

Armas Negras en la Protohistoria de la Península Ibérica. Restauración y Caracterización Morfoestructural

Jesús Alonso López • Paloma López Sebastián

Se describen las superficies con recubrimiento simple de magnetita (Fe/ Fe₃O₄), en las armas de hierro protohistóricas de la península Ibérica. Junto al doble recubrimiento bronce-magnetita (Fe/ Sn Cu/ Fe₃O₄), proporcionarán un acabado negro al conjunto de la panoplia, sólo o acompañado del juego cromático con otros metales. Se exponen algunos ejemplos que demuestran una presencia, creemos que muy extendida, en diversos horizontes tipológicos y culturales prerromanos

El reconocimiento de la superficie original y de su estado de conservación en objetos de hierro arqueológico es clave para el tratamiento de las superficies corroídas. Esto hace necesario una adecuada interpelación a la estratigrafía formada en superficie, lo que permitirá discriminar entre las morfoestructuras de corrosión que evolucionan sobre, debajo o en la misma superficie original del objeto. La limpieza, desincrustación o preparación de la superficie, se convertirá, de hecho, en una micro-excavación de las capas que envuelven, encriptan y descomponen la superficie original. Esta preocupación por la caracterización e identificación de la superficie original en metales de procedencia arqueológica, ha producido en los últimos años un número creciente de trabajos que tratan de acercarse a la cuestión, ya sea sobre aleaciones en base cobre, en base hierro u otras¹.

Las características morfológicas y compositivas de las capas externas, su color y dureza, la inclusión de partículas exógenas, y la presencia de discontinuidades de interfase, permiten manejar algunos criterios que, en muchos casos, serán suficientes para reconocer el nivel, la ubicación y el estado de conservación de la superficie original². La experiencia indica también que existe un repertorio, relativamente amplio pero limitado, de morfoestructuras de corrosión características y por tanto susceptibles de ser acotadas para su estudio y caracterización, en función de tres conjuntos de variables, 1. el tipo de hierro y de su acabado superficial, 2. las condiciones físico-químicas del enterramiento y 3. la antigüedad o el periodo de permanencia postdeposicional.

Nuestra experiencia de trabajo con varios cientos de ejemplares de artefactos de hierro arqueológico, de diversa procedencia y antigüedad (prerromanos, romanos, tardoantiguos, medievales o modernos), nos ha permitido constatar la validez de esta apreciación³. Los puñales y tahalíes del grupo Monte Bernorio, con su marcada personalidad tecno-tipológica, son un buen ejemplo a este respecto. La calidad excepcional de unas superficies originales, en ocasiones magníficamente conservadas, e inéditas en otros contextos arqueológicos, nos sitúan ante una singular tradición metalúrgica. El estudio que se realizó con motivo de la restauración de estos materiales revelaría la existencia de dos tipos de acabado superficial mediante magnetita artificial.⁴

Técnicas de Acabado de Superficie en armas de hierro Monte Bernorio: los recubrimientos de magnetita.

Las armas de tipología Monte Bernorio son muy interesantes para el estudio de los acabados superficiales, pues en ellas convergen –a veces incluso en un solo ejemplar-, un buen número de técnicas de acabado superficial, mediante transformación química o sobrepuestos, cubrientes o parciales, además de otras técnicas decorativas por impresión, matriz o cincelado

En el conjunto procedente de La Hoya aparecen las siguientes:

1. Revestimientos Cubrientes de Magnetita Metalúrgica:

- a) Doble recubrimiento magnetita-bronce (DCH)
- b) Recubrimiento simple de magnetita

2. Revestimientos Parciales: sólo en la superficie anterior

1/ Bertholon, R 2001

2/ En casos extremos puede que no se localice la SO por su descomposición y disolución en un agregado heterogéneo y amorfo de productos de corrosión (magnetita-gogetita)

3/ Alonso, J. 2003

4/ Alonso, J., Cerdán, R; Filloy, I. (1999)

5/ Publicado con el nº 2 255 437 como "Proceso de cobreado y bronceado a alta temperatura de aceros al carbono" constando como inventores Chamón Fdz, Arévalo Peces, Criado Martín, Martínez García y Criado Portal.

o visible del objeto: sobrepuestos en base cobre:

- a) *placado remachado.*
- b) *placado soldado.*
- c) *Embutidos en atauja o damasquinados en base cobre y plata.*

Por su relevante presencia en el conjunto de la panoplia, destacan los revestimientos cubrientes mediante transformación química de la superficie en magnetita, mediante dos variantes o tipos:

1. Recubrimiento doble magnetita-bronce. Fe/Sn Cu/ Fe₃ O₄: Es una técnica muy especial, sin raigambre previa ni legado posterior conocidos. En ella se disponen dos capas sucesivas de recubrimiento envolvente, una primera de bronce y una segunda, en superficie y ocultando a la anterior, de magnetita. Aparece en numerosos ejemplares de puñales (vainas-pomos-guardas) y en sus tahalíes de la tipología Monte Bernorio. (Figuras 1 y 2). Se obtienen superficies de color negro que pulidas adquieren un aspecto brillante con matices metálicos muy atractivos. Recientemente la técnica ha sido reproducida en laboratorio por un equipo de la Universidad Complutense de Madrid, lo que ha motivado su registro en la oficina española de patentes y marcas, dado, al parecer, su estimable interés para la industria actual como una técnica de recubrimiento anticorrosivo y estéticamente atractivo, bien en su acabado de magnetita, o bien de bronce, una vez eliminada ésta por medios mecánicos⁵.

2. Recubrimiento simple de magnetita. Fe / Fe₃O₄: Congrua una capa igualmente envolvente de magnetita, no diferenciada del anterior ni morfoestructuralmente, ni en superficie ni en sección estratigráfica, salvo por la ausencia del bronce subyacente. Junto al doble recubrimiento es un tipo habitual en los tipos Monte Bernorio, proporcionando ambos un color negro al conjunto de la panoplia: puñales (vainas, pomos, guardas y hojas), tahalíes, puntas de lanza y escudos (umbos, manillas, grapas y terminales). Además hemos reconocido pátinas de magnetita artificial en otras tipologías metalúrgicas: en puñales de los tipos Quesada III, y todos los híbridos IV, V y VI, además de en los puñales de espiga, con sus vainas de cañas. También hemos analizado su llamativa presencia en cuatro falcatas y dos lanzas ibéricas depositadas en el Museo de la Armería de Vitoria-Gasteiz, sin procedencia cierta conocida, pero posiblemente todas ellas originarias del Sureste peninsular. (Fig. 3, 4 y 5). En conjunto los ejemplos parecen suficientemente elocuentes como para presentarnos un panorama de la metalurgia prerromana donde el recubrimiento de magnetita (con o sin substrato de bronce), es habitualmente utilizado, de manera particular en la manufactura de las armas. Hasta el punto de que es necesario imaginar a buena parte de estas panoplias con ese particular acabado superficial de color negro, muy uniforme y capaz de adquirir calidades reflectantes mediante su pulido.

El primer reconocimiento de la presencia de magnetitas artificiales cubriendo la superficies de armas prerromanas se debe a un interesante trabajo de Coghlan (1956-57) que recogía el análisis de una falcata y un puñal ibérico de procedencia andaluza depositados en el Ashmolean Museum de Oxford, (Coghlan 1956-57; Quesada-Rouillard 2000). Coghlan describe la película superficial que observa en estos dos ejemplares "the whole surface to be coated with a heavy layer of blue-black magnetite scale showing a marked layered structure" (pág 168). Y cree probable que se formara a partir de un proceso intencionado de recocido (annealing). Aunque más adelante parece albergar alguna duda y se refiere al recubrimiento sólo como "apparently artificially patinated" (pág. 170). Es posible que este estudio cayera en el olvido, o quizá no obtuviera el suficiente crédito, pero no conocemos ningún trabajo posterior dedicado al armamento prerromano de la península Ibérica, que vuelva a dar constancia expresa del reconocimiento de estas pátinas de magnetita artificial, salvo las referencias al mismo realizadas por Quesada, a quién agradecemos esta aportación en una reseña que dedicó a nuestro anterior trabajo, Alonso et alii. 1999. (Quesada-Rouillard 2000; Quesada 2000). Este tipo de recubrimientos, que revelan una práctica metalúrgica muy arraigada en el periodo y áreas geográficas consideradas, deberían ser incorporados en las descripciones individualizadas, al menos en aquellos ejemplares donde estén bien conservados y sean fácilmente reconocibles. En muchos



Fig 1

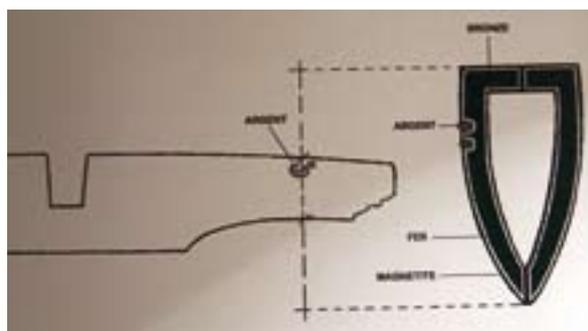


Fig 1-2. Sección esquemática del doble recubrimiento y exfoliación de la magnetita mostrando el substrato de bronce - pomo LH-Y Nec 69.1



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8

Figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Armas con recubrimiento de magnetita metalúrgica: 3. falcatas (de izda a drcha nºs 1 a 4); 4.- puñal globular de frontón (Lhy Nec 155.6); 5. puñal globular de antenas (Museo Armería), 6. Detalle del mismo, magnetita parcialmente conservada 7. Puñal de espiga y vaina de cañas (Lhy Nec 1.2), 8. detalle del puñal de espiga



Figura 9



Figura 10

Figuras 9 y 10. Magnetitas metalúrgicas muy bien conservadas en dos de las falcatas (nºs 2 y 3), cubriendo hasta la empuñadura; en nº 2: se observa una exfoliación parcial mostrando el sustrato todavía sano.

Figuras 11, 12 y 13. Sección metalográfica transversal en el filo de la falcata nº 2; F12. Detalle del mismo; F13. Comparativa con la sección metalográfica del umbo Lhy Nec 180 donde se ve la similitud de ambos recubrimientos y la perfecta protección del sustrato metálico



Figura 11



Figura 12



Figura 13

otros casos en los que el deterioro altera esta pátina, ciertas características morfoestructurales podrán ser suficientes para reconocerla o darla por probable. Sería bueno, en todo caso, un estudio más profundo de ejemplares pertenecientes a diferentes grupos tipológicos y culturales, despejando cualquier duda sobre la vigencia o no de esta práctica en cada uno de ellos. No cabe duda de que esto es así, efectivamente, en los tipos más arriba mencionados, lo que constituye una novedad interesante, pues se trata de una técnica que pone en relación muy estrecha a estos diferentes grupos metalúrgicos.

En aquel estudio dedicado al doble recubrimiento dedicábamos un capítulo a las pátinas artificiales de magnetita, aportando varias analíticas de un umbo de escudo. Aquí reproducimos una de ellas y mostramos además una sección metalográfica del filo de una falcata ibérica. (Figuras 11, 12, 13). Como puede apreciarse la estructura superficial es en ambos casos prácticamente idéntica, mostrando una película de magnetita muy homogénea y bien adherida que protege intacto su núcleo metálico.

Hay una técnica de tratamiento superficial del hierro que configura acabados de magnetita muy similares a los que encontramos en las armas protohistóricas de magnetita simple. El Bower-Barff es una técnica de ennegrecimiento desarrollada en Inglaterra (1876 Barff - 1877 Bower), basada en la conversión de la superficie en magnetita-wustita obteniendo una capa bien adherida, dura y suficientemente coherente como para proteger al hierro subyacente de la corrosión⁶. Las características de estas capas, por su composición y morfoestructura resultan incluso muy próximas a las que vamos a encontrar en las armas de la IIª Edad del Hierro (Fig de Bower Barff)⁷, delatando el origen metalúrgico de ambos tipos.

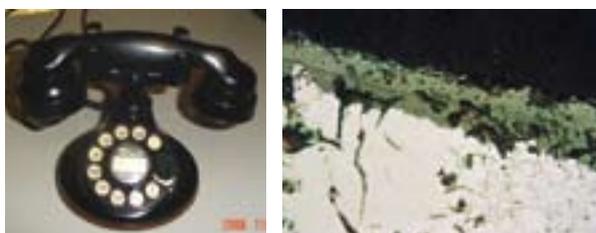


Figura 12, teléfono de hierro recubierto de magnetita con la técnica de Bower Barff. Figura 13 Sección metalográfica de un recubrimiento Bower Barff (según Goodway M.)

Magnetita natural versus Magnetita artificial.

La magnetita es un producto de corrosión habitual en la estratigrafía de alteración del hierro arqueológico que a menudo presenta una posición asimilable a la superficie original del objeto, es decir en capas ya internas. Sin duda esta es la razón por la que no se ha reconocido el carácter metalúrgico de ciertas capas de magnetita muy singulares que aparecen con notable frecuencia en las armas féreas de la protohistoria peninsular, y cuyas características morfoestructurales distan, en ocasiones absolutamente, de las configuradas por las magnetitas naturales o de corrosión.

Características de la Magnetita Artificial

- Se compone de magnetita muy homogénea aunque puede haber wustita.
- Configura un estrato superficial cubriente-envolvente, como una piel o cutícula de gran planitud.
- Es extraordinariamente uniforme, con un espesor que variable entre 25-200 micras; a veces se presenta algo tumefacto e incluso subexfoliable, quizá dependiendo de su evolución posdeposicional.
- Su microestructura cristalográfica es también uniforme y regular, desarrollando un crecimiento en agregados radiales o columnares desde el núcleo.
- Es una capa químicamente casi inerte que además tiene buena adherencia, buena coherencia e impermeabilidad, propiedades que le dan un notable poder protector frente a la corrosión, incluso en condiciones de enterramiento a largo plazo.
- Es suficientemente dura y tenaz por lo que no es rayada ni desgastada fácilmente y puede soportar impactos moderadamente intensos.
- Presenta un color negro o gris oscuro, muy apropiado para su juego cromático en damasquinado de plata y bronce, y puede ser mate o pulida, adquiriendo entonces un intenso brillo con matices metálicos.

6/ GOODWAY, M. 1993

7/ El proceso comporta dos fases 1: calentamiento en horno al contacto del aire hasta rojo mate o vivo (°C) hasta formar una capa de óxidos (hematites) 2. reducción de éstos a magnetita insuflando hidrógeno y dióxido de carbono.

8/ Se conoce la capacidad de interactuar con las capas superiores como goetita en un proceso de reconversión mutuo. BERTHOLON, R. The limit of the original surface of corroded metallic archaeological objects: some examples of characterisation and location Studio e conservazione di manufatti archeologici- Nardini Editore- Firenze, 2004

La magnetita metalúrgica configura en origen una capa uniforme, continua y protectora sobre un núcleo sano, permaneciendo como tal o muy poco alterada mientras no se produzcan alteraciones mecánicas que favorezcan el ataque corrosivo del sustrato férrico. Por el contrario la magnetita natural se origina a partir de procesos de corrosión electroquímica, lo que se traduce en capas que nunca son tan uniformes, ni cubrientes, ni tienen un efecto pasivante de la corrosión interna. Las mejores magnetitas naturales que nosotros hemos observado descansan sobre sustratos o núcleos notablemente corroídos o mineralizados, y además presentan una ostensible perturbación mecánica, mediante abolsamiento, fisuración, fractura y tumefacción. En ningún caso configuran estratos tan cubrientes, y jamás adquieren la forma de una delgada película pasivante.

Estos recubrimientos simples de magnetita llegan hasta nosotros en diferentes grados de conservación, según un proceso secuencial de alteración que se traduce en unas topografías de evolución características. Posiblemente será muy relevante el espesor original de la película de magnetita (y su poder impermeable y anticorrosivo), que debe ser muy variable según el tiempo y efectividad del proceso de oxidación metalúrgica, sin duda en horno mediante tratamiento térmico, aunque no estén todavía claras las condiciones exactas en que se produce. La alteración física de la magnetita y la apertura de vías de acceso (porosidad, fisuración y fracturas) a los agentes contaminantes (agua, oxígeno y sales solubles), desencadena y acelera exponencialmente los procesos de corrosión. Al mismo tiempo, la corrosión subyacente determinará la alteración y evolución de la película de magnetita, que en general es de tipo sólo físico y morfoestructural (erosión, tumefacción, fisuración, ampollamiento, abolsamiento) pero que puede llegar hasta su completa desestructuración o incluso su desprendimiento por exfoliación. Si la superficie ha perdido su magnetita por expulsión o la eclosión de picaduras crateriformes, la corrosión terminará abriendo vías de acceso penetrantes según planos de forja, o incluso progresando en extensión como en un hierro corriente.

Dado el buen comportamiento anticorrosivo, no faltan ejemplares que han sobrevivido en un estado de conservación extraordinario. Por las razones explicadas, se trata en los mejores casos de piezas completas, no fracturadas, y en las que aún parecen reconocerse

intactas sus características morfológicas e incluso cromáticas originales: esto es, preservando su película de magnetita -sobre un sustrato metálico masivo-, uniforme, homogénea, con mínimas tensiones físicas y preservando los planos, aristas y espesor originales. Estos ejemplares serán, lógicamente, donde mejor se reconocerá la técnica de recubrimiento.

REFERENCIAS.

ALONSO, J; LÓPEZ, P., ORTIZ, I.(1998): *Doubles placages en bronze/magnétite sur des objets préromains: Caractérisation analytique et problème de conservation*. pp 48-52 *Metal 98*, Mourey, W- Robbiola, L, Editeurs

ALONSO, J; CERDÁN, R.; FILLOY, I (1999): *Nuevas técnicas metalúrgicas en armas de la II Edad del Hierro* 157 pp Arabako Foru Aldundia-Diputación Foral de Alava.

ALONSO, J. (2003): "Morfoestructuras de alteración en materiales férricos: interpretación y tratamiento". En VI Reunión de Conservadores y Restauradores de BBCC Arqueológicos. Vitoria-Gasteiz

BERTHOLON, R. (2001) "The location of the original surface, a review of the conservation literature", In: *Metal 2001*, Santiago, Chile. Universidad de Chile

BERTHOLON, R (2004). "The limit of the original surface of corroded metallic archaeological objects: some examples of characterisation and location" *Studio e conservazione di manufatti archeologici*-Nardini Editore- Firenze

COGHLAN, H.N. (1956-57): *Etruscan and Spanish swords of Iron*, *Sibrium 3* pp167-171

FILLOY, I. GIL, E. (1996): *Las armas de las necrópolis celtibéricas de Carasta y La Hoya. Tipología de sus puñales y prototipos del pugio*. X ROMEC, Montpellier.

GODDWAY, M. (1993): *The patination of iron by bowr-barffing*, pp155-160 En LA NIECE S. y P.T.CRADDOCK (eds).- *Metal plating and patination. Cultural, technical and historical developments*. Butterworth-Heinemann. Ltd Oxford.

QUESADA SANZ, F. (1997): *El armamento ibérico. Estudio tipológico, geográfico, funcional, social y simbólico de las armas en la Cultura Ibérica (S. VI-I a.C.)* *Monographies Instrumentum 3*, 1 y 2, Montagnac

QUESADA SANZ, F. (2000): *Recensión a Alonso et alii. 1999, en Gladius* P.p. 313-317

QUESADA SANZ, F., ROUILLARD, P. (2000) *Armes ibériques entre Almedinilla et Oxford en pasant Paris: les dessins de Jean-Charles Geslin en 1870* " *Gladius*