sobre la Minería y la Metalurgia Antigua en el SW Europeo*. Serós: s.n., pp. 61-76.