

UN NUEVO TESTIMONIO DE FALSIFICACIÓN MONETARIA POR AMALGAMA DE MERCURIO. LA FRACCIÓN DE UN *SOLIDUS* DE NUESTRA SEÑORA DE URALDE (CONDADO DE TREVIÑO)

Raúl SÁNCHEZ RINCÓN*

Fecha de recepción: 27/07/2022

Fecha de aceptación: 19/09/2022

Resumen

La acuñación de piezas fraudulentas es una práctica que surgió casi en el mismo instante que se inventó la moneda. Así como en otros ámbitos de la numismática ha habido avances muy significativos en la investigación, no se puede decir lo mismo respecto a las cuestiones relacionadas con la tecnología usada en la fabricación del numerario de época romana. El escaso avance viene derivado porque para su correcta identificación y caracterización es necesario apoyarse en análisis metalográficos, los cuales, por desgracia, no suelen abundar. En este artículo presentamos una serie de mediciones efectuadas con un equipo portátil de fluorescencia de rayos X (XRF) a dos ejemplares depositados en el Museo de Arqueología de Álava. Los datos obtenidos nos han permitido reconocer y/o confirmar a qué técnicas recurrieron los falsarios para conseguir que monedas elaboradas en metales poco valiosos (aleaciones de base cobre) pasaran por genuinas piezas de plata u oro.

PALABRAS CLAVE: falsificación, moneda romana, arqueometría, fluorescencia de rayos X, chapado de plata, dorado al fuego, mercurio

Abstract

The minting of fraudulent coins is a practice that emerged almost at the same time that the coin was invented. Just as in other areas of numismatics there have been very significant advances in research, the same cannot be said regarding issues related to the technology used in the manufacture of Roman coins. The little progress is due to the fact that for its correct identification and characterization it is necessary to rely on metallographic analyses, which, unfortunately, are not usually abundant. In this article we present a series of measurements made with portable X-ray fluorescence (XRF) equipment on two specimens deposited in the Archaeology Museum of Alava. The data obtained has allowed us to recognize and/or confirm the techniques used by the counterfeiters to make coins made of low-value metals (copper-based alloys) pass for genuine silver or gold pieces.

KEYWORDS: counterfeit, roman coinage, archaeometry, X-ray fluorescence, silver plating, fire gilding, mercury

De todas las monedas custodiadas en el Bibat - Museo Arqueología de Álava, quizá una de las piezas más curiosas sea la fracción de *solidus* (9 silicuas o 1 1/2 *scripula*) recuperada durante la excavación de un basurero de época romana localizado junto a la ermita de Nuestra Señora de Uralde (Araico, Condado de Treviño). En la intervención arqueológica, llevada a cabo para minimizar el impacto que iba a

* Técnico del Museo de Arqueología de Álava. E-mail: raulsanchez@araba.eus

ocasionar la futura urbanización de los terrenos en los que se encuentra el yacimiento de Uralde, se documentaron dos fases de utilización del citado vertedero (Filloy y Gil 1993: 125, 145-147, 151-153). Un primer momento, de ocupación más intensa, fechado en período altoimperial y un segundo datado en época bajoimperial. Es precisamente en este segundo instante cuando se perdió el ejemplar objeto de estudio (Figura 1).



Figura 1. Fracción de *solidus* de Nuestra Señora de Uralde acuñada en cobre y forrada de oro. Fotografía de Alain Campo. Al doble de su tamaño.

Fracción de sólido. Valente (364-378 d. C.)

Tréveris, acuñación irregular. Ca. 367-378 d. C.

A/ DN VALEN-[s p] F AVG. Busto diademado con *paludamentum*, a la derecha.

R/ GLORIA RE-I PVBLICAE. Roma sentada en un trono a izquierda, portando

Victoria sobre globo y lanza. En el exergo, marca de ceca: TROB.

Ref.: *RIC IX*, 12b. Medidas: 0,27 g; 16 mm; 12H. Inv.: NSU.89.2.75.

La pieza en cuestión fue publicada por primera vez por sus descubridores, quiénes además de identificarla como una serie a nombre del emperador Valente (364-378 d. C.) advirtieron que era “un elemento monetario de bronce con un recubrimiento bastante deteriorado de pan de oro” (Filloy y Gil 1993: 326, nº de inventario 75). Con posterioridad ha sido referenciada en distintos trabajos, insistiendo en que se trata de una acuñación de cobre forrado de oro que cuenta con la peculiaridad de combinar en su reverso un tipo propio de las *siliquae* de plata junto a una leyenda habitual de los *solidi* de los años 368-375 d. C. (Cepeda Ocampo 1997: 293, nº 176; Filloy y Gil 2000: 286, nº 463). Nosotros mismos, no hace mucho tiempo, también nos hicimos eco en términos parecidos de esta emisión irregular (Sánchez y Ortega 2017: 140, nota 4).

Sea como fuere, gracias a una serie de análisis realizados el año 2020 hemos podido llegar a determinar a qué tecnología se recurrió para alterar el aspecto exterior del ejemplar aquí examinado.

1. Las analíticas

Aprovechando que el Dr. Ignasi Queralt, investigador científico del CSIC - Departamento de Geociencias-Geoquímica IDAEA-CSIC, iba a visitar el Museo de Arqueología para efectuar varias metalografías a algunos elementos metálicos hallados en el yacimiento de Iruña-Veleia durante las campañas practicadas entre los años 2010-2018 (Queralt 2022), se decidió muestrear otras piezas de la colección del museo, entre ellas más de una decena de monedas¹.

¹ Los análisis se realizaron los días 24 y 25 de septiembre de 2020 y se seleccionaron un total de 12 monedas. Queremos aprovechar la presente nota para agradecer al Dr. Ignasi Queralt su inestimable ayuda a la hora de interpretar los resultados obtenidos, así como por facilitarnos varias gráficas y tablas para la elaboración del presente trabajo. Aunque hemos tratado de explicar de la mejor manera posible cómo se efectuaron los muestreos y la interpretación de los mismos, recomendamos la lectura del artículo

Para analizar los elementos monetales se utilizó un equipo portátil Fischerscope, modelo XAN500 (Helmut Fischer GmbH, Alemania). Dicho equipo es ideal para realizar este tipo de mediciones por la baja potencia que alcanza a aplicar (un máximo de 10 vatios), lo cual garantiza que los objetos examinados no van a sufrir ninguna alteración superficial.

El software empleado para controlar la instrumentación y evaluar los espectros obtenidos fue el WinFTM versión 6.35. Una de las grandes ventajas que aporta dicho software es que está específicamente diseñado para el estudio de capas (chapados y “forrados”) y materiales estratificados (multicapas). Además, permite evaluar a la par la composición de la capa y su espesor. En función de los elementos existentes en las capas superficiales es posible medir capas de varios angstroms hasta de unas decenas de micras. Otra de las funciones que incluye el programa es la de reconocer automáticamente aleaciones o que éste sea capaz de discernir si el objeto explorado es una pieza maciza o por el contrario es un objeto manufacturado en metales o aleaciones viles posteriormente recubierto de un metal más noble.

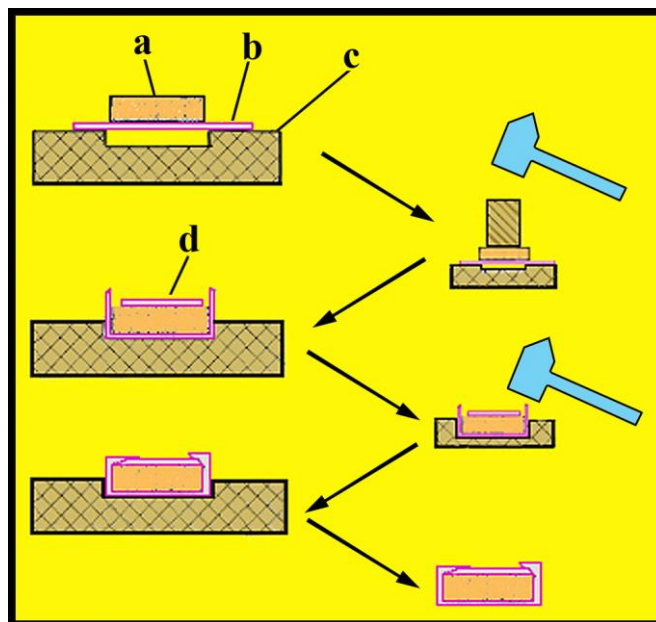


Figura 2. Proceso de “encapsulado” en frío (Ibáñez 2009a: figura 1).

En el caso que nos ocupa, como el software cuenta con la posibilidad de corregir las anomalías espectrales provocadas por la existencia de alteraciones o corrosiones superficiales (producidas por suciedad, carbonatación, sulfatación u oxidación), los espectros resultantes de las mediciones y evaluaciones llevadas a cabo en el laboratorio del museo fueron revisados y se aplicaron modelos de evaluación individualizados. Actuando de aquel modo, se obtuvieron unos resultados que muestran la composición química real de la aleación de que están hechas las piezas examinadas.

De todos los ejemplares analizados, en esta ocasión nos centraremos en dos piezas que, en una inspección *de visu*, parecían ilustrar uno de los métodos más habituales de falsear el aspecto exterior de la moneda en época romana. A saber, el recubrimiento o chapado mecánico de los discos o flanes de cobre mediante “gruesas” láminas de metal noble (Ibáñez 2009a; Sánchez y Ortega 2017: 139-140) (Figura 2).

del Dr. Queralt (2022: 3-5) dedicado a los materiales de Iruña-Veleia ya que en él encontrarán informaciones más precisas.

Los dos numismas elegidos para comprobar si aquellas percepciones eran correctas fueron la fracción de *solidus* de Uralde y el denario a nombre de Julio César de Andagoste (Unzueta y Ocharán 2006b: 491, n° 1) (Figura 3). Así, mientras el ejemplar de Uralde da la impresión de haber sido “forrado” con una fina capa de oro, la pieza de Andagoste fue “envuelta” con láminas de plata (Unzueta y Ocharán 2006a: 490). No obstante, como las cosas no son siempre lo que parecen o creemos, las metalografías nos han deparado alguna que otra grata sorpresa. Veamos cuál.



Figura 3. Denario de Julio César del yacimiento de Andagoste (Jokano, Álava). Fotografía de Raúl Sánchez Rincón. Al doble de su tamaño.

Si bien los resultados obtenidos para el denario cesariano son compatibles con una falsificación de tipo mecánico o de “encapsulado” en frío (Figura 4) (Ocharán 2002: 340; Amela 2014: 36), los datos que arrojan los análisis de la moneda treviñesa a nombre de Valente son hartos elocuentes y nos hablan que la fracción de *solidus* presenta un revestimiento superficial de oro, plata y mercurio (Figura 5).

	Grosor (micras)	Ag %	Au %	Hg %	Pb %	Mn %	Fe %	Cu %	As %	Sb %
Denario de Andagoste										
Recubrimiento	34,5	99,2	0,37		0,45					
	±	±	±		±					
	7,2	0,3	0,02		0,03					
Cuerpo moneda					0,38			98,1	1,40	
					±			±	±	
					0,08			0,3	0,25	
Solidus de Nuestra Señora de Uralde										
Recubrimiento	2,4	4,5	86,5	9,0						
	±	±	±	±						
	0,4	1,1	1,9	1,5						
Cuerpo moneda						0,022	1,45	96,9	0,6	0,66
						±	±	±	±	±
						0,006	0,26	0,7	0,06	0,16

Figura 4. Grosor del recubrimiento y composición química elemental de éste y del alma del denario de Julio César y de la fracción de sólido a nombre de Valente. Resultados en % de peso.

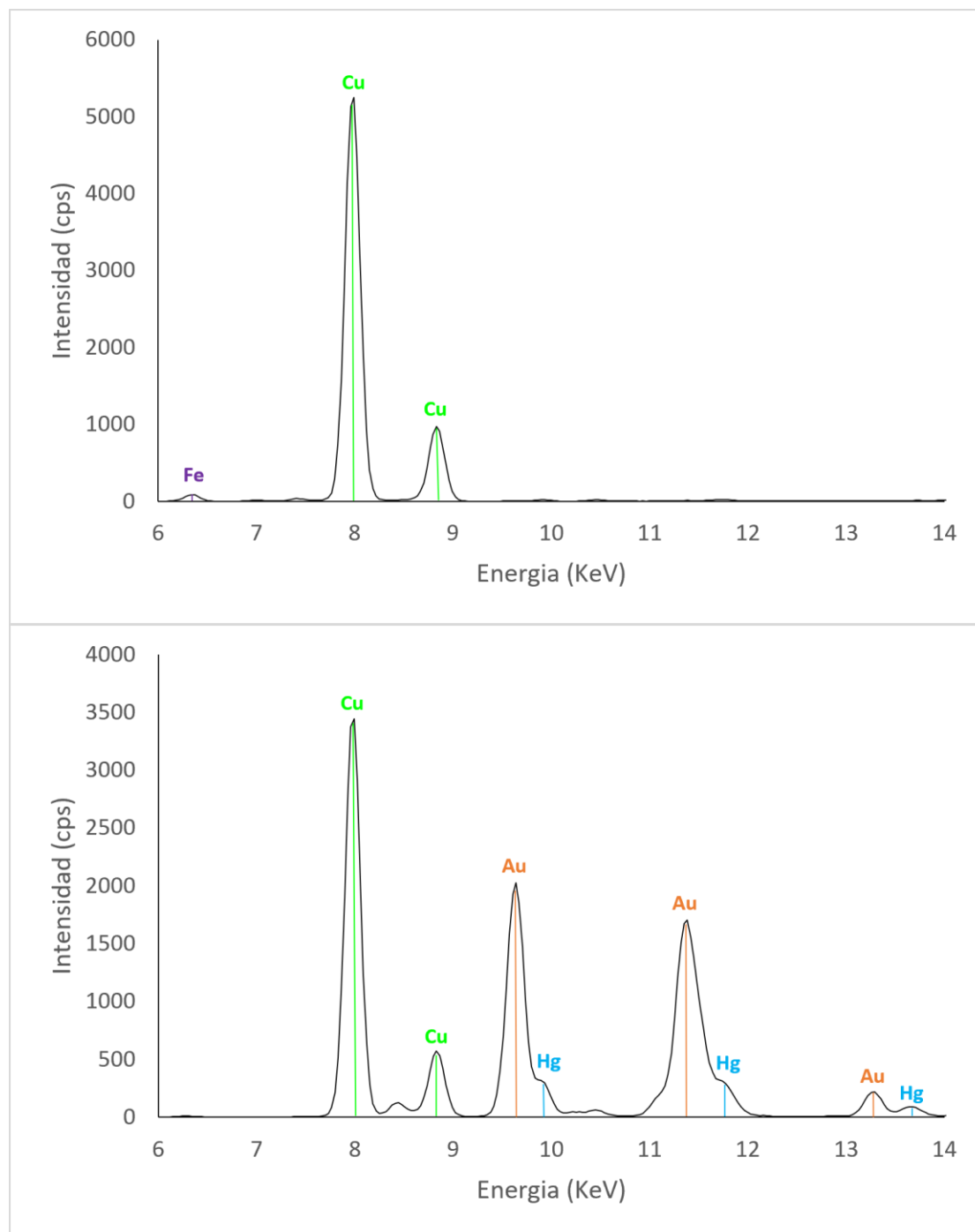


Figura 5. Espectros de fluorescencia de rayos X de la moneda de Nuestra Señora de Uralde. Se muestran las principales líneas analíticas de los elementos químicos identificados en la pieza. Arriba, espectro del cuerpo (hierro y cobre). Abajo, espectro (cobre, oro y mercurio) obtenido tras superponer el espectro del alma de la moneda y el de la zona del recubrimiento. En el espectro de abajo el pico del cobre es menor ya que el recubrimiento atenúa la señal.

2. La amalgama de mercurio

El amalgamiento con mercurio es un ancestral método usado para dotar de un aspecto o acabado más “noble” a los objetos manufacturados en metales viles. Autores como Miguel Ibáñez señalaron en su momento que dicha técnica comenzó a emplearse

en joyería en el siglo II d. C. para recubrir determinados objetos con una fina capa superficial de plata u oro (Ibáñez 2009b). No obstante, a la luz de diferentes investigaciones de tipo arqueométrico, sabemos que la amalgama de mercurio ya se utilizaba desde la quinta centuria a. C. en China y a partir de la época helenística, en torno al siglo IV a. C., en Occidente (Perea *et al.* 2008: 122; Giumlia-Mair 2020: 5).

Dejando de lado los ejemplares manufacturados en el Lejano Oriente, las cuales quedan bastante alejadas de nuestra zona de estudio, en Europa los primeros objetos dorados al fuego por amalgamiento suelen ser elementos relacionados con el adorno o indumentaria personal como es el caso de los *hair rings* o *money rings* irlandeses o los anillos del período helenístico (Perea *et al.* 2008: 119 y 122). Entre todas esas piezas destaca por su belleza un anillo con la representación del dios Eros procedente de la necrópolis de Naukratis en el Delta del Nilo y que actualmente se conserva en el Museo Británico (Número de inventario GR 1888.6- 1.1.) (Giumlia-Mair 2020: 6, fig. 9).

Sin necesidad de tener que irse tan lejos, en España, el Grupo de Investigación *Arqueometal* del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC, en colaboración con el Centro de Microanálisis de Materiales de la UAM, pudo llegar a determinar que varias fíbulas de pie vuelto fueron doradas al fuego hacia el siglo IV a. C. Tras analizar cuatro fíbulas del Museo Arqueológico Nacional mediante las técnicas XRF (X-ray fluorescence o fluorescencia de rayos X) y PIXE (particle induced X-ray emission o emisión de rayos X inducida por haces de partículas) se pudo llegar a determinar que tres de los ejemplares se realizaron en plata con algo de cobre aleado y en un momento posterior se doraron con amalgama de mercurio (Perea *et al.* 2008: 125).

Como hemos ya explicado en otro lugar y hablando específicamente sobre monedas (Sánchez y Ortega 2017: 143), la técnica, en aquel caso plateado por amalgama, consistía en aplicar una pasta compuesta por mercurio y plata sobre un cospel de cobre previamente acuñado. Una vez empastada completamente la pieza se depositaba en una especie de sartén y se introducía en un horno con la intención de fijar una ligera capa de plata superficial sobre la misma. Fruto del calentamiento al que eran sometidas las monedas en el interior del horno se adhería la plata evaporándose gran parte del mercurio empleado. Otra pequeña parte, por fortuna, se mantiene en la superficie plateada de las piezas falsificadas lo cual permite, a través de modernas técnicas analíticas, identificar fácilmente el plateado y dorado al fuego, ya que el mercurio no se elimina de manera completa durante el proceso de calentamiento y éste puede detectarse gracias a análisis no destructivos aplicados a las superficies de las monedas (Ingo *et al.* 2004: 172; Ibáñez 2009b).

El método para dorar al fuego otro tipo de piezas se basa en los mismos principios y ha sido ampliamente descrito por diversos autores (Perea *et al.* 2008: 121-122, nota 2). Una descripción bastante detallada del proceso se puede encontrar en el interesante y documentado artículo de Alessandra Giumlia-Mair (2020: 6-7).

Vista la tecnología por amalgamiento de mercurio y visto cuáles fueron los primeros objetos en ser dorados al fuego, es el momento de explicar cuándo empezó a utilizarse dicha técnica para falsear numerario. Que nosotros sepamos, el primer testimonio documentado en Europa del uso de mercurio para recubrir una moneda se dio en un ejemplar romano datado en el año 62 a. C. (Ingo *et al.* 2004: 172-173). En concreto, un denario republicano. En el mismo trabajo que se da a conocer este singular *denarius* se muestra también lo que a simple vista parece ser un áureo del emperador Tiberio (14 d. C.- 37 d. C.), ya publicado con anterioridad (Botrè y Hurter 2000), pero que en realidad es un denario de plata dorado con amalgama de mercurio (Botrè y Hurter 2000: 108). El peso de la pieza en cuestión es de 3,90970 g, lo cual corresponde al peso oficial reglamentario de la época, establecido en 3,89 g (1/84 libras).

Ambos elementos monetales, recuperados en dos intervenciones arqueológicas llevadas a cabo en la ciudad de Roma (Botrè y Hurter 2000: 107; Ingo *et al.* 2004: 172), serían por tanto los primeros ejemplos conocidos del empleo de mercurio para falsificar monedas en la antigua Roma². En el caso del denario republicano, tal y como apuntábamos más arriba, sería la primera moneda de Europa plateada mediante la aplicación de aquella técnica. No compartiría tal “honor” el denario dorado de Tiberio dado que entre las tribus celtas de Europa Central y de Britania ya se mezclaba el oro y el mercurio para obtener piezas fraudulentas en “the later part of the first century BC” (Botrè y Hurter 2000: 109). Dicho saber permaneció en la región como así parece indicarlo el hallazgo en el sur de Alemania de dos monedas a nombre de Nerón doradas al fuego por amalgamamiento de mercurio: “an aureus with a copper core near Ingolstadt and a gilt bronze quadrans found near the upper Danube” (Botrè y Hurter 2000: 109).

Si seguimos a estos dos investigadores, la mencionada técnica de dorado o plateado al fuego no se generalizó en el Imperio Romano hasta la cuarta centuria de nuestra era (Botrè y Hurter 2000: 109-110). Aún y todo, se ha reportado la aparición en Palestina de dos antoninianos de Caracalla y Heliogábalo, datados entre los años *ca.* 215-220 d. C. (Botrè y Hurter 2000: 110), en los que se documentaron trazas de mercurio y oro sobre la superficie de ambos ejemplares.



Figura 6. Quinario a nombre de Augusto realizado en cobre y forrado de oro. Fotografía de *Nomos AG*. Al doble de su tamaño.

Resulta curioso que la fracción de *solidus* encontrada en el yacimiento de Nuestra Señora de Uralde imite una pieza acuñada en la ceca de Tréveris, ciudad ubicada en la Germania romana. Uno de los focos, como hemos visto antes, en los que está atestiguado la primitiva utilización de amalgamas de oro para falsificar monedas. Pese a que hemos efectuado un vaciado bibliográfico exhaustivo no hemos hallado ninguna referencia a ejemplares de época tan tardía, nuestra pieza se emitió probablemente entre el 367 y 378 d. C., que muestren tal particularidad, aunque ello no quiere decir que no existan o no hubieran existido. De hecho, en un sugerente artículo firmado por varios miembros del Departamento de Ciencias Arqueológicas de la Universidad de Bradford (Reino Unido), se sugiere que pudo haberse recurrido al mercurio para platear o blanquear las series monetarias de vellón creadas en el siglo III d. C. (Vlachou *et al.* 2002).

Como es bien sabido, a lo largo de la tercera centuria el numerario de plata va a sufrir un empobrecimiento progresivo de la ley de las monedas. De modo que, en apenas 15 años, la cantidad de plata presente en los antoninianos va a pasar de tener el

² En una búsqueda rápida en Internet hemos localizado una pieza compatible con presentar una capa de mercurio y oro en su superficie (Markowitz 2022). En junio de 2015, la casa de subastas suiza *Nomos AG* vendió un *quinarius* de Augusto en el que se aprecia el alma de cobre revestida de una capa de oro (Figura 6); <https://www.numisbids.com/n.php?p=lot&sid=1141&lot=207> (27/07/2022).

30% en el año 253 d. C. al 2% en el año 268 d. C. (Ibáñez 2009b). Para mejorar el aspecto visual de las emisiones, las autoridades romanas decidieron dotar a los antoninianos de una apariencia más plateada. Algo similar ocurrió con las nuevas denominaciones introducidas por Diocleciano (284-305 d. C.) en el 293-294 d. C. Mucho se ha especulado y debatido acerca de qué procedimientos emplearían los trabajadores de las cecas para blanquear aquellas series tan cobrizas: inmersión en cloruro de plata fundido, mediante el uso de pastas plateadas, procesos de oxidación y reducción (Vlachou *et al.* 2002: II9.2.3), si bien todo parece indicar que recubrieron las monedas con una mezcla de mercurio y plata (Vlachou *et al.* 2002: II9.2.2-II9.2.3, II9.2.6). Los investigadores de la Universidad de Bradford no sólo detectaron trazas de mercurio en los ejemplares del siglo III-IV d. C. analizados, sino que también observaron, a través de una serie experimentos, que los operarios romanos fabricaban los cospeles en una aleación cuaternaria (cobre-estaño-plomo-plata) para facilitar el plateado de las piezas al fuego mediante amalgama de mercurio (Vlachou *et al.* 2002: II9.2.6-II9.2.7).

En cualquier caso, creemos que sería interesante llevar a cabo más pruebas analíticas con el fin de resolver algunas de esas dudas y otras incógnitas que aún quedan por resolver. Para ello sería conveniente estudiar preferentemente las monedas procedentes de intervenciones arqueológicas puesto que nos permiten establecer su trazabilidad y asegurar que no han sufrido algún tipo de “manipulación”, adición o “reparación” en tiempos recientes.

Dicho esto, hasta aquí llega nuestra breve, aunque esperamos que interesante, aportación en pos de arrojar algo más de luz sobre los procesos técnicos de falsificación practicados en la antigüedad y que posteriormente continuarán usando los falsarios durante el medievo (Ibáñez *et al.* 1997; Ibáñez 2005; Ibáñez 2009b; Sánchez y Ortega 2017: 142-152; Ibáñez 2021: 225).

Bibliografía

- Amela Valverde, L. (2014): “El conjunto monetar de Andagoste”, *Revista Numismática Hécate* 1, pp. 25-40.
- Botrè, C.; Hurter, S. M. (2000): “The earliest roman counterfeit by means of gold/mercury amalgam”, *Schweizerische Numismatische Rundschau* 79, pp. 107-111. DOI: <http://doi.org/10.5169/seals-175713>
- Cepeda Ocampo, J. J. (1997): “La circulación monetaria romana en el País Vasco”, *Ier Coloquio Internacional sobre la Romanización en Euskalherria, Isturitz* 8, Donostia, pp. 259-302.
- Filloy Nieva, I.; Gil Zubillaga, E. (1993): “Memoria de las intervenciones arqueológicas en el yacimiento de Uralde (Condado de Treviño). 1989”, *Estudios de Arqueología Alavesa* 18, Vitoria-Gasteiz, pp. 101-339.
- Filloy Nieva, I.; Gil Zubillaga, E. (2000): *La romanización en Álava. Catálogo de la exposición permanente sobre Álava en época romana del Museo de Arqueología de Álava*, Vitoria-Gasteiz.
- Giumlia-Mair, A. (2020): “Plating and Surface Treatments on Ancient Metalwork”, *Advances in Archaeomaterials* 1 (Issue 1, December 2020), pp. 1-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aia.2020.10.001>
- Ibáñez Artica, M. (2005): “El delito de la falsificación de moneda”, *El Eco Filatélico y Numismático* 61 (1132) (julio-agosto, 2005), pp. 46-47.
- Ibáñez Artica, M. (2009a): “El proceso del plateado de la moneda (I): técnicas de forrado”, *El Eco Filatélico y Numismático* 65 (1173) (abril, 2009), pp. 42-43.

- Ibáñez Artica, M. (2009b): “El proceso del plateado de la moneda (II): técnicas de blanqueo”, *El Eco Filatélico y Numismático* 65 (1174) (mayo, 2009), pp. 42-43.
- Ibáñez Artica, M. (2021): *Moneda medieval navarra. Manual de numismática*, Sos del Rey Católico.
- Ibáñez Artica, M.; Rosado, G.; García, J. C. (1997): “Falsificaciones de dineros de Sancho V Ramírez de Pamplona y Aragón (1064-1094)”, *Gaceta Numismática* 124, Barcelona, pp. 25-34.
- Ingo, G. M.; Angelini, E.; De Caro, T.; Bultrini, G. (2004): “Combined use of surface and micro-analytical techniques for the study of ancient coins”, *Applied Physics A (Materials Science & Processing)* 79, pp. 171-176.
- Markowitz, M. (2022): “Bad Money – Ancient Counterfeiters and Their Fake Coins”, <<https://coinweek.com/ancient-coins/bad-money-ancient-counterfeiters-and-their-fake-coins/>>, [Consultado el 10 de julio de 2022].
- Ocharán Larrondo, J. A. (2002): “Monedas perdidas en un combate inédito de las guerras cántabras en el valle de Cuartango (Álava). Monedas partidas, monedas forradas”, en *X Congreso Nacional de Numismática. Actas (Albacete, 1998)*, Madrid, pp. 335-341.
- Perea, A.; Montero, I.; Gutiérrez, P. C.; Climent-Font, A. (2008): “Origen y trayectoria de una técnica esquiva: el dorado sobre metal”, *Trabajos de Prehistoria* 65 (2), pp. 117–130. DOI: <https://doi.org/10.3989/tp.2008.08006>
- Queralt Mitjans, I. (2002): “El análisis no destructivo de materiales metálicos mediante fluorescencia de rayos X. Aplicación a objetos de Iruña-Veleia”, <<https://web.araba.eus/documents/105044/9209035/18.+metalografias.pdf/1212b71e-2690-8b3f-c2f5-6233f5bce1e2?t=1652950051367>>, [Consultado el 10 de julio de 2022].
- Sánchez Rincón, R.; Ortega Cuesta, L. A. (2017): “Evidencias de la falsificación monetaria en el tesorillo de Otaza. Análisis y estudio”, *Revista Numismática Hécate* 4, pp. 138-155.
- Unzueta Portilla, M.; Ocharán Larrondo, J. A. (2006a): “El campo de Batalla de Andagoste (Álava). Aproximación a la conquista romana del Cantábrico Oriental”, en M. P. García-Bellido (coord.): *Los campamentos romanos en Hispania (27 a.C.-192 d.C.): el abastecimiento de moneda*, Vol. 2, Madrid, pp. 473-490.
- Unzueta Portilla, M.; Ocharán Larrondo, J. A. (2006b): “El campo de Batalla de Andagoste (Álava). Catálogo abreviado de monedas”, en M. P. García-Bellido (coord.): *Los campamentos romanos en Hispania (27 a.C.-192 d.C.): el abastecimiento de moneda*, Vol. 2, Madrid, pp. 491-492.
- Vlachou, C.; McDonnell, J. G.; Janaway, R. C. (2002): “Experimental investigation of silvering in late Roman coinage”, *Material Research Society Symposium Proceedings* 712, pp. II9.2.1-II9.2.9.